

EDITORIAL | 1

INSEGURANÇA ENERGÉTICA | 6

A Falsa Promessa Dos Biocombustíveis Líquidos

Capitão T. A. “Ike” Kiefer, *USN*

INSEGURANÇA ENERGÉTICAOS | 70

Leitores Opinam

A GUERRA AÉREA NA SÍRIA | 80

Observações

Ten Cel S. Edward Boxx, *USAF*

**PROFISSIONAIS CIBERNÉTICOS DAS FORÇAS ARMADAS E DA
INDÚSTRIA PRIVADA | 106**

Transcrição e Revisão:

Cap Jeffrey A. Martinez, *USAF*

Cap Matthew R. Kayser Mark

**O ROTEAMENTO E ASSESSORAMENTO EM AUXÍLIO AO
PLANEJAMENTO DE MISSÕES DE APOIO DURANTE CALAMIDADES |
124**

Capitão Luís E P C Cordeiro, *FAB*

VANTS E A NOVA NATUREZA DO COMBATE AÉREO | 139

Maj Dave Blair, *USAF*

ONDE SE ESCONDER | 146

O Aumento de Ameaças às Bases Aéreas

Cel Shannon W. Caudill, *USAF*

Maj Benjamin R. Jacobson, *USAF*

RESENHAS | 166



Este é o último número da Edição Eletrônica do ASPJ-Portugues. Foi uma dissolução lenta, com várias tentativas de revitalização. Com quase 64 anos de vida, pode-se dizer que teve uma existência ilustre. Acompanhou, lado a lado, a reconstrução da Europa e do Japão, a Guerra da Coreia, Vietnã, Golfo, Iraque, Afeganistão e vários conflitos menores ao redor do globo. Documentamos o impacto da tecnologia nas Forças Armadas e a sofisticação da exploração espacial, bem como os fracassos, os erros, as *meas culpas*. Registramos a passagem de estudantes dos países lusófonos pelas diferentes escolas do AETC. Abrimos as portas ao debate, críticas e pontos de vista contrários.

Um periódico profissional, como este, procura apresentar ideias, inovações e especialmente análise de equívocos e fracassos colossais. Após o que sugerimos como podemos aperfeiçoar o desempenho em futuros empreendimentos. Tudo isso gera controvérsia, algo que se deve abraçar com carinho. Sem ela, continuaríamos no *status quo* de sempre. Nossos leitores e centenas de autores internacionais tiveram a oportunidade de debater certas questões complexas, cujas soluções, se existirem, encontram-se em futuro nebuloso. A *posteriori*, certas decisões internacionais agora aparentam ser infantis. Outras, no entanto, perduram, confirmando a sabedoria raríssima de visionários, muitas vezes vilificados em sua geração.

Quando celebramos os 60 anos da ASPJ em 2009 foi interessante pesquisar os primeiros números. Lá encontramos artigos referentes ao uso devastador do poder atômico e suas consequências. As questões de uso, dissuasão, repercussões e responsabilidade continuam exatamente as mesmas. A assimilação foi pouca. No entanto, o mínimo que podemos fazer é continuar o diálogo.

Nesse momento em que o Brasil está em fase de ascensão, com participação internacional muito mais proeminente e, portanto, vulnerável à críticas e investidas é menos penoso aprender com as ineficácias e paroxismos de outros países mais experientes. O ASPJ,

desde o início, foi um abecedário para ações bem sucedidas ou reações e empreendimentos fadados ao fracasso em relações internacionais, em intervenções, em avanços tecnológicos, em relações diplomáticas, *ad infinitum*.

Aqueles leitores que também falam o Chinês, Espanhol, Francês e Inglês devem ler a ASPJ naqueles idiomas. Vale a pena repetir que as diferentes edições não são cópias carbono do Inglês. Cada qual possui conteúdo original. Cada uma enfoca-se em questões relativas a sua área de perícia e abrangência que seria impossível cobrir, paralelamente, em todas as revistas. Os pontos de vista são absolutamente fascinantes.

Nessa última edição eletrônica, incluímos um estudo do Capt T. A. Kiefer, *USN* referente a biocombustíveis. O que pensávamos ser a redenção do planeta resulta em maiores dilemas. O Departamento de Energia e o Departamento de Defesa imediatamente enviaram suas críticas. Contudo, o Capt Kiefer, uma vez mais, defendeu muito bem sua tese.

A Primavera das Dissidências continua no Oriente Médio, sem solução prevista. Aproximadamente 93.000 pessoas pereceram na Síria, de março de 2011 a maio de 2013. É uma estimativa bastante baixa. O índice real é muito mais elevado. O Ten. Cel. S. Edward Boxx, *USAF* apresenta breve análise e histórico, mencionando a possibilidade quase inexistente de ZEA pela OTAN. Cre que o termo *intifada* [desfazer-se de jugo] melhor descreve a situação. O conflito agora já ultrapassa outra fronteira, assolando também a Turquia.

Às vezes, as fronteiras não são, necessariamente, contíguas. Esse é o caso entre o Egito e Etiópia. Ambos estão imersos em discórdia acerca das águas do Nilo. A Etiópia iniciou a construção de uma represa, Nilo acima, o que reduziria o suprimento de água ao Egito. Como todos sabem há milhares de anos, sem o Nilo o Egito cessa de existir. Nesse último caso, a distância entre os dois países proíbe uma surtida aérea do Egito contra a Etiópia. Um ataque terrestre fracassaria por completo. A Etiópia defende a construção com reforço de tropas militares. O Sudão

não pode interferir e tampouco permitir que seu território seja utilizado por um ou outro país. Os leitores informados devem fazer breve inspeção do Mapa do Continente e tecer suas próprias conjecturas. Qual seria a melhor solução para o Egito? Para a Etiópia? Que opções militares encontram-se na região imediata? Que predições para o futuro próximo e distante? Ótimo material para artigos pertinentes.

A seguir a Maj Gen Suzanne Vautrinot e Charles Beard [*Science Applications International Corporation*] mantêm diálogo informal re. à Informática, a fim de superar obstáculos e combater ataques à rede.

O Capt. Luís EPC Cordeiro da FAB destacou-se como membro do corpo discente da Base Aérea Maxwell. Muito bem recomendado pelos nossos catedráticos redigiu o artigo intitulado *Parceria em Defesa da Nação: Uma análise da Operação Santa Catarina*, que visa agilizar as futuras operações da FAB.

VANTs e a Nova Natureza do Combate Aéreo do Maj Dave Blair, USAF destaca a falta de reconhecimento, chegando a ser desprezo, pelo trabalho desempenhado pelas tripulações de VANTs. Os operadores de nova tecnologia devem sempre batalhar pelo aceite e prestígio, além de serem subestimados e ridicularizados pelos ases que os precedem. No entanto, dependendo da situação, passam pelo mesmo tipo de ameaça e perigo, especialmente no clima atual. Sabemos que Portugal possui uma boa frota de VANTs. Que pensam seus operadores no Continente Europeu?

O Cel Shannon W. Caudill, autor que sempre contribui artigos relevantes às operações atuais, juntamente com o Maj Benjamin R. Jacobson, redigiram *Onde se Esconder: O Aumento de Ameaças às Bases Aéreas*. Quanto mais avança a tecnologia, tanto mais difícil a defesa de Bases. Antigamente, pequeno pelotão conseguia manter o perímetro seguro. Atualmente, o adversário conta com armamento cada vez mais preciso, inclusive o Fogo Indireto [*Indirect Fire – IDF*], SAMs e outros tipos de munição de ponta. Antigamente as *IDFs* eram denominadas Armas Inatingíveis [*Standoff Weapons*]. Atualmente, os dispositivos explosivos



improvisados embarcados e VANTs apresentam nova ameaça às tropas. A proliferação da ameaça interna, a utilização de meios eletrônicos e ataques cibernéticos, da mesma forma, continuam a aumentar.

Encerramos, então, a nossa era com a resenha de livro publicado no final da década de 90, *Machiavelli's Virtue*. Pessoalmente, uma das melhores análises já publicadas pela ASPJ-P. Robert D. Kaplan é um intelectual de renome que possui a rara dádiva de também ser um grande escritor.

Oris Moebius
Editora



Dizer adeus é uma arte e a vida é cheia de etapas que se concluem. Talvez este seja o momento de reflexão e de balanço sobre todas as conquistas alcançadas. Após 13 anos trabalhando para o Instituto de Pesquisa da Força Aérea dos Estados

Unidos, junto à revista *Air & Space Power Journal* em Português, uma publicação com mais de 60 anos de vida, estou aqui me despedindo formalmente de mais de uma década de trabalho e dedicação. Sinto que cumpri com a missão e gostaria de fazer um agradecimento à equipe de edição, aos tradutores, aos leitores e especialmente aos Autores que nos prestigiaram durante tantos anos com artigos interessantes, contribuindo para tornar a nossa revista uma leitura de qualidade, transformando-a em uma fonte de pesquisa em todo o mundo.

Em retrospecto, tenho o orgulho de dizer que faço parte da história da *Air University* e da Força Aérea dos Estados Unidos.

Silvia Conrad
Assistente Editorial

Insegurança Energética

A Falsa Promessa dos Biocombustíveis Líquidos

Capitão T. A. “Ike” Kiefer, *USN**



Certos argumentos importantes aparecem quase que diariamente na mídia, declarando que os biocombustíveis aumentarão o suprimento doméstico destinado ao transporte, cessarão a dependência em petróleo estrangeiro, reduzirão a vulnerabilidade militar em campos de batalha e, em geral, promoverão a segurança nacional. Proclama-se, além do mais, que esse tipo de combustível reduzirá a volatilidade de preço; a poluição causada pelas emissões; e os gases de efeito estufa [*Greenhouse Gases – GHG*]. Dizem que até mesmo estimulará a economia. Contudo, essas alegações não sobrevivem ao escrutínio. É aquele tipo de bênção e maldição que nos coloca entre a espada e a parede.

O potencial produtivo de biocombustíveis não cultivados é demasiado pequeno, difuso e infrequente para preencher qualquer fração significativa da demanda de energia básica dos Estados Unidos. O aumento em rendimento via cultivo, consome mais energia do que

produz. Além do mais, a colheita da biomassa requer grande quantidade de energia para convertê-la em hidrocarboneto líquido, compacto, rico em energia e compatível com as infraestruturas de uso de combustível, de transporte e de emprego militar. Dentre essas a que predomina, sem dúvida, é a militar.

O conteúdo energético do produto final, comparado à energia requerida para produzi-lo resulta em péssimo investimento, especialmente quando levamos em consideração as alternativas.

Em muitos casos ocorre a perda, não da energia bruta, mas sim da líquida.

Quando consideramos o equilíbrio entre o insumo e o consumo da energia através de todo o ciclo de vida: da produção de combustível à combustão, nota-se que os biocombustíveis líquidos cultivados nada mais são do que uma tentativa moderna para alcançarmos o movimento perpétuo, algo fadado ao fracasso, devido as leis de termodinâmica e à fatal dependência em energia fóssil.

Os Estados Unidos não alcançarão segurança energética através de biocombustíveis. Ironicamente, até mesmo a tentativa resulta contrária às metas ambientais de energia “limpa” e “verde”, além de ameaçar a segurança global, de forma dinâmica.

O enfoque deste artigo é a biomassa cultivada e sua conversão em combustível líquido destinado ao transporte. A abordagem geral é a análise de alternativas, comparando três metodologias distintas com o combustível convencional à base de petróleo, a fim de avaliar os custos e benefícios relativos. Analisa o que significa a segurança energética em termos de qualidade e suprimento de combustível. Passa então a erigir uma estrutura analítica de parâmetros essenciais, avaliando como cada metodologia deixa de preencher as expectativas. A seguir, comprova que a tentativa para encontrar biocombustíveis viáveis causa dano irreversível ao ambiente, aumenta emissões de *gás estufa*, solapa a segurança alimentícia e promove o abuso de direitos humanos. Conclui com recomendações específicas para ações legítimas referentes às diretrizes.

Segurança Energética

A questão fundamental é verificar se os biocombustíveis podem definitivamente substituir os combustíveis à base de petróleo. O Congresso definiu a *segurança energética* no Código dos Estados Unidos, Título 10 [*Title 10 of the US Code*]: “acesso à fontes confiáveis de energia e a habilidade de proteger e produzir energia suficiente para fazer face aos requisitos da missão essencial”.¹ Em 2011, os Estados Unidos importavam 45 por cento do petróleo utilizado. A dependência em outras nações é um problema, devido a imprevisibilidade do mercado mundial e a volatilidade de preço.² Se existe maneira de fazer com que fontes domésticas confiáveis suplantem essa dependência, a preços razoáveis e estáveis, isso sem dúvida, aumentaria a segurança energética.

A Ciência Acima da Política

Esta pesquisa está baseada em amplo estudo da literatura disponível em fontes recentes e legítimas, destacando dados de agências norteamericanas publicados em relatórios oficiais e estudos universitários, difundidos em jornais científicos e avaliados por profissionais especializados.

Desde 2008, uma nova geração de estudos mais rigorosos colocou em dúvida, de forma dramática, a suposição ingênua de que os biocombustíveis são inerentemente limpos e verdes, neutros em carbono e a solução mundial à dependência em petróleo.

Infelizmente, esses documentos científicos notáveis, até agora, produziram pouco impacto em diretrizes energéticas do Governo ou das Forças Armadas.

A Marinha dos Estados Unidos simplesmente rejeitou o estudo da *RAND*, que, sem rodeios, chegou à conclusão de que os biocombustíveis “não oferecem benefícios às Forças Armadas”. Esse estudo foi levado a efeito sob a direção do Congresso e entregue ao Secretário de Defesa em janeiro de 2011.³ Estudo subsequente, também da *RAND* e relatório da *US National Academy of Sciences*, rigorosamente colocaram em dúvida a sabedoria e eficácia das diretrizes norteamericanas atuais, referentes

a biocombustíveis. Tampouco resultaram em modificações dos programas pertinentes.⁴

Em agosto de 2012, a Academia Nacional de Ciências da Alemanha [*Deutsche Akademie der Naturforscher*], órgão de país bastante agressivo em busca de energia alternativa, emitiu o relatório de estudo que levou três anos no qual concluiu que os biocombustíveis oferecem pouco ou nenhum benefício em redução de emissões *GHG* e que “o uso de maior escala de biomassa como fonte de energia não é opção viável para países como a Alemanha”. Os cientistas alemães chegaram ao ponto de categoricamente recomendar que toda a Europa colocasse de lado o encargo obrigatório para a produção de biocombustíveis.⁵

Em outubro de 2012, o Conselho de Pesquisa Nacional [*National Research Council*] publicou um relatório que, de maneira crítica, coloca em dúvida a viabilidade da produção sustentável de biocombustíveis à base de alga, destacando cinco pontos principais contra todo tipo de biocombustível cultivado, e que corresponde e apoia os argumentos apresentados neste artigo.⁶

Esses são alguns dos estudos que indicam defeitos fatais na perseguição desses combustíveis para substituir o petróleo. Existem vários parâmetros essenciais que, quando entendidos, servem para avaliar a utilidade de combustíveis, bem como os custos e consequências de sua produção e uso.

A Ciência Pertinente

Os portadores de energia em combustíveis fósseis e biocombustíveis são átomos de hidrogênio e carbono. O hidrogênio, presente em grande quantidade, reage bem com outros átomos em aceite e liberação de energia em cadeias químicas. É o elemento mais leve, o que lhe confere alta densidade em energia gravimétrica, i.e., o hidrogênio puro movimentava tudo, de microorganismos a turbinas.⁷

O carbono é outro elemento comum, leve e de alta energia. Rapidamente forma longas cadeias moleculares e serve de apoio para encadear muitos outros átomos em agrupamentos densos e bem organizados. Combinado ao hidrogênio, em partes iguais, produz

combustíveis líquidos altamente versáteis e energéticos. O carbono transforma o hidrogênio – de gás difuso e explosivo a líquido, com ponto de liquefação a 423° F à temperatura ambiente; facilmente manejável; com número de átomos de hidrogênio por galão 63 por cento maior do que o hidrogênio líquido puro; 3,5 vezes mais *joules* por galão (densidade de energia volumétrica [*volumetric energy density*]; e possui as características ideais de combustão.⁸ Se o carbono não existisse seríamos obrigados a inventá-lo, como elemento ideal para lidar com o hidrogênio.

Fritz Haber descobriu a fórmula para converter o gás natural em amoníaco em 1909, (i.e., a conversão de combustível fóssil em combustível vegetal). O amoníaco (NH₃) é potente combustível orgânico para a maior parte das bactérias e plantas que possuem a habilidade de metabolizar a energia produzida pelo hidrogênio.⁹ A adição de amoníaco ao solo para fomentar o crescimento das plantas denomina-se “fixação de nitrogênio.”¹⁰ Ocorre natural e vagorosamente, via bactéria, em raízes e solo simbióticos, utilizando a fotossíntese obtida da planta. Também é produzido artificial e rapidamente por seres humanos que fabricam e agregam o produto ao solo.¹¹ Nos EUA a fabricação de amoníaco só é ultrapassada pela de plásticos em termos de consumo de energia industrial. 80% do amoníaco é utilizado na manufatura de fertilizantes.¹² Atualmente, os agricultores no Estado de Iowa injetam amoníaco puro no solo por intermédio de bombas, à razão de 68–90 kg/4.046.9 m² [150-200 lbs/acre]¹³ para colher de 160-180 *bushels* de milho por 4.046.9 ha [*bushel* é uma medida de capacidade para cereais, frutas, líquidos, etc. [Um *bushel* equivale a 35.238 litros nos Estados Unidos e a 36.367 litros na Grã-Bretanha] – um rendimento seis vezes maior do que antes.¹⁴ Foi somente devido à conversão global da energia de combustível fóssil em produtos alimentícios que o mundo evitou que a profecia de Robert Malthus, feita em 1798, se tornasse realidade: inanição global, devido a explosão demográfica, ao ponto de ultrapassar a produção de víveres.¹⁵

Sem a adição de fertilizantes artificiais as plantas são obrigadas a obter energia de luz solar. A fotossíntese é demasiada lenta em captação de energia solar e sua eficiência é mínima. O que surpreende é que a planta terrestre típica transforma somente 0.1 por cento de luz solar em biomassa,¹⁶ o que resulta em uma densidade de potência

anêmica, de somente 0.3 *watts* por metro quadrado (W/m^2).¹⁷ Esse é o fator proibitivo dos biocombustíveis. É 20 vezes pior do que os 6.0 W/m^2 que os painéis solares atuais distribuídos em grandes fazendas conseguem captar da mesma luz solar e de área similar.¹⁸ Os seres humanos devem providenciar o insumo da energia de combustível fóssil, sob a forma de fertilizantes à base de amoníaco, para superar esta limitação de luz solar na produção de biomassas. Embora seja opção justificável em produção de produtos alimentícios, não tem sentido a adição de energia a algo que se supõe ser *fonte de energia*, tais como safras para biocombustíveis.

É um absurdo adicionar energia de combustível fóssil, quando o objetivo é *substituí-la*.

Um combustível perfeito possui as características desejáveis de fácil armazenagem e transporte, inércia e baixa toxicidade para manuseio seguro, volatilidade consistente e adaptável para pronta mescla com o ar, estabilidade através de ampla gama de temperatura e pressão ambientais, bem como alta densidade energética. Devido a vantagens abrangentes que permeiam esses parâmetros, os hidrocarbonetos líquidos acabaram dominando a economia global. Nenhum outro material, fora de substâncias muito exóticas e tóxicas, como o boro-hidreto de lítio [*lithium borohydride* ($LiBH_4$) ou metais raros e caros, como o berílio, ultrapassam a densidade energética do *diesel* e do combustível para jatos. O *biodiesel* e o etanol possuem densidade mais baixa. As células de combustível de hidrogênio, baterias elétricas e capacitores contam com margem ainda mais baixa. Alternativas, tais como a energia solar, eólica, geotérmica ou dispositivos de resíduo-à-energia, conseguem ativar certos computadores portáteis e iluminar algumas dependências fixas, mas simplesmente não conseguem aproveitar energia suficiente para impulsionar tanques, jatos, helicópteros e caminhões que, de longe, são os consumidores principais em campos de batalha. Oferecem somente redução secundária aos requisitos gerais para as forças mecanizadas e somente em circunstâncias de baixa hostilidade, onde podem ser salvaguardados, devido ao posicionamento fixo.

Além de química orgânica e inorgânica, um analista especializado em energia deve estar bem familiarizado com aquelas duas leis

universais invioláveis: a primeira Lei de Termodinâmica (Conservação) declara que a energia não é criada ou destruída, mas simplesmente muda de forma. A segunda Lei (Entropia) distingue entre energia útil que produz trabalho, e a inútil. Assume que certa fração de energia útil, irreversivelmente, torna-se inútil toda vez que a energia passa de uma a outra forma. Em outras palavras, qualquer processo de conversão consome parte da energia útil e resta menor quantidade do produto. Em combinação, essas duas leis declaram que a quantidade de energia útil obtida de um sistema é sempre menor do que a energia absorvida pelo mesmo. Toda transação, processo ou conversão paga uma taxa energética.

Por conseguinte, é impossível construirmos uma máquina de movimento perpétuo. A proporção de insumo-consumo de energia é um parâmetro crítico na avaliação de fontes de energia.

O Retorno Energético Sobre o Investimento

Para chegarmos à boas soluções, primeiro devemos fazer as perguntas corretas. Ao optarmos por fonte primária de energia e combustível dela derivado, é essencial assegurar-nos de que o combustível fará face às demandas de consumo—não só em termos de quantidade, mas fundamentalmente, em termos de qualidade. Uma das avaliações principais de qualidade é a quantidade de energia útil obtível, dividida pela quantidade de energia requerida para extrair a fonte de energia primária do ambiente, e sua conversão em produto final. Esta equação é denominada Retorno Energético sobre o Investimento [*Energy Return on Investment – EROI*].¹⁹

$$EROI = \frac{\text{Energia disponível no novo combustível produzido}}{\text{Energia consumida na produção do novo combustível}}$$

As fontes de energia primária bruta requerem certo consumo de energia em processos para chegar ao produto final. Um *EROI* de 1:1 significa que a energia útil da nova quantidade de energia produzida é exatamente igual à energia consumida em sua produção. Pode parecer que qualquer *EROI* acima de 1 resultaria em benefício líquido à civilização. Mas esse não é o caso. Uma civilização moderna requer

retorno bem maior sobre o investimento feito, porque a sobrevivência e o padrão de vida dependem dessa margem.

A Civilização é um Organismo Vivo

A teoria do Orçamento de Energia Dinâmica [*Dynamic Energy Budget – DEB*] é uma abordagem sofisticada que nos permite perceber objetos vivos em termos de energia.²⁰ Uma análise termodinâmica revela que qualquer organismo só pode se permitir o gasto de pequena fração de seus depósitos atuais de energia para encontrar e processar novas fontes de energia básica para obter combustível (*assimilação*) porque existem muitas outras tarefas essenciais em consumo de energia (*dissipação*) que devem desempenhar para sobreviver: sustentabilidade; renovação; proteção; maturidade; aumento em complexidade; e reprodução. Somente após satisfazer completamente todas essas demandas o organismo aumentará sua massa (*crescimento*), se restar energia. Para energizar essas atividades, é necessário nutrição, não só fracionalmente positiva em energia líquida, mas com um *EROI* muitíssimo acima de 1. Uma civilização é, em si, um organismo biológico e físico de elevada ordem que possui tremendos custos fixos e pode gastar somente uma fração de sua energia para assimilar outra.

Um *EROI* Mínimo para a Civilização Moderna

Um estudo de desempenho econômico norteamericano durante o último século determinou que as recessões econômicas estão vinculadas ao fato de que os *EROIs* de energia básica declinaram abaixo de seu nível crítico, ou seja, 6:1.²¹ Esse valor representa a qualidade mínima de energia que uma civilização industrial deve possuir para sustentar uma qualidade de vida moderna e intensa em energia. Outra macro-análise chegou à conclusão de que um *EROI* de 3:1 é a qualidade mínima absoluta que a matéria-prima de energia bruta deve possuir para superar todos os custos de produção e perdas de conversão e, ainda assim, produzir a energia líquida positiva à civilização moderna.²² Assim, um *EROI* de 3:1 é o ponto crítico entre equilíbrio-desequilíbrio.

A fim de colocar essa situação em termos biológicos, as civilizações industriais modernas estão super-famintas pela energia. Se forem mal nutridas, com uma dieta pobre em *EROIs* abaixo de 6:1, tornam-se catabólicas, consumindo a *gordura* economizada e o *tecido [músculo]* de sua própria infraestrutura, a fim de repor as calorias que faltam. Se o *EROI* permanecer abaixo de 6:1, as civilizações industriais estarão confinadas a um declínio em espiral crítico, onde uma fração cada vez maior de seu rendimento econômico (PIB) será gasta em energia, causando erosão fatal em padrões de vida.²³ Com *EROIs* abaixo de 3:1, os alimentos são tão pobres que a digestão para conseguir a nutrição, consome mais energia do que produz. Isso causa a inanição, ou seja, morte gradativa.

A única solução para que possamos nos manter fora dessa armadilha é encontrar uma fonte energética com *EROI* mais elevado ou reverter a uma civilização pré-industrial com necessidades energéticas bem mais baixas.

O resultado final é que uma economia moderna salutar deve ser alimentada por fontes robustas de energia básica com um *EROI* coletivo acima de 6:1. A substituição propositada de fontes de energia de *EROI* elevado com outra, cujo retorno é inferior a 6:1, não é aconselhável. O cálculo de estimativas de *EROI* para combustíveis, comparado a sua contribuição energética atual à economia norte-americana oferece perspectiva benéfica acerca de sua relativa utilidade (fig. 1).²⁴

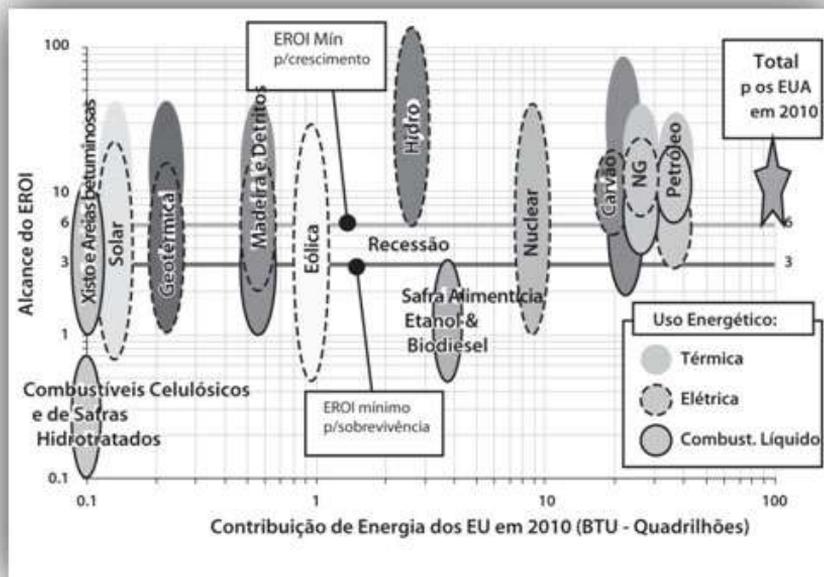


Figura 1. O Retorno Sobre o Investimento Energético (EROI) dos combustíveis norte-americanos

Avaliação de Biocombustíveis

Etanol

Durante os últimos 70 anos, os Estados Unidos quase que aperfeiçoaram o milho como alimento de alto rendimento e matéria-prima de amido industrial. Infelizmente, as leis da Física exigem taxas elevadas em energia para processos que requerem muitas conversões, tais como a produção de combustíveis líquidos de biomassa sólida. Após décadas de estudos e experimentos e produção comercial continuamente refinada, o consenso científico para o etanol de milho é o baixo valor de 1.25:1.²⁵ Pior ainda, não se obtém ganho líquido e energia de combustível em forma líquida—o etanol produzido contém energia que mal chega a igualar o insumo de energia de combustível fóssil necessário para produzi-lo. O pequeno lucro em energia está contido em produtos derivados, especialmente em sobras de alto teor protéico de biorefinarias, denominadas grãos secos de destilaria e

produtos solúveis [*distillers' dry grains and solubles – DDGS*] que podem ser utilizados em ração de gado. Mais de \$6 bilhões de dólares ao ano em subsídios federais diretos aos agricultores dedicados ao cultivo de milho e às refinarias de etanol, desde 2005 serviram somente para reduzir uma dependência estrangeira, não existente, em suplementos protéicos para ração.

Deve-se notar que os *EROIs* de etanol de milho publicados e mencionados acima não se referem a ciclo de vida de etanol de milho puro, mas sim a ciclo de vida híbrido que tem a ver com combustível fóssil e etanol de milho, onde o combustível fóssil oferece a maior parte da energia de insumo. Um *EROI* de etanol de milho apropriado seria calculado utilizando etanol de milho, como fonte de energia, para fabricar mais etanol de milho, o que não existe hoje em dia. Isso, em si, é notável.

Abaixo, *demonstraremos via* análise de ciclo de vida, que a fabricação de etanol de milho é um processo negativo de equilíbrio de energia que consome mais de cinco-sextos da energia investida. O rendimento seria seis vezes maior do que o combustível fóssil desviado para fabricar o etanol de milho, se tivesse sido utilizado diretamente como combustível.²⁶

O intenso cultivo do milho contemporâneo, com seu enorme apetite pelo amoníaco e agroquímicos à base de combustível fóssil causa impacto negativo ao orçamento energético da nação e faz com que a demanda pelo petróleo aumente e não decresça.

A utilização da biomassa para substituir combustíveis fósseis é fútil, quando grande parte da energia investida em sua produção *provém de* combustível fóssil. A aplicação de fertilizante à base de amoníaco a qualquer cultivo destinado a biocombustível é inescusável desperdício de energia.

Etanol Celulósico

Os fatos são ainda piores no caso de combustíveis em forma líquida, derivados de materiais celulósicos, tais como madeira, gramínea de rápido crescimento [*Panicum virgatum*] e sobras de colheitas, que não contêm açúcar simples ou amino. A celulose pode ser decomposta em açúcares fermentáveis, mas primeiro deve ser separada da lignina.

Os fabricantes de papel empregam um tratamento de ácido concentrado e vapor explosivo denominado “processo *Kraft*”. Contudo, só este passo consome toda a quantidade de energia existente no etanol resultante. Aqueles que desejarem produzir energia de lignocelulose devem utilizar enzimas mais vagarosas e caras ou processos micróbicos. Após o que, o produto ainda deve passar pela fermentação, destilação e desidratação. Rigorosas análises termodinâmicas concluíram que o etanol celulósico é três vezes mais difícil de produzir do que o etanol de safra alimentícia, com um *EROI* bem abaixo de 1:1.²⁷

Um estudo altamente difundido do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos [*United States Department of Agriculture – USDA*] que não levou em consideração muitas das dificuldades e custos conhecidos, a fim de predizer um *EROI* extravagante para a *Panicum virgatum* de 5.4:1 (quatro vezes melhor do que o etanol de milho) foi utilizado para justificar o gasto de bilhões de dólares em fundos federais e privados em uma série de contratemplos empresariais de alto perfil.²⁸ Sem embargo, a prova encontra-se no desempenho.

Apesar de todos os subsídios, benefícios fiscais e encargos governamentais para a mescla de combustíveis, desde 2005, não existe uma só dependência comercialmente viável de etanol celulósico nos Estados Unidos.²⁹

Pelo contrário, o panorama geral foi abalado por uma série de fraudes e fracassos, amplamente difundidos, tais como o *Cello and Range Fuels*.³⁰ Em lugar de 1.892.705.892 galões de etanol celulósico por ano até 2012, como prometido, em retorno pelos enormes gastos federais feitos para financiar o início de produção e biorefinarias³¹ a Agência de Proteção ao Ambiente [*Environmental Protection Agency – EPA*] oficialmente registrou somente uma transação comercial de 75.708,23568 galões a comprador não especificado.³²

Contudo, a *EPA* continua a multar refinarias de petróleo nos Estados Unidos porque deixam de mesclar o etanol celulósico, não existente, em sua gasolina.³³ Algumas empresas que batalham com o problema do etanol celulósico por maior período de tempo—tais como a *Gevo*, *Amyris* e *Cellana*—mudaram para o etanol de milho, químicos industriais e ração para peixe.³⁴ A *British Petroleum* e outras suspenderam a construção de enormes biorefinarias nos Estados Unidos.³⁵ Empresas, como a *Coskata* e a *Primus Green Energy*, sem fazer alarde, iniciaram migração em massa, distanciando-se de qualquer pretensão de combustíveis renováveis para embarcar, ousadamente, em fabricação de combustíveis líquidos sintéticos, derivados de gás natural.³⁶ O ex-Diretor Executivo da *Codexis*, que presidiu o gasto de mais de \$400 milhões de dólares na fabricação de etanol celulósico, publicamente confessou, que o uso de carboidratos na manufatura de hidrocarbonetos *é o fim da picada*. Está agora na *Calysta* trabalhando em combustível líquido derivado de gás natural.³⁷

Biodiesel

As espécies de plantas que rendem certo tipo de biomassa, como lipídios, incluem a soja, camelina, colza, óleo de palma, pinhão manso, amendoim, girassol, semente de algodão, falso açafrão (açafrão) e microalgas. Há séculos, todas essas culturas, inclusive a variedade mexicana de pinhão manso não tóxico, são fontes alimentícias para seres humanos e animais. A extração dos lipídios naturais existentes nessas plantas é feita com a adição de metanol. O resultado é o éster metílico de ácidos graxos [*fatty-acid methyl esters – FAME*], comumente denominado *biodiesel*.

Contrário à crença popular, o *biodiesel* é um coquetel químico que difere muito do *diesel* convencional e possui densidade energética e propriedades físicas inferiores. A fim de superar suas deficiências e as de outros biocombustíveis líquidos devem ser convertidos em verdadeiros hidrocarbonetos adicionáveis [*drop-in*], via uma série de processos denominada “hidrotratamento”, o que aumenta a taxa de hidrogênio em proporção à do carbono, remove todo o oxigênio e altera a estrutura e mescla das moléculas constituintes.³⁸ Tudo isso para

maior compatibilidade com a infraestrutura e motores de alto desempenho.

O hidrotreatamento aumenta muito o custo e reduz a natureza renovável do combustível, porque o hidrogênio adicionado provém do gás natural, um combustível fóssil. O processo libera 11 toneladas de CO₂ para cada tonelada de hidrogênio adicionado.

Os estrategistas dedicados à segurança nacional devem compreender tais detalhes técnicos e também estarem cientes de que todas as aeronaves militares e veículos de combate, bem como as frotas de linhas aéreas civis devem empregar o biocombustível hidrotreatado. Mesmo antes de passarem pelo hidrotreatamento, os *EROIs* de biocombustíveis, calculados via estudos de ciclo de vida rigorosos, em escala comercial completa, atravessam a gama de 1.9:1 para a soja³⁹ e bem abaixo de 1:1 para a microalga.⁴⁰

A alga é a única cultura com potencial de rendimento suficientemente elevado para substituir o petróleo, sem consumir todo o território do país. Por esse motivo deve ser levada em consideração. Certas análises otimistas projetaram o alcance de *EROIs* mais elevados para esse tipo de biocombustível, mas é algo que a análise minuciosa dessas suposições não consegue corroborar. A alga depende de grande variedade de circunstâncias fora da real: suprimentos enormes de água e nutrientes; livre acesso, i.e., a possibilidade de completamente ignorar as restrições em vasto impacto ao ambiente e às Leis Econômicas que milagrosamente transformam as enormes acumulações de produtos derivados de biomassa saturada em produto primário com um valor por tonelada mais baixo do que o custo de transporte. Análise da literatura de *EROIs* de alga, levada a efeito pelo *National Research Council* encontrou resultados de 0.13:1 a 7:1, mas em casos mais elevados, os créditos energéticos de produtos derivados são insignificantes em comparação com a energia disponível ao consumidor em forma de combustível líquido—o *biodiesel*, na verdade, é o produto derivado e a biomassa sólida é o produto em si.⁴¹ A alga é muito mais eficiente para a produção de *soylent green* [assistir ao filme do mesmo nome do gênero ficção científica para compreender seu significado] do que na produção de combustível verde. Seus adeptos declaram muitas vezes que a alga somente necessita de luz solar e de CO₂ para crescer. Em

prática, contudo, a necessidade de alto rendimento obriga o uso de fertilizantes à base de combustível fóssil, tipicamente sob a forma de uréia.⁴² *Solazyme Inc.*, a seleção da Marinha dos Estados Unidos para o combustível à base de alga, atualmente cultiva seu produto em bioreatores escuros, empregando carbono e energia do hidrogênio sob a forma de açúcar. Isso faz com que seja singular na produção de biocombustível que depende 100 por cento de cultivo alimentício, obtendo 0 por cento de sua energia de luz solar, via fotossíntese direta—a pior das hipóteses.⁴³

A Matemática pura e simples, porém decisiva, é que até mesmo em escala comercial, com previsões generosas de taxa de reprodução celular, fração lípida e extração de óleo, ignorando o custo de dependências e água, o *Argonne National Laboratory* calculou que leva 12 vezes mais energia e 2,6 vezes mais combustível fóssil para colocar um galão de *biodiesel* de alga em bomba de gasolina, comparado a um galão de *diesel* de petróleo—e isso antes do hidrotreamento.⁴⁴ A comparação direta de alternativas é sólida técnica de avaliação e a introdução de importante conceito econômico do custo da vantagem.

Os Ciclos de Vida do Combustível e o Custo da Vantagem

Os novos combustíveis devem possuir um *EROI* acima de 6:1 e ir além das alternativas disponíveis para o mesmo propósito. Se o *EROI* for mais baixo e se o governo obrigar seu uso, a produção debilitará a energia de combustíveis de *EROIs* mais elevados e causará um déficit em energia para o setor econômico que servem.⁴⁵

Comprova-se o fato quando comparamos os combustíveis de petróleo ao etanol de milho. Calculam-se os *EROIs* atuais de produção de gasolina e de *diesel* (petróleo) entre 10:1 e 20:1. Para uma abordagem conservadora, menos favorável ao petróleo, deve-se assumir um *EROI* de 8:1 que é o valor mais baixo calculado desde 1920.⁴⁶ Isso significa que o insumo de um barril de energia de combustível líquido consegue manter a exploração, perfuração, extração e refinação de petróleo para produzir outros oito barris de energia de combustível líquido⁴⁷—o que, no caso do petróleo, resulta em bônus de um barril de

matéria-prima química para plásticos, lubrificantes, compostos orgânicos, químicos industriais e asfalto (ver fig. 2).⁴⁸

Um *EROI* muito mais baixo, de 1.25:1 *EROI* (etanol de milho) significa que para obtermos o mesmo resultado líquido de oito barris de energia necessitamos *não de um, mas sim de 32 barris* em insumo energético.

Para o etanol, o resultado do rendimento lucrativo energético não é o combustível líquido, mas 5,5 toneladas de produto derivado para ração de gado.

Os 52 barris de densidade mais baixa de energia, menor compatibilidade e etanol mais corrosivo produzido como o produto primário contêm energia suficiente apenas para compensar pelos 32 barris de energia de combustível fóssil utilizados em sua produção. O ganho energético é zero.

Esse quadro é completamente diferente daquele pintado pela literatura que defende os biocombustíveis, porque demonstra o verdadeiro ciclo de vida e quanto custa essa “vantagem”, e não apenas a comparação enganosa entre a combustão de um barril de óleo e um barril de etanol.

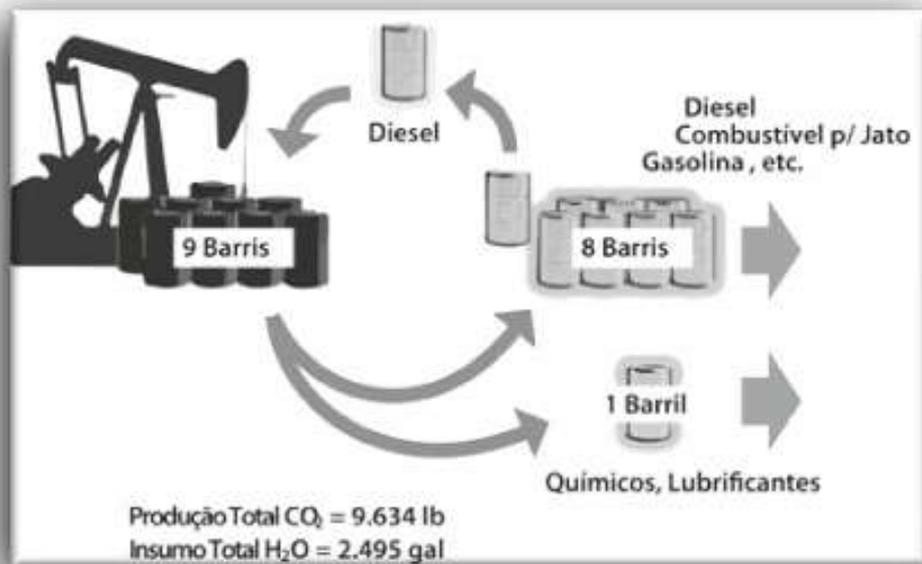


Figura 2. Ciclo de vida de motor a petróleo com um *EROI* de 8.0:1

Os biocombustíveis só poderão substituir os combustíveis de petróleo, de verdade, quando os *EROIs* de ambos convergirem, o que não ocorre se o primeiro for um parasita energético do outro. Esse tipo de dependência proíbe qualquer possibilidade de redução do uso de petróleo estrangeiro, suprimento doméstico, ou preços estabilizadores.

O preço do biocombustível líquido já é tão volátil como o do petróleo e sobe e desce de acordo com o mercado petrolífero internacional.⁴⁹ A obtenção de combustível da indústria agrícola aumenta ainda mais a volatilidade do preço, adicionando outro vínculo aos mercados de comodidades agrícolas globais.

A segurança energética decresce com a seleção de combustível sujeito à inundações, geadas e secas. Além do mais, deve principiar do zero todo ano, sem reservas comprovadas.

Para sumarizar, o ciclo de vida do etanol de milho demonstrado na figura 3 é a transformação de 4,7 toneladas (180 *gigajoules*) de combustível fóssil de alta qualidade e 11.000 toneladas de água fresca em 7,2 toneladas de aditivo de combustível etanol de baixa qualidade (180 *gigajoules*) e 18,5 toneladas de equivalente ao CO₂. Tudo isso para a produção líquida de 5,5 toneladas de suplemento protéico.⁵⁰ Do ponto de vista de custo da vantagem, um barril de energia de combustível fóssil consegue produzir 340 libras de *DDGS* ou seja, 2.200 libras (336 galões, 1 tonelada métrica) de combustível de petróleo.

O meio econômico mais eficiente de gerarmos suprimento para ração pecuária selecionada pelos agricultores norteamericanos na ausência de subsídios de etanol é cultivar a soja, que fixa seu próprio nitrogênio e possui um teor de proteína 49 por cento maior, comparado aos 27 por cento do *DDGS*.⁵¹

Quando comparamos o ciclo de vida do combustível de petróleo (fig. 2), o ciclo de vida do etanol de milho (fig. 3) consome uma quantidade 3,5 maior de combustível fóssil, mais do que triplica as emissões *GHG*, aumenta o uso da água à três ordens de grandeza, adiciona custos ambientais, devido ao escoamento agroquímico, sofrendo ao mesmo tempo, aqueles associados ao petróleo. Além do mais compete com o cultivo de produtos alimentícios em disponibilidade de terra para o plantio, bem como capital e recursos associados à produção agrícola.

Exame mais minucioso revela como é espinhoso o problema da dependência de biocombustíveis em combustível fóssil. Esse último fornece 82 por cento de toda a energia para os Estados Unidos, inclusive a vasta maioria da energia elétrica e 94 por cento do transporte do combustível líquido.⁵² Supre o combustível para o equipamento agrícola, calefação e eletricidade das dependências de processamento utilizadas para a manufatura de biocombustíveis.

O petróleo e o gás natural também fornecem a matéria-prima para: a gigantesca indústria organoquímica dedicada à manufatura de herbicidas e pesticidas aplicados durante o cultivo das culturas destinadas ao biocombustível; as enzimas manipuladas [*designer enzymes*] utilizadas nas abordagens de tecnologia de ponta; a energia necessária para preparar as imensas culturas de fermento e micróbios

que produzem a fermentação dos açúcares e sua transformação em álcool; o imenso calor necessário para destilar a cerveja de 4 por cento de álcool em etanol anidro 99,5 por cento puro (em grande parte suprida pelo combustível fóssil).

Sem dúvida, a energia necessária para construir as biorefinarias, antes de tudo o mais, e para transportar o produto final ao mercado também utilizam, em sua maioria, o combustível fóssil.

Certas pessoas podem alegar que tudo o que acabamos de mencionar só ocorre porque os biocombustíveis ainda não alcançaram *aquele* quinhão do mercado para poder oferecer a energia requerida. No entanto, a verdade é que os biocombustíveis já existem há um século (a primeira usina de etanol celulósico foi inaugurada em 1910)⁵³ mas deixou de alcançar seu quinhão do mercado, porque resultou em péssimo investimento energético.

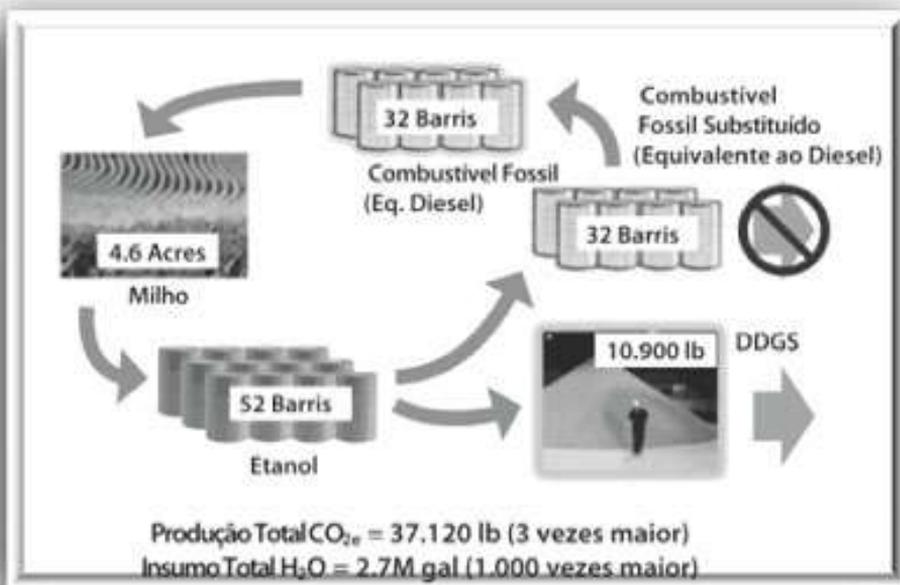


Figura 3. Ciclo de vida de motor a etanol de milho com EROI de 1.25:1

Essa incapacitação ocorre devido a perdas em energia termodinâmica de todas as transformações necessárias durante o processo, a fim de tornar um carboidrato sólido de baixa densidade energética em hidrocarboneto líquido de alta densidade energética. Se fossem utilizados como energia para sua própria manufatura, ou se pudessem competir sem subsídios, no final o lucro seria pouco ou inexistente para justificar sua colocação no mercado.⁵⁴

Todo combustível com *EROI* inferior à taxa média provoca uma queda da mesma, multiplicando, e não reduzindo, a carga colocada nos combustíveis de *EROI* mais elevado.

O único meio de deslocar o uso de petróleo importado e aumentar a segurança nacional é com a produção doméstica de combustíveis de mais alto *EROI* do que o petróleo refinado. Um combustível desse tipo, não importa o que seja, será adotado imediatamente, porque seu mais baixo preço comprovará seu *EROI* mais elevado.⁵⁵

Sem petróleo ou fonte de reposição para quantidades gigantescas de hidrogênio para a manufatura de amoníaco, todos os rendimentos da biomassa, em particular alimentos, cairão rumo ao que eram antes da descoberta monumental de Haber em 1909, que resultou em consequências devastadoras para o mundo.⁵⁶

O aumento do uso de petróleo na manufatura de biocombustíveis acelera sua futura falta, solapa a segurança alimentícia internacional, é contraproducente no que se refere à metas de energia “verde e não é estratégia energética salutar.

O Custo Real dos Biocombustíveis

O custo militar

Um dos objetivos centrais da nova Estratégia Energética Operacional [*Operational Energy Strategy*] do DoD é reduzir o custo militar para que o departamento consiga “transferir os recursos à

outras prioridades bélicas e economizar dinheiro para os contribuintes (imposto)".⁵⁷

Os líderes civis da Marinha dos Estados Unidos citam a estatística de que um aumento de \$1 dólar por barril de petróleo aumenta o custo de combustível anual a \$31 milhões de dólares.⁵⁸ Ainda assim, o preço mais baixo que a Marinha já desembolsou para qualquer tipo de biocombustível até agora foi de \$1.123,50 dólares por barril.⁵⁹

Desde 2007, as forças armadas gastaram \$61,9 milhões de dólares para adquirir 1,28 milhões de biocombustível, com uma média de mais de \$48 dólares por galão, ou seja, \$2.000 dólares por barril, custando \$88 milhões de dólares mais do que a compra de combustível convencional (fig. 4).⁶⁰ Isso não inclui mais de \$30 milhões de dólares pagos para pura pesquisa de combustíveis alternativos e outros milhões outorgados recentemente à biorefinarias, autorizados de acordo com a Lei de Produção de Defesa [*Defense Production Act*] em parceria com os Departamentos de Energia e Agricultura.⁶¹

Figura 4. Aquisições de combustível pelo DoD (comparação)

Aquisições de Biocombustíveis pelo DoD						
Data	Contrato	Supridor	Combustível	Galões	\$ Total	Pe
31 ago 2009	SP0600-09-D-0519	<i>Sustainable Oils</i>	Camelina JP-5	40.000	2.644.000	\$
31 ago 2009	SP4701-09-C-0040	<i>Solazyme</i>	Alga F-76	20.055	8.574.022	\$
1 set 2009	SP0600-09-D-0518	<i>Solazyme</i>	Alga JP-5	1.500	223.500	\$
15 set	SP0600-09-	<i>UOP (Cargill)</i>	Sebo JP-8	100.000	6.400.000	\$

2009	R-0704					
15 set 2009	SP0600-09-D-0520	<i>Sustainable Oils</i>	Camelina JP-8	100.526	6.715.137	\$
29 jun 2010	SP0600-09-D-0519	<i>Sustainable Oils</i>	Camelina JP-5	150.000	5.167.500	\$
26 jul 2010	SP0600-10-D-0489	<i>Sustainable Oils</i>	Camelina JP-8	34.950	1.349.070	\$
4 ago 2010	SP0600-10-D-0490	<i>Sustainable Oils</i>	Camelina JP-8	19.672	759.339	\$
31 ago 2010	SP0600-09-D-0520	<i>Sustainable Oils</i>	Camelina JP-8	100.000	3.490.000	\$
31 ago 2010	SP0600-09-D-0517	<i>UOP (Cargill)</i>	Sebo JP-8	100.000	3.240.000	\$
10 set 2010	SP4701-10-C-0008	<i>Solazyme</i>	Alga F-76	75.000	5.640.000	\$
26 ago 2011	SP4701-10-C-0008	<i>Solazyme</i>	Alga F-76	75.000	4.600.000	\$
23 set 2011	SP0600-11-R-0703	<i>Gevo</i>	De Álcool a JP-8	11.000	649.000	\$
30 set 2011	SP0600-11-D-0530	<i>UOP</i>	Bio JP-8	4.500	148.500	\$
30 nov 2011	SP0600-11-R-0705	<i>Dynamic Fuels (Tyson + Syntroleum) Solazyme</i>	Sebo & Alga JP-5 Sebo & Alga F-76	100.000 350.000	12.037.500	\$
23 set 2011	<i>DTRT5711C 10058</i>	<i>UOP</i>	<i>De Gevo Isobutanol a Combustível</i>	100	1.124.899	\$1

	<i>(DoT/FAA, not DoD)</i>		<i>p/ Aviação</i>			
02 fev 2012	N68936-12-P-0209	<i>Albemarle</i>	De Cobalto n-Butanol a Combustível <i>p/ Aviação</i>	55	245.000	\$4
Aquisições de Combustível Sintético pelo DoD						
6 jun 2007	SP0600-07-D-0486	<i>Equilon</i>	De Gás Natural a Querosene para Aviação	315.000	1.075.694	
26 jun 2008	SP0600-08-D-0496	<i>SASOL</i>	De Carvão a Querosene para Aviação	60.000	225.000	
3 jul 2008	SP0600-08-D-0497	<i>SASOL</i>	De Carvão a Querosene para Aviação	335.000	1.306.500	
30 set 2009	SP0600-09-D-0523	<i>Grupo PM</i>	De Gás Natural a Diesel	20.000	140.000	
Aquisições de Combustível Convencional a Granel pelo DoD						
AF 2010	Vários	<i>JP-8 Combustível p/ Aviação</i>	2.296M	5.201M		
		<i>JP-4 / Jet A-1</i>	1.249M	2.884M		
		<i>JP-5 Combustível</i>	541.8M	1.175M		

		<i>p/ Aviação</i>			
		<i>F-76 Óleo Combustível</i>	805.7M	1.816M	
		<i>Motor a Gasolina</i>	70.7M	174.1M	
AF 2011	Vários	<i>JP-8 Combustível p/ Aviação</i>	2.079M	6.478M	
		<i>JP-4 / Jet A-1</i>	1.246M	4.032M	
		<i>JP-5 Combustível p/ Aviação</i>	529.3M	1.572M	
		<i>F-76 Óleo Diesel</i>	875.9M	2.590M	
		<i>Motor a Gasolina</i>	59.0M	186.6M	

O Custo à Nação

O preço por galão pago pelas Forças Armadas pelos combustíveis é somente uma fração do custo total do governo dos Estados Unidos. As autoridades governamentais constatam que a preocupação é séria acerca da volatilidade dos preços de petróleo. Os analistas citam estatísticas de que um aumento de \$10 dólares por barril diminuiria o avanço da economia norteamericana em 0,2 por cento e eliminaria 120.000 cargos no mercado de trabalho.⁶² Ainda assim, o governo

federal voluntariamente paga mais de \$10 dólares por barril em subsídios para o biocombustível (fig. 5).⁶³ O Departamento de Energia (*DoE*) injetou \$603 milhões de dólares na construção de refinarias de biocombustíveis em 2010 como parte de \$7,8 bilhões em gastos anuais para biocombustíveis.⁶⁴

Apesar de milênios da produção de etanol como bebida, 190 anos da produção de etanol como combustível e 6 anos de enormes subsídios, encargos governamentais e mercados garantidos desde 2005, atualmente um *joule* de energia produzido por etanol de milho ainda é mais caro do que um *joule* de energia produzido pela gasolina.

A *American Automobile Association* cita que desde dezembro de 2012 o preço corrigido de milhas por galão de etanol *E85* na bomba é de 40 centavos por galão mais alto do que a gasolina de melhor qualidade.⁶⁵

Devido a obrigação de mesclar o etanol de mais baixa energia à gasolina, os consumidores pagaram \$8,1 bilhões de dólares na bomba para a energia que não foi colocada nos tanques de seus veículos. Quando adicionados aos \$6,1 bilhões de dólares em subsídios federais outorgados pelo Tesouro norteamericano e contribuintes, sob a forma de créditos tributários (etanol), os Estados Unidos pagaram um prêmio de \$14,2 bilhões de dólares em 2010⁶⁶ a fim de deslocar 6,4 por cento da energia de gasolina com o etanol — e a gasolina deslocada, mais barata, foi exportada.⁶⁷

O Ganho da Nação

Uma verdadeira fonte primária de energia, tal como uma verdadeira fonte de alimentos, não pode ser subsidiada. Deve, por definição, render muito mais energia (e riqueza) do que consome. Caso contrário, é um poço sem fundo de consumo energético. Aqueles que criticam o petróleo, clamam com frequência que é subsidiado. No entanto, quando levamos em conta ambos os lados da folha de balanço, verificamos que o dinheiro flui a outro lado.

Todos os subsídios federais e incentivos ao contribuinte para o petróleo e o gás natural em 2010, registrados oficialmente em todas as

agências governamentais e enviados ao Congresso, totalizaram \$2,82 bilhões de dólares, equivalente a 45 centavos por barril produzido domesticamente.

Em comparação, o governo federal recebeu o insumo de \$56,1 bilhões em contribuições tributárias das empresas petrolíferas e via impostos especiais sobre a gasolina e *diesel* vendidos a varejo, equivalente a \$9,01 por barril—um retorno de 2.000 por cento.⁶⁸ Os governos federais e estatais também coletaram quinhões similares em impostos e taxas. Não foi por intermédio de subsídios que os combustíveis fósseis aumentaram ao ponto de produzir 82 por cento da energia norteamericana, mas através de méritos em *EROI*, densidades de energia e força em competição com as alternativas energéticas.

O petróleo e o gás natural são verdadeiras fontes primárias de energia que alimentam e não esgotam o governo e a economia do país. A energia global de petróleo e gás natural é uma indústria de \$3,8 trilhões de dólares que completamente fornece subsídios às economias de maior rendimento [rendimentos de recursos naturais abundantes, particularmente de petróleo e minérios] de 10 nações petrolíferas e parcialmente fornece subsídios à economia de mais de 70 produtores.⁶⁹

Somente nos Estados Unidos, existem 536.000 poços ativos de petróleo, 504.000 poços ativos de gás natural, dezenas de oleodutos que cruzam o continente, um sistema colossal de auto-estradas interestaduais, 17 milhões de barris-por-dia de capacidade de refinação, 160.000 postos de gasolina e uma fração de mercado global de \$1,5 trilhões de dólares da indústria de petróleo e gás natural estabelecida devido às margens de *EROI* de petróleo e gás natural.

Figura 5. Os subsídios do governo federal norteamericano em 2010

Fonte de Energia	Subsídios Federais (milhões de dólares)	Produção Doméstica (equivalente a 1 milhão de barris de petróleo)	Subsídio por barril de energia produzida
Carvão	\$1.358	3.793	\$0,36

Petróleo e Gás	\$2.820	6.229	\$0,45
Hidro	\$216	437	\$0,49
Nuclear	\$2.499	1.451	\$1,72
Geotérmica	\$273	36	\$7,63
Biomassa/ Combustível	\$7.761	747	\$10,39
Eólica	\$4.986	159	\$31,39
Solar	\$1.134	22	\$52,30
Total	\$21.047	13.921	Média = \$1,

Densidade de Força e Utilização do Solo

Se o *EROI* e o preço não fossem suficientemente fatais, em si, as questões de utilização do solo e máxima capacidade também merecem consideração. O solo é um recurso nacional finito que se presta a muitos usos em constante competição.

A produção de biocombustível é uma utilização incrivelmente ineficiente. A *densidade de potência*, cálculo essencial para a comparação de fontes de energia, oferece melhor ilustração. Os 70 galões de *biodiesel* por acre de soja e 500 galões de etanol por acre de milho é algo extraordinário, no entanto sombrio, em termos de densidade de potência, resultando em apenas 0,069 e 0,315 W/m² respectivamente.

Embora o milho seja 4,5 vezes melhor que a soja, está abaixo da energia eólica (1.13 W/m²), é 19 vezes pior do que a fotovoltaica [*Photovoltaic – PV*] solar (6.0 W/m²) e 300 vezes pior do que os 90 W/m² obtidos dos poços de petróleo tipo “cavalo de balanço” em terrenos de dois acres, o normal para os Estados Unidos.⁷⁰

Trinta metros quadrados de painéis solares *PV*, dos mais baratos, captam a mesma quantidade de energia por ano que o etanol produzido em 10.000 metros quadrados (2,5 acres) de capim de rápido crescimento [*Panicum virgatum*].⁷¹ Por coincidência, aproximadamente a mesma superfície que cada família americana típica necessitará para o cultivo de biomassa para cada um de seus carros. Por outro lado, aquela mesma superfície de terra, de maneira sustentável, serve para cultivar safras destinadas a alimentar 20 veganos, ou safras e indústria pecuária para alimentar aqueles 2,5 seres humanos que também consomem produtos pecuários.⁷²

A fim de repor os 28 EJ [*exajoules*] de energia que os Estados Unidos utilizam anualmente só para automóveis, caminhões e aviões, necessitaríamos de 700+ milhões de acres de milho, ou seja: 37 por cento da área total do continente norteamericano; todos os 585+ milhões de acres de floresta; e o triplo+ da atual quantidade de solo para as safras cultivadas. O *biodiesel* de soja necessitaria de 3,2 bilhões de acres—um bilhão+ do que todo o território dos Estados Unidos, incluindo o Alasca. Os rendimentos de *biodiesel* de óleo de palma, de acordo com os relatos, alcançarão 640 gal/acre (6.000 L/ha), o que é, exatamente, o dobro da densidade de potência do etanol de milho. Ainda assim, está abaixo das energias eólica e solar. Como aludido anteriormente, o *biodiesel* da alga possui a densidade de potência mais elevada de qualquer outro biocombustível. No entanto, na melhor das hipóteses, de acordo com os limites das leis da Física e condições perfeitas de laboratório, é 6,42 W/m²—equivalente ao produzido atualmente pela fazenda solar da Base Aérea Nellis.⁷³

A Figura 6 coloca em perspectiva a área terrestre do campo de petróleo, campo solar, campo eólico e plantio de milho necessários para suprir os 2.000 MW de energia produzidos pela Estação de Geração Nuclear de San Onofre [*Nuclear Generating Station*] em Oceanside, Califórnia.

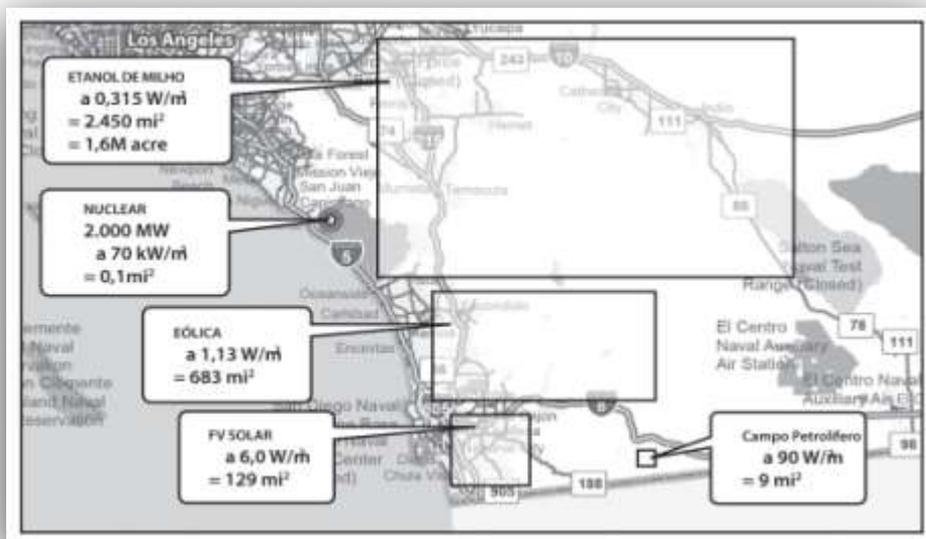


Figura 6. Densidade de potência “expansão energética”

Os altos preços e a proteção ambiental em países desenvolvidos tornam proibitivo a possibilidade de milhões de acres dedicados a biocombustíveis, apesar de análises governamentais otimistas que pressupõem transformar a maior parte de florestas e terra arável em zonas agro-mercantis para biocombustíveis.⁷⁴ A realidade econômica força os fazendeiros energéticos a buscar terra para safras e direitos à água em países menos desenvolvidos. Os Estados Unidos e as nações europeias, em especial, indiretamente buscam terra estrangeira, através do consórcio *Blue Sugars* com a Petrobrás, onde o bagaço da cana de açúcar brasileira foi enviado aos Estados Unidos para ser processado.⁷⁵

Uma análise do Banco Mundial em 2010 revelou que outros países ricos, inclusive a Arábia Saudita, a Coreia do Sul e a China estão tentando uma estratégia mais direta. Já adquiriram ou arrendaram mais de 140 milhões de acres de terra estrangeira e direitos hídricos para o cultivo remoto—88 milhões de acres para safras industriais e biocombustíveis. As apropriações principais de terra ocorreram no

Sudão e Etiópia, onde milhões vivem em condições precárias, recebendo víveres do programa Alimentos para o Mundo da ONU.⁷⁶

Mesmo com a produção atual de baixa escala, o enorme apetite dos biocombustíveis pelo solo coloca-os em direta competição com o cultivo de produtos alimentícios. Não existe dúvida, entre o fogão e a bomba de gasolina, vence o fogão. Em última análise, não existe terra suficiente para ambos. Recente meta-estudo europeu e os outros 90 que o precederam concluíram que provavelmente apenas um-quinco da demanda energética mundial seria suprida pelos biocombustíveis, sem a necessidade de eliminar a carne da dieta humana e sem provocar mudanças enormes em utilização do solo, além dos 296 milhões de acres que já devem ser colocados em uso para alimentar a população em 2050.⁷⁷

Combustível ou Alimento

As safras cultivadas ao redor do mundo (milho, cana de açúcar, soja, palma e várias sementes oleaginosas) são responsáveis por toda a produção de biocombustíveis líquidos, estatisticamente significantes.⁷⁸ Os preços de mercado de cereais triplicaram em 2008 em todo o globo, refletindo o aumento repentino dos preços de petróleo, comprovando o vínculo entre as calorias alimentícias e as calorias energéticas do mundo moderno. O preço de cereais para os consumidores mais pobres aumentou em até 50 por cento, forçando mais de 8 por cento da população da África à inanição, resultando em aproximadamente 850 milhões de habitantes subnutridos no planeta.⁷⁹ Atualmente, os preços de mercado continuam sendo o dobro do que eram em 2007. Vários estudos relativos ao grande aumento do preço de alimentos em 2008 chegaram à conclusão de que até 70 por cento em aumento de preço do milho e 100 por cento em aumento de preço do açúcar foram devido ao desvio para seu uso em biocombustíveis.⁸⁰

Um sindicato das agências mundiais de alimentos e assistência financeira mais importantes, inclusive o Programa Alimentos para o Mundo e a Agricultura e Alimentação [*World Food Program e Food and Agriculture Organization*] das Nações Unidas, formalmente preconizam que todas as nações do G20 devem eliminar subsídios e encargos

referentes aos biocombustíveis, devido ao impacto em preço de víveres.⁸¹

O fato é que toda safra cultivada – alimentícia ou não – compete com todas as outras safras cultivadas pelos recursos finitos: água, solo, agro-químicos, equipamento agrícola, transporte e financiamento. A maior demanda aumenta o preço para todos. Os biocombustíveis passam a ser enorme ameaça à segurança alimentícia e, por conseguinte, à estabilidade mundial – um fato que deve afetar as estratégias energéticas militares e políticas.

Atualmente, muitos analistas estudam o fenômeno da “Primavera Árabe” e reconhecem que o vínculo comum que permeou as verdadeiras aspirações políticas dos movimentos, tais como a revolução na Tunísia foi, sem dúvida, indignação em vista dos altíssimos preços dos produtos alimentícios. Tudo começou com “os distúrbios do pão” no Egito, devido ao término dos subsídios governamentais dedicados às safras de cereais. Tudo acabou em revolta e golpe de estado.

A população mundial acelera o passo para chegar aos nove bilhões em 2050, o que resulta em outras 140.000 bocas que devem ser alimentadas. O consumo de cereais cresce à razão de 40 milhões de toneladas ao ano.⁸²

Ainda assim, devido aos enormes subsídios que corrompem o mercado, os Estados Unidos hoje produzem mais milho para o etanol do que para o consumo humano ou indústria pecuária.⁸³ Durante décadas, contava com super-abundância de produtos alimentícios empregados para resgatar outras nações em épocas de crise. A Administração do Pres. Lyndon Johnson em 1965 enviou um quinto da colheita de trigo à Índia, durante uma seca devastadora. Com terra inativa agora devorada pela produção de biocombustíveis, uma seca como aquela que destruiu 40 por cento da colheita de cereais na Rússia em 2010 seria catastrófica para a segurança nacional—em particular porque, tanto os alimentos, como o combustível, seriam afetados ao mesmo tempo. O governo norteamericano compreende o impacto negativo de biocombustíveis na produção de safras alimentícias. Um painel de cientistas nomeados pelo antigo *DoE* rejeitou o gasool por esse e outros ótimos motivos em 1980.⁸⁴

Vinte-e-cinco anos após, os políticos subjugaram a ciência com a imposição de decretos, obrigando a mescla do etanol à gasolina, sem falar nos subsídios para o etanol de milho. Se nosso interesse principal for, na verdade, a paz global e a segurança, os fazendeiros norte-americanos devem deixar o combustível de lado e aumentar a produção de alimentos para o mercado crescente de exportações diretas às nações assoladas pela inanição.

Biocombustíveis ou o Ambiente

Apesar das declarações de baixo *GHG* e emissões benéficas associadas aos biocombustíveis, o que ocorre é exatamente o contrário. Os biocombustíveis possuem, aproximadamente, as mesmas emissões de canos de escape e chaminés que os combustíveis convencionais. No entanto, recém e automaticamente foram proclamados “verdes” e “baixa emissão”, através de artifícios simplistas de contabilidade que calculavam que todo seu carbono era reciclado da atmosfera. Em sua maioria ignoraram os poluentes.⁸⁵ Estudos recentes e mais detalhados que consideram os ciclos de vida completos, da produção à combustão (figs. 2 e 3 acima) demonstram agora que os biocombustíveis líquidos cultivados causam maior dano ao ambiente, liberando maior quantidade de CO₂ e outros tipos de gás e poluentes por unidade de energia produzida do que os combustíveis fósseis.⁸⁶

Até mesmo o impacto ambiental geral que advém da adição do etanol à gasolina, como composto oxigenado, resultou negativo—nada faz para melhorar as emissões dos carros manufaturados após 1993, reduzindo a economia em combustível de todos os veículos que o utilizam, aumentando as emissões de certos precursores da mescla fumaça/neblina (*smog*), bem como os riscos ambientais que ocorrem devido a vazamentos, em virtude de sua maior miscibilidade com a água.⁸⁷ O teor mais importante em novos estudos é a computação de alterações em uso do solo, impulsionadas pelo cultivo de biocombustíveis, tais como a queima de florestas para obter terra para safras. Essa prática, super disseminada, ocorre cada vez mais em toda parte, devido a biocombustíveis e libera, na atmosfera, séculos de carbono que havia sido sequestrado na biomassa florestal. Essas “queimadas” desferem duplo golpe, porque também destroem denso e

vivo bioma com seu enorme e perpétuo apetite pelo CO₂. Os cálculos indicam que a conversão de solo virgem em grande escala para a produção de biocombustíveis já liberou e continua a liberar tamanha quantidade de CO₂ na atmosfera que levará séculos para que possamos compensar esse surto com o carbono reciclado pelos biocombustíveis se, de fato, isso ocorrer. A queima contínua de milhões de acres de floresta e turfa para dar lugar à palma de óleo outorgou à Indonésia o terceiro lugar em produção mundial de CO₂. Os Estados Unidos e a China continuam a manter o primeiro e segundo lugares nessa carreira destrutiva.⁸⁸

Água

O último ponto negativo dos biocombustíveis é sua demanda pela água. O impacto hídrico [*water footprint*] tem a ver com a quantidade de água doce consumida ou que resulta inútil para dado consumo. Isso ocorre via evaporação, remoção de porções inacessíveis do ecossistema ou contaminação química, tais como emissões industriais ou vazamento de fertilizante. O uso da água também entra em competição direta com a agricultura dedicada à produção de alimentos. No entanto, é ainda mais urgente e fundamental em si. Enquanto “o pico da produção de petróleo” continua a ser algo que continuará no futuro (a produção global de petróleo e reservas comprovadas alcançaram novos picos em 2011),⁸⁹ “a maior parte do mundo já alcançou seu pico hídrico”. Hoje, um terço de todos os países compõe a lista daqueles “carentes em água”. Duas em cada cinco pessoas não possuem água suficiente para saneamento básico. Quase uma em cinco não possui suficiente água potável.⁹⁰ Muitos cientistas e economistas notam a redução em nível de lençóis freáticos e aquíferos em fase de esgotamento, devido a bombeamento em excesso (inclusive os aquíferos enormes do *Central Valley* e *High Plains* nos Estados Unidos) e predizem que a tendência continuará a expandir, alcançando crise global antes de 2030.⁹¹ A maior parte do Oriente Médio e número cada vez maior de nações, inclusive a China, Japão, Austrália e a Espanha dependem agora da dessalinização da água do mar para grande parte de água doce.⁹²

A fim de colocar essa dependência em perspectiva, considerem o fato de que um portaviões nuclear norteamericano dessaliniza 400.000 galões de água por dia.⁹³ A demanda em dessalinização do mundo atual excede 78 milhões de metros cúbicos por dia, acarretando um crescimento anual de 11 por cento.⁹⁴ Isso equivale à capacidade de dessalinização de 51.500 portaviões e de outros 5.600 construídos a cada ano.

A Arábia Saudita atualmente está disposta a gastar um litro de energia em petróleo, equivalente ao etanol, para dessalinizar 200–300 litros de água.⁹⁵ Como é que esse tipo de sistema econômico se encaixa aos biocombustíveis?

A gasolina convencional possui um impacto hídrico de 2.3–4.4 litros de água por litro de energia equivalente ao etanol (L/L), inclusive água injetada no solo para aumentar o recobro de petróleo e a quantidade de água utilizada em refinarias.⁹⁶ Em contraste, as médias globais de biocombustíveis vão de (1.388 L/L) etanol de beterraba a etanol de milho (2.570 L/L) a *biodiesel* de soja (13.676 L/L) a *biodiesel* de colza (14.201 L/L) a *biodiesel* de pinhão manso (*jatropha curcas*) (19.924 L/L).⁹⁷

A tecnologia de ponta atual para usinas de dessalinização de água salgada vão de 126 a 970 litros de água por litro de energia equivalente ao etanol.⁹⁸ Assim, de acordo com as melhores hipóteses possíveis, a matéria-prima de beterraba não pode produzir etanol suficiente para dessalinizar água necessária para cultivar safras substitutas, e menos ainda para fornecer o etanol restante para combustível. A enorme dependência de biocombustíveis em água significa que, na verdade, não são combustíveis sustentáveis em regiões onde a água esteja sendo esgotada.

Nenhum dos cultivos de biocombustíveis é renovável em água dessalinizada. De acordo com a atualização recém publicada da Ordem Executiva 13603 [*Executive Order 13603*] assinada pelo Presidente, que especifica as responsabilidades contidas na Lei de Produção de Defesa [*Defense Production Act*], o Secretário de Defesa é agora responsável pelo suprimento de água nos Estados Unidos.⁹⁹

A difusão de biocombustíveis pelo *DoD* dá pausa para reflexão. Quando a Arábia Saudita e um terço do mundo estão dispostos a gastar um litro de combustível para conseguir menos de 1.000 litros de água, por quanto tempo conseguirão as outras nações gastar 10.000 litros de água para obter um litro de biocombustível?

Conclusões e Recomendações

Em última instância, os biocombustíveis são limitados pela incidência de luz solar. Caso decidam basear-se exclusivamente em energia solar para cultivar a biomassa, sem adicionar energia de combustível fóssil, o *EROI* seria suficientemente elevado, mas a densidade de potência demasiadamente baixa, mesmo com o máximo desempenho de fotossíntese teórica. Se a produção for estimulada com hidrogênio ou carbono de combustível fóssil, a utilização deste último aumenta, o *EROI* do biocombustível cai vertiginosamente e arrasta consigo o resultado do *EROI* total, a densidade de potência continua sendo baixa demais e a civilização acaba ainda mais faminta pela energia. Para escapar ao dilema é necessário um suprimento de hidrogênio abundante de fonte não-fóssil. No entanto, a única possibilidade é remover o hidrogênio da água por intermédio de eletrólise, via energia nuclear. Se tal excesso de energia nuclear e hidrogênio estivesse disponível, seria utilizado diretamente para força e não para conversão de biomassa ineficiente. Esse é o dilema inescapável dos biocombustíveis.

A conversão de hidrocarbonetos de gás natural a fertilizante à base de amoníaco e depois a carboidratos de biomassa vegetal é uma sequência de transformações que irreversivelmente consome parte da energia disponível em cada passo. Pode-se justificar essa perda de energia se a safra cultivada for destinada à produção de víveres, sendo sua necessidade maior do que a energia utilizada para cultivá-la. No entanto, completar o ciclo, convertendo a biomassa de carboidrato vegetal uma vez mais em hidrocarbonetos para combustível faz de todo o processo uma analogia fútil da máquina de movimento perpétuo. As melhorias em tecnologia podem reduzir a quantidade de energia perdida em cada conversão mas não podem eliminá-la por completo. Qualquer tipo de madeira, capim, turfa, bagaço, carvão, gás natural ou

óleo traria maior benefício à civilização se usado direta e eficientemente como combustível pelo consumidor, cujas necessidades são compatíveis com suas limitações, em lugar de empregar sua energia para a manufatura de biocombustíveis.

Enquanto a preponderância de amoníaco e hidrogênio livre e compostos orgânicos utilizados na agricultura forem derivados de petróleo e gás natural, o cultivo de biocombustíveis desafia qualquer tipo de lógica. Os biocombustíveis nunca custarão menos ou tomarão o lugar de combustíveis fósseis enquanto os combustíveis fósseis forem utilizados como a energia principal empregada em sua produção.

Vamos imaginar um cenário onde as forças armadas dos EUA desenvolvem uma arma que ameaça milhões ao redor do mundo com: falta de alimentos; aquecimento global acelerado; incitação à instabilidade e revolução generalizadas e providenciasse aos nossos rivais e inimigos energia barata, reduzindo a economia norteamericana a permanente estado de recessão.

Que sentido teria e que senso de moral justificaria seu emprego?

Pois, o processo de sua manufatura já está em andamento—é nada mais nada menos do que o programa de biocombustíveis.

Para o bem de nossa estratégia energética nacional e segurança global devemos encarar o fato e rejeitar os biocombustíveis e, ao mesmo tempo, patrocinar uma estratégia energética nacional abrangente, compatível com as leis de Química, Física, Biologia e Economia. Essa estratégia revisada deve reconhecer vários aspectos principais:

Os hidrocarbonetos líquidos são ímpares como combustível para o transporte. Sua utilização para processar a biomassa que resulta em combustível para o transporte será prejudicial ao equilíbrio energético da civilização e deve ser evitada.

- Os combustíveis renováveis devem ser de fato renováveis em todos os seus ingredientes. Os biocombustíveis atualmente sob consideração deixam de satisfazer uma ou mais categorias de impacto hídrico, desgaste de nutrientes do solo, eutroficação, ciclo de vida do *GHG*, poluição atmosférica e equilíbrio energético abrangente.

- Nem mesmo os melhores biocombustíveis líquidos atuais possuem quaisquer possibilidades de simultaneamente alcançar o patamar *EROI* de 6:1 necessário para manter uma civilização moderna salutar e, ao mesmo tempo, conseguir os rendimentos em massa por acre necessários para suplantiar qualquer fração significativa do suprimento de energia nacional. O aumento dos rendimentos com o emprego de combustíveis de petróleo para: fertilizantes à base de amoníaco; matéria prima para pesticidas e herbicidas; combustível para o equipamento agrícola; transporte; energia para a usina de processamento; energia para o processo de destilação; matéria prima para enzimas; e hidrotratamento para o hidrogênio reduzem o *EROI* e cancelam todos os objetivos de energia limpa e verde.
- As diretrizes energéticas governamentais que restringem o desenvolvimento doméstico de fontes de energia e combustíveis de mais alto *EROI* de dada nação—tais como energia hidrelétrica, carvão, gás natural e petróleo—equivalem à obstruções em eficiência termodinâmica, bem-estar econômico e rivalidade internacionais. Por outro lado, as nações que perseguem as diretrizes de *EROIs* mais elevados contarão com maior probabilidade de incrementar suas economias e desfrutarão de todas as vantagens sobre os países limitados à fontes de mais baixo *EROI*.
- O governo norteamericano deve por um fim aos subsídios e diretrizes que prejudicam o mercado e que incentivam fontes de energia de baixo *EROI* acima de fontes de energia de *EROI* elevado.
- O petróleo e o gás natural são fontes primárias de energia verdadeira que impulsionam a agricultura moderna. Para conservar o petróleo como recurso limitado, é melhor utilizá-lo diretamente como combustível. Pode ser que o uso de energia de combustível fóssil para acelerar o crescimento de safras seja justificado, mas seu uso para acelerar o crescimento de cultivos para fins energéticos é um absurdo, pois o resultado é a redução de eficiência geral e maior consumo de petróleo puro. As diretrizes governamentais devem restringir o uso de fertilizantes à base de amoníaco artificial para o cultivo de safras dedicadas ao suprimento alimentar.
- O preço do petróleo, como o de qualquer outra matéria-prima do mercado livre mundial é volátil e sujeito à guerras, política e

conjecturas. No entanto, os biocombustíveis são sujeitos, tanto ao petróleo, como às forças do mercado agrícola e também estão à mercê do clima. O preço dos biocombustíveis comprovaram ser tão voláteis como o preço do petróleo e provavelmente aumentarão no momento em que terminarem os subsídios. Além do mais, é logicamente indefensível a compra de combustível a \$30,00 por galão, quando justaposta às preocupações acerca da volatilidade de preço de combustível a \$3,00 por galão.

- A tecnologia que mais necessita a mesma atenção dedicada ao Projeto Manhattan [*Manhattan Project*] pelos estrategistas especializados em estratégia global e laboratórios científicos nacionais é a produção de água, bem como a agricultura dedicada à alimentação para apoiar os nove bilhões de pessoas que habitarão o planeta em 2050. O governo deve cessar o financiamento para a construção de refinarias de biocombustíveis e em seu lugar oferecer incentivos para o aperfeiçoamento em produção de alimentos e maior eficiência em dessalinização de água.
- O melhor uso do solo e água agrícolas é produzir quantidade suficiente de alimentos e água para os Estados Unidos e reservar o excedente para o resto do mundo. Isso já foi e pode uma vez mais ser a maior contribuição à segurança e estabilidade mundiais.
- A biomassa é um intermediário ineficiente entre a energia solar e o combustível. Uma melhor abordagem seria ultrapassar por completo a criação de biomassa e diretamente sintetizar o combustível líquido de luz solar. O governo deveria deixar de financiar a pesquisa em biocombustível e, em seu lugar, oferecer incentivos fiscais para descobertas em fotossíntese direta de combustível, que é uma linha de pesquisa muito mais digna de nota.¹⁰⁰
- O único uso sensível da biomassa como combustível é colher a biomassa não fertilizada de terreno não cultivado e consumi-la em sua presente condição, por exemplo, lenha para fogo, sem tentativas irracionais para transformá-la em combustível líquido.
- A melhor densidade de potência prevista para qualquer biocombustível já foi obtida com os painéis solares PV atuais. O

governo deve cessar os subsídios de biocombustíveis e em seu lugar recompensar o melhor desempenho de painéis solares *PV*.

- A autorização do uso de combustíveis fósseis de mais alto teor [*EROI*] para produzir biocombustíveis de menor teor [*EROI*] requer o consumo generalizado de maior quantidade de energia para produzir o mesmo rendimento em energia útil. A diretriz norte-americana atual referente a biocombustíveis está acelerando e não reduzindo o uso de combustíveis fósseis e também aumentando o ciclo de vida do dano ecológico e emissões *GHG*, devido a mudança em utilização destrutiva do solo ao redor do mundo, causando efeitos colaterais daninhos que resultam do uso de agro-químicos perigosos. Isso está em exata justaposição à máxima “limpa e verde”. O governo deve demarcar diretrizes que favoreçam e aperfeiçoem o uso de hidrocarbonetos para combustível e carboidratos para alimentos e não confundir ou solapar a eficiência de um ou de outro com sua mescla. Tal diretriz deve incluir a proibição do uso de fertilizantes e agro-químicos derivados de combustível fóssil para as safras de culturas destinadas à energia.
- O CO_2 não é o único *GHG* existente. A agricultura é o líder em produção de óxido nitroso (N_2O) e um dos maiores produtores de metano (CH_4). Combinados, constituem mais de 26 por cento dos efeitos atmosféricos atuais causados por *GHC*.¹⁰¹ O governo deve estabelecer limites e cobrar impostos equitativos referentes a todos os gases estufa, proporcionais ao seu potencial em aquecimento global. Qualquer multa imposta por tonelada, relativa ao CO_2 , deve ser cobrada contra CH_4 a uma razão de 69 vezes sua proporção, e contra o N_2O , a 298 vezes sua proporção para refletir os potenciais relativos de aquecimento global por tonelada.¹⁰²
- O governo federal e as forças armadas norte-americanas devem racional e juridicamente definir *renovável*, *sustentável* e *verde* e fazer cumprir com os padrões empíricos para satisfazer esses critérios baseados em análises rigorosas de ciclos de vida. A seção 526 da Lei de Independência e Segurança Energética [*Section 526 of the Energy Independence and Security Act*] de 2007 especifica que o ciclo de vida das emissões *GHG* de qualquer combustível alternativo ou sintético adquirido pelo governo norte-americano deve ser menor ou

igual a tais emissões de combustível convencional equivalente, proveniente de fontes de petróleo convencionais.¹⁰³ Em vista de pesquisa recente e para satisfazer o interesse em limitação de aquecimento global, o governo deve reexaminar todas as certificações da Lei §526 emitidas até agora para biocombustíveis e mesclas. Todas aquelas que deixam de considerar o ciclo de vida completo do biocombustível, compreendendo mudança do uso de solo para a produção de combustível, bem como combustão, ou que negligenciam emissões de N_2O devem ser invalidadas.

- O ar global, o transporte à grandes distâncias e a agricultura dependem muito em energia de combustível fóssil. É improvável que combustíveis ou fertilizantes superiores sejam descobertos. Quando (se) o mundo esgotar o suprimento de combustíveis fósseis sem fonte alternativa de quantidades maciças de hidrogênio e carbono energéticos, a civilização imediatamente também ficaria sem combustível para o transporte. Uma vez que o cálculo comprova que os combustíveis fósseis estão chegando ao fim, o governo deve assegurar que existe capacidade elétrica excedente em usinas de energia não-fóssil para eletrolisar quantidades suficientes de hidrogênio da água para combustível, transporte e fins agrícolas.

O importante é saber que a estratégia energética nacional é nada menos do que um preparativo para a sobrevivência nacional. Os encarregados dessa estratégia ou que prestam assessoria às autoridades competentes devem ser bem versados em Química, Termodinâmica, Biologia e Economia, para que possam discernir a diferença entre avenidas promissoras de pesquisa e artifícios fraudulentos de movimento perpétuo que desafiam as leis da Física, perdem tempo e esgotam o Tesouro nacional.

O principal é fazer com que os líderes e formuladores de diretrizes caminhem de mãos dadas com a ciência, adaptando as estratégias de segurança e energia, a fim de satisfazer os fatos objetivos. Uma estratégia energética eficaz para o país deve ser bem informada pela História e Ciência e deve explorar, e não desafiar, as leis naturais, a fim de aumentar a interdependência energética e a estabilidade globais.

Notas

1. 10 USC §2924—“Definitions” contém definições de *segurança energética, energia operacional e fontes sustentáveis de energia*, entre outras, de acordo com especificações contidas na Lei de Autorização de Defesa Nacional [*National Defense Authorization Act*] de 2012, http://www.law.cornell.edu/uscode/text/10/2924?quicktabs_8=1#quicktabs-8.

2. “How Much Petroleum Does the United States Import and from Where?” *Energy Information Administration*, 16 July 2012, <http://www.eia.gov/tools/faqs/faq.cfm?id=727&t=6>.

3. Ver James T. Bartis e Lawrence Van Bibber, *Alternative Fuels for Military Applications* (Santa Monica, CA: RAND, 2011), <http://www.rand.org/pubs/monographs/MG969.html>; e Dina Fine Maron, “Biofuels of No Benefit to Military—RAND,” *New York Times*, 25 January 2011.

4. Ver James T. Bartis, *Promoting International Energy Security* (Santa Monica: RAND, 2012), http://www.rand.org/pubs/technical_reports/TR1144z1.html; and National Research Council (NRC), *Renewable Fuel Standard: Potential Economic and Environmental Effects of U.S. Biofuel Policy* (Washington: National Academies Press, 2011).

5. *Bioenergy—Chances and Limits* (Halle, GE: Nationale Akademie der Wissenschaften—Leopoldina, 2012), [http://www.leopoldina.org/en/publications/detailview/?publication\[publication\]=433](http://www.leopoldina.org/en/publications/detailview/?publication[publication]=433).

6. NRC Committee on the Sustainable Development of Algal Biofuels, *Sustainable Development of Algal Biofuels in the United States* (Washington: National Academies Press, 2012).

7. Os organismos que possuem a toma da enzima hidrogenase [*hydrogenase uptake enzyme – HUP+*], tais como a bactéria do solo e da raiz de legumes, conseguem captar e oxidar o H₂ para transformá-lo

em $2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ e diretamente coletar aquela energia. Ver Z. Dong e *Energy Insecurity* e D. B. Layzell, “H₂ Oxidation, O₂ Uptake and CO₂ Fixation in Hydrogen Treated Soils,” *Plant and Soil* 229, no. 1 (2001): 1–12,

<http://www.springerlink.com/content/qp73k5770103075r/abstract/>.

8. Um litro de gasolina contém 116 gramas de hidrogênio e o hidrogênio líquido puro contém 71 gramas/litro.

9. As safras cultivadas reagem com aumento dramático em rendimentos à energia quando supridas de hidrogênio sob a forma de puro gás H₂ ou sob qualquer uma das formas da molécula de amoníaco, inclusive o amoníaco anidroso (NH₃), o íon de amônio (NH₄⁺) e ureia ((NH₂)₂CO). Em cada uma dessas moléculas, os átomos de hidrogênio são também os portadores de energia e são muito maiores em número do que o nitrogênio. Os estudos demonstram que fertilizar com puro gás de hidrogênio (H₂) sem adicionar o nitrogênio aumenta muito a atividade da bateria no solo e a síntese da biomassa. Ver Dong e Layzell, “H₂ Oxidation, O₂ Uptake and CO₂ Fixation in Hydrogen Treated Soils”; e Dong et al., “Hydrogen Fertilization of Soils—Is This a Benefit of Legumes in Rotation?” *Plant, Cell and Environment* 26, no. 11 (November 2003): 1875–79.

<http://doi.wiley.com/10.1046/j.1365-3040.2003.01103.x>. O emprego de fertilizante de amoníaco à safras que possuem grande quantidade de fixadores de nitrogênio, tais como a soja resulta, ainda assim, em ganhos consideráveis. Ver Richard B. Ferguson et al., “Fertilizer Recommendations for Soybean,” University of Nebraska Institute of Agriculture and Natural Resources, August 2006, <http://www.ianrpubs.unl.edu/live/g859/build/g859.pdf>. Para maiores detalhes em como o gás de hidrogênio e compostos de amoníaco servem de nutrientes para plantas e bactéria, ver Susanne Stein et al., “Microbial Activity and Bacterial Composition of H₂-treated Soils with Net CO₂ Fixation,” *Soil Biology and Biochemistry* 37, no. 10 (October 2005): 1938–45; D. C. Ducat et al., “Rewiring Hydrogenase-Dependent Redox Circuits in Cyanobacteria,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108, no. 10 (8 March 2011): 3941–46, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3053959/>; e F. B. Simpson e R. H. Burris, “A Nitrogen Pressure of 50 Atmospheres Does Not Prevent Evolution of Hydrogen by Nitrogenase,” *Science* 224, no.

4653 (8 June 1984): 1095–97,
<http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.6585956>. Uma vez que o amoníaco fica disponível no solo ou nas raízes de plantas, quer seja fixado por bactéria ou pelo homem, reage com a água e o oxigênio e decompondo-se em íons de hidrogênio, gás de hidrogênio e íons de nitrato em processo denominado “nitrificação.” Esses subcomponentes servem de insumo de amálgamas de energia e elementos constituintes que apoiam uma miríade de outras reações e processos de biosíntese. A oxidação parcial do amoníaco produz o óxido nitroso, (GHG) e o gás de hidrogênio: $2\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{H}_2$. A completa decomposição do amoníaco e solução aquosa com o oxigênio produz íon de hidrogênio e de nitrato e completa a nitrificação: $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{NO}_3^- + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}$.

10. O fertilizante de nitrato de sódio, livre de hidrogênio (NaNO_3) resultou em somente 0.046 por cento do emprego de fertilizantes de nitrogênio comercial em 2010. Virtualmente 100 por cento das 20 milhões de toneladas de fertilizante de “nitrogênio” usado anualmente nos Estados Unidos é à base de amoníaco e manufaturado com hidrogênio proveniente de gás natural. Ver “Fertilizer Use and Price,” USDA Economic Research Service, 4 May 2012, <http://www.ers.usda.gov/data-products/fertilizer-use-and-price.aspx>.

11. A bactéria simbiótica rizóbio de raízes obtém o açúcar da planta âncora e utiliza parte daquela energia e hidrogênio para emitir NH_3 e gás H_2 , transmitindo-os à planta e ao solo. A bactéria do solo metaboliza o amoníaco do solo e o H_2 e utiliza essa energia para dissolver os minerais e materiais do solo, tais como a quitina e lignina contida no húmus, transformando-os em carbono reduzido e nutrientes minerais utilizáveis pela planta. Para verificar os vários aspectos do relacionamento da energia entre plantas, bactéria e amoníaco ver P. Mylona, K. Pawlowski e T. Bisseling, “Symbiotic Nitrogen Fixation,” *Plant Cell*, no. 7 (July 1995): 869–85, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC160880/>; Rifat Hayat et al., “Soil Beneficial Bacteria and Their Role in Plant Growth Promotion: a Review,” *Annals of Microbiology* 60, no. 4 (28 August 2010): 579–98, <http://rd.springer.com/article/10.1007/s13213-010-0117-1>; Guido Sanguinetti et al., “MMG: a Probabilistic Tool to Identify

Submodules of Metabolic Pathways,” *Bioinformatics* 24, no. 8 (21 February 2008): 1078–84, <http://bioinformatics.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/bioinformatics/btn066>; and V. N. Matiru, e F. D. Dakora, “Potential Use of Rhizobial Bacteria as Promoters of Plant Growth for Increased Yield in Landraces of African Cereal Crops,” *African Journal of Biotechnology* 3, no. 1 (2004): 1–7, <http://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/14908>.

12. Ernst Worrell et al., *Energy Use and Energy Intensity of the US Chemical Industry*, Lawrence Berkeley National Laboratory, April 2000.

13. A. M. Blackmer et al., “Nitrogen Fertilizer Recommendations for Corn in Iowa,” Iowa Cooperative Extension Service, May 1997, <http://www.extension.iastate.edu/Publications/PM1714.pdf>.

14. Lance Gibson e Garren Benson, “Origin, History and Uses of Corn,” Iowa State University Department of Agronomy, revisado em janeiro de 2002, http://www.agron.iastate.edu/courses/agron212/readings/corn_history.htm.

15. W. M. Stewart et al., “The Contribution of Commercial Fertilizer Nutrients to Food Production,” *Agronomy Journal* 97, no. 1 (2005): 1, <https://www.agronomy.org/publications/aj/abstracts/97/1/0001>.

16. A proporção da *eficiência da acumulação de biomassa* amplamente reconhecida que é a fração da incidência total da energia solar convertida em biomassa, através da fotossíntese, é de 0,1 por cento para a maior parte das plantas terrestres. As plantas utilizam uma fração muito mais alta da energia solar, mas a maior parte destina-se à manutenção, tais como para evaporar a água das folhas, a fim de desempenhar as funções de absorção dos nutrientes do solo, indo, é claro, contra a força da gravidade. Conforme relatos, observou-se eficiência de 4 por cento (nível elevado) sob circunstâncias especiais. Seria possível incrementá-la a 8 por cento com a reestruturação humana e mecânica de enzimas. No entanto, obtém-se a mais alta eficiência durante fluxos de bem baixa luminosidade. A capacidade da

fotossíntese é saturada entre 20 e 50 por cento de máxima irradiação solar. As plantas sofrem dano radioativo sob esses níveis elevados. Ganhos em acúmulo líquido de biomassa continuam sendo inatingíveis. Ver X. G. Zhu, S. P. Long e D. R. Ort, “What Is the Maximum Efficiency with which Photosynthesis Can Convert Solar Energy into Biomass?” *Current Opinion in Biotechnology* 19, no. 2 (April 2008): 153–59, <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958166908000165>; Robert E. Blankenship et al., “Comparing Photosynthetic and Photovoltaic Efficiencies and Recognizing the Potential for Improvement,” *Science* 332, no. 6031 (12 May 2011): 805–9; Harmut Michel, “The Nonsense of Biofuels,” *Angewandte Chemie International Edition* 51, no. 11 (12 March 2012): 2516–18, <http://doi.wiley.com/10.1002/anie.201200218>; and Food and Agriculture Organization of the United Nations, *Renewable Biological Systems for Alternative Sustainable Energy Production*, chap. 1: “Biological Energy Production,” September 2012, <http://www.fao.org/docrep/w7241e/w7241e05.htm#1.2.1>. Para a fotossíntese aquática, ver Kristina Weyer et al., “Theoretical Maximum Algal Oil Production,” *Bioenergy Research* 3, no. 2 (8 October 2009): 204–13, <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s12155-009-9046-x>.

17. O Laboratório Nacional de Energia Renovável [*National Renewable Energy Laboratory – NREL*] relata que a radiação solar através do espectro fornece energia ao deserto desnublado do sudoeste dos Estados Unidos a uma razão de 7.25 kWh/m²-dia = 302 W/m². A uma eficiência de 0,1 por cento de acumulação de biomassa observada, equivale a 0.3 W/m² fornecido à biomassa vegetal, da qual somente uma fração pode ser eventualmente recuperada sob forma de combustível líquido. Ver “Concentrating Solar Resource: Direct Normal,” NREL, February 2009, http://www.nrel.gov/gis/images/map_csp_us_10km_annual_feb2009.jpg.

18. Densidade de potência fotovoltaica solar (PV) AC de 6.0 W/m² é o mundo real, melhor hipótese, valor anualizado para grandes locais de fazendas solares nas latitudes sul dos Estados Unidos. Esse cálculo é baseado em análise empírica de quase cinco anos de desempenho real da usina de energia solar da Base Aérea Nellis (completada em

dezembro de 2007, a um custo de \$100 milhões de dólares com 72,416 painéis em 140 acres, agrupamento de rastreamento de eixo único, com capacidade declarada de 14MWpv.

19. Outras formulações de proporções de equilíbrio de energia incluem: renda energética sobre o investimento energético [*energy return on energy investment – EROEI*]; custo de energia para a produção de energia [*energy cost of energy – ECE*]; proporção de intensidade energética [*energy intensity ratio – EIR*]; e renda energética sobre o investimento [*energy return on investment – ERI*]. *EROI* [retorno energético sobre o investimento] é a terminologia mais comum utilizada em publicações, mas o debate continua acerca de que limites deve-se empregar na fórmula. O que se oferece aqui é a versão mais simples do conceito.

20. S. A. L. M. Kooijman, *Dynamic Energy and Mass Budgets in Biological Systems* (Cambridge UK: Cambridge University Press, 2000).

21. Este ponto de inflexão também é correlacionado a gastos energéticos acima de 10 por cento do PIB. Ver C. W. King, “Energy Intensity Ratios as Net Energy Measures of United States Energy Production and Expenditures,” *Environmental Research Letters* 5, no. 4 (October 2010): 044006.

22. Charles A. S. Hall et al., “What is the Minimum EROI that a Sustainable Society Must Have?” *Energies* 2, no. 1 (January 2009): 25–47.

23. David J. Murphy e C. A. S. Hall, “Year in Review—EROI or Energy Return on (Energy) Invested,” *Annals of the New York Academy of Sciences* 1185, no. 1 (January 2010): 102–18.

24. As contribuições de energia do eixo-X são os dados da U.S. *Energy Information Administration – EIA* para 2010 contidos no “Estimated U.S. Energy Use in 2010: ~98.0 Quads,” Lawrence Livermore National Laboratory, 2011, https://flowcharts.llnl.gov/content/energy/energy_archive/energy_flow_2010/LLNLUSEnergy2010.png. As quantias *EROI* do eixo-Y são representadas em forma de elipses para captar a gama de quantias contidas em diferentes estudos

e para locais distintos. Essas quantias foram extraídas da síntese de estudos publicados, compilados pelo autor, incluindo os seguintes documentos: DoE, “Fact Sheet: Energy Efficiency of Strategic Unconventional Resources,” http://fossil.energy.gov/programs/reserves/npr/Energy_Efficiency_Fact_Sheet.pdf;

“EROI Update: Preliminary Results Using Toe-to-Heel Air Injection,” *Oil Drum*, <http://www.theoil Drum.com/node/5183/486247>; Megan C. Guilford et al., “A New Long Term Assessment of Energy Return on Investment (EROI) for U.S. Oil and Gas Discovery and Production,” *Sustainability* 3, no. 10 (October 2011): 1866–87, <http://www.mdpi.com//2071-1050/3/10/1866/>;

Nate Hagens, “Proper Calculation of Brazilian Sugarcane EROI,” *Oil Drum*, 24 March 2009; C. A. S. Hall, “Wave & Geothermal,” *Oil Drum*, 14 May 2008; Hall, “Why EROI Matters,” *Oil Drum*, 1 April 2008; Hall, “Provisional Results,” *Oil Drum*, 8 April 2008; Hall, “Unconventional Oil: Tar Sands and Shale Oil,” *Oil Drum*, 15 April 2008; Hall, “Nuclear Power,” *Oil Drum*, 22 April 2008; Hall, “Solar, Wind and Hydro,” *Oil Drum*, 29 April 2008; Hall et al., “What Is the Minimum EROI that a Sustainable Society Must Have?”; Hall et al. “Seeking to Understand the Reasons for Different Energy Return on Investment (EROI) Estimates for Biofuels,” *Sustainability* 3, no. 12 (13 December 2011): 2413–32; Hill et al., “Environmental, Economic, and Energetic Costs and Benefits of Biodiesel and Ethanol Biofuels,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103, no. 30 (2006): 11206; King, “Energy Intensity Ratios as Net Energy Measures of United States Energy Production and Expenditures”; King e Hall, “Relating Financial and Energy Return on Investment,” *Sustainability* 3, no. 10 (11 October 2011): 1810–32; David J. Murphy, “The Energy Return on Investment Threshold,” *Oil Drum*, 25 November 2011; Murphy et al., “New Perspectives on the Energy Return on (Energy) Investment (EROI) of Corn Ethanol,” *Environment, Development and Sustainability* 13, no. 1 (11 July 2010): 179–202; Murphy et al., “Order from Chaos: A Preliminary Protocol for Determining the EROI of Fuels,” *Sustainability* 3, no. 10 (17 October 2011): 1888–1907; Tad W. Patzek, “A First-Law Thermodynamic Analysis of the Corn-Ethanol Cycle,” *Natural Resources Research* 15, no. 4 (22 February 2007): 255–70; Bruce Pile, “The Alternative Energy No One Is Thinking About,” *Seeking Alpha*; David Pimentel e Tad Patzek, “Ethanol Production: Energy and Economic

Issues Related to U.S. and Brazilian Sugarcane,” *Natural Resources Research* 16, no. 3 (21 August 2007): 235–42; e Hosein Shapouri et al., “Estimating the Net Energy Balance of Corn Ethanol,” *Agricultural Economic Report* 721 (July 1995).

25. As quantias *EROI* para o etanol de milho na documentação publicada vão de 0,7–1,7:1 com uma quantia média de 1,2:1. Muitos meta-estudos compararam e contrastaram os documentos e abordagens *EROI* múltiplos. Este autor julga que o estudo individual mais completo e oficial é o de Hill et al., “Environmental, Economic, and Energetic Costs and Benefits of Biodiesel and Ethanol Biofuels.” Esse estudo é um dos vários que promulgam uma quantia de 1,25:1 e que chega à conclusão de que qualquer equilíbrio de energia positiva depende inteiramente em outorgar créditos energéticos a produtos derivados. Considerou-se o meta-estudo recente mais completo e oficial (contendo o levantamento das análises individuais múltiplas de ciclos de vida do etanol de milho) o de Murphy et al., “New Perspectives on the Energy Return on (Energy) Investment (*EROI*) of Corn Ethanol.” Esse estudo é, na verdade, menos favorável e encontra um *EROI* neutro de 1:1. Dois estudos financiados pela *USDA* encontraram quantias de 1,24:1 em 1995 e 1,34:1 in 2002. Shapouri et al., “Estimating the Net Energy Balance of Corn Ethanol”; e Shapouri et al., *The Energy Balance of Corn Ethanol: An Update* (Washington: *USDA*, July 2002).

26. Calcula-se o *EROI* de etanol de milho puro, dividindo-se o *EROI* de 1,25:1 do híbrido etanol de milho-petróleo pelo *EROI* de 8:1 de petróleo puro para um rendimento de 0.156:1 ~ 1:6. (analisado mais tarde sob o sub-título “O Custo da Oportunidade”)

27. Tad Patzek, “A Probabilistic Analysis of the Switchgrass Ethanol Cycle,” *Sustainability* 2, no. 10 (30 September 2010): 3158–94, <http://www.mdpi.com/2071-1050/2/10/3158/>.

28. M. R. Schmer et al., “Net Energy of Cellulosic Ethanol from Switchgrass,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105, no. 2 (15 January 2008): 464–69.

29. National Academy of Sciences, *Renewable Fuel Standard*.

30. O setor de etanol celulósico ficou abalado recentemente pela eliminação de *Range Fuels*, o modelo do ávido defensor de biocombustíveis, Vinod Khosla, recebedor da primeira garantia de empréstimo de \$64 milhões de dólares para biocombustíveis da *USDA* em 2010. Esse fracasso foi ainda maior do que o escândalo da fraude e colapso da *Cello* em 2009, que foi o *Solyndra* de etanol celulósico.

31. Randy Schnepf e Brent D. Yacobucci, *Renewable Fuel Standard (RFS): Overview and Issues* (Washington: Congressional Research Service [CRS], 14 October 2010), http://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc31329/m1/1/high_res_d/R40155_2010Oct14.pdf.

32. Ver “2012 RFS2 Data,” Environmental Protection Agency, 19 July 2012, <http://www.epa.gov/otaq/fuels/rfsdata/2012emts.htm>; “Producing Sustainable Fuel Ethanol Today,” Blue Sugars Corporation, <http://bluesugars.com/technology-production.htm>; Meghan Sapp, “Petrobras, KL Energy Extend Cellulosic Ethanol Development Agreement,” *Biofuels Digest*, 26 June 2012, <http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2012/06/26/petrobras-kl-energy-extend-cellulosic-ethanol-development-agreement/>; e *Federal Register* 77 no. 5 (9 January 2012), <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-2012-01-09/html/2011-33451.htm>.

33. Matthew Wald, “Companies Face Fines for Not Using Unavailable Biofuel,” *New York Times*, 9 January 2012.

34. Para *Gevo*, ver Kevin Bullis, “To Survive, Some Biofuels Companies Give Up on Biofuels,” *MIT Technology Review*, 21 December 2011, <http://www.technologyreview.com/energy/39371/>. Para *Amyris*, ver Sophie Vorrath, “Biofuels: Have the Republicans Guttled Green Fuel?” *Renew Economy*, 17 May 2012, <http://reneweconomy.com.au/2012/biofuels-have-the-republicans-guttled-green-fuel-62642>. Para *Cellana*, ver Jim Lane, “Shell Exits Algae as It Commences a ‘Year of Choices,’” *Renewable Energy World*, 31 January 2011, <http://www.renewableenergyworld.com>

/rea/news/article/2011/01/shell-exits-algae-as-it-commences-year-of-choices.

35. Jim Lane, “The October Surprise: BP Cancels Plans for US Cellulosic Ethanol Plant,” *Renewable Energy World*, 26 October 2012, <http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2012/10/the-october-surprise-bp-cancels-plans-for-us-cellulosic-ethanol-plant>. Quando da redação deste artigo, a *ZeaChem Inc.*, fundada em 2002 e recebedora de \$297.5 milhões de dólares em subvenções e garantias de empréstimo do *DoE* e do *USDA* operava sua biorefinaria de 250.000 gal/ano em Oregon como dependências de demonstração, o que significa que o produto não é competitivo no mercado. A *Logen* do Canadá ainda opera suas dependências de etanol celulósico de 1.200 gal/dia em modo de demonstração com um total de produção desde 2004 alcançando uma média de menos de 200 gal/dia. A *KiOR* inicia sua nova biorefinaria de 10 milhões de gal/ano em Mississippi. Os investidores e a *EPA* receberam a promessa de que irá gerar vendas e lucros competitivos de gasolina e *diesel* de madeira. A *INEOS Bio* está em processo de receber autorização para usina de etanol celulósico de 8 milhões de gal/ano na Flórida. As expectativas para esses investimentos maciços de capital já estão em fase de debilitação com o emprego de terminologia tais como planta de “demonstração comercial” ou “demonstração de segunda geração” e as datas de metas para o alcance de lucros estão em constante mudança, projetadas para anos em futuro incerto. Se essas dependências enormes continuarem a ser “usinas de demonstração” significa que, uma vez mais, as promessas não foram cumpridas. Mesmo se de uma ou outra forma alcançarem lucros marginais sob o regime de subsídios de biocombustíveis e ordens para mesclar os produtos e taxas de carbono, ainda assim serão obrigadas a encarar um problema insolúvel de capacidade, devido a densidade de potência insondável.

36. Ver Jim Lane, “Coskata Switches Focus from Biomass to Natural Gas; To Raise \$100M in Natgas-Oriented Private Placement,” *Biofuels Digest*, 20 July 2012, <http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2012/07/20/coskata-switches-from-biomass-to-natural-gas-to-raise-100m-in-natgas>

-oriented-private-placement/; and Kevin Bullis, “Biofuels Companies Drop Biomass and Turn to Natural Gas,” *MIT Technology Review*, 30 October 2012, <http://www.technologyreview.com/news/506561/biofuels-companies-drop-biomass-and-turn-to-natural-gas/>.

37. Alan Shaw, ex-Diretor-Presidente da Codexis, declarou que “os carboidratos não substituem o petróleo. Cometi um erro. Admito. [Eles] jamais substituirão o petróleo porque a dinâmica não funciona. Não se pode tomar carboidratos e convertê-los em hidrocarbonetos de forma econômica. . . É um golpe mortal o fato de que o rendimento máximo é de aproximadamente 30 por cento.” Citado em Bullis, “Biofuels Companies Drop Biomass.”

38. O *Hidrotratamento* é um termo coletivo frequentemente utilizado para uma série de processos necessários para refinar ou aperfeiçoar os biocombustíveis em verdadeiros hidrocarbonetos que são substitutos compatíveis ao *drop-in* para empregos de hidrocarbonetos convencionais. Esses passos incluem: hidrogenização, desoxigenação, *fissuramento*, isomerização, fracionamento, utilizando aditivos, à medida que se tornam necessários para ajustar a densidade energética, cetano, octano, volatilidade, propriedades de fluxo frio e lubricidade. Ver Carlo Muñoz, Jon Van Gerpen e Brian He, *Production of Renewable Diesel Fuel*, National Institute for Advanced Transportation Technology, University of Idaho, June 2012, http://ntl.bts.gov/lib/46000/46200/46277/KLK766_N12-08.pdf.

39. Hill et al., “Environmental, Economic, and Energetic Costs and Benefits of Biodiesel and Ethanol Biofuels.”

40. Registrou-se um *EROI* de 1:1 (300 GJ de insumo vs. 317 GJ de rendimento) quando biomassa de alga seca ao sol era queimada inteira, em fornalha, extraíndo uma quantidade termodinâmica 100 por cento perfeita de *HHV* sem tentar convertê-la em combustível líquido. Ver Andres F. Clarens et al., “Environmental Life Cycle Comparison of Algae to Other Bioenergy Feedstocks,” *Environmental Science & Technology* 44, no. 5 (March 2010): 1813–19. Um estudo que levou em consideração o passo dispendioso da conversão de biomassa-a-combustível líquido chegou à conclusão de que a energia de insumo

requerida, só para a circulação de água nos tanques de cultivo, excedia o rendimento de energia do *biodiesel* por um fator de sete. Ver Cynthia F. Murphy e David T. Allen, “Energy-Water Nexus for Mass Cultivation of Algae,” *Environmental Science & Technology* 45, no. 13 (July 2011): 5861–68.

41. NRC, *Sustainable Development of Algal Biofuels in the United States*.

42. Estequiometria fotossintética para a microalga típica: $99.5 \text{ CO}_2 + 75.5 \text{ H}_2\text{O} + 7.5 \text{ CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{P}_2\text{O}_5 (+ \text{luz solar}) \rightarrow [\text{C}_{107} \text{H}_{181} \text{O}_{45} \text{N}_{15} \text{P}] + 119.75 \text{ O}_2$ [bióxido de carbono + água + ureia + fosfato (+ luz solar) \rightarrow microalga + oxigênio]. Nesse caso, um-sexto do hidrogênio (30 de 181 átomos) na microalga provém da ureia e não de água. A maioria das algas são cultivadas heterotroficamente com certa energia de hidrogênio e carbono providenciada sob a forma de amoníaco ou sacarina. O crescimento autotrófico da alga requer somente CO_2 , água, fosfato, micronutrientes e luz solar, mas seu rendimento é reduzido. Ver E. D. Frank et al., *Life-Cycle Analysis of Algal Lipid Fuels with the GREET Model* (Oak Ridge, TN: DoE, August 2011), http://greet.es.anl.gov/publication-algal_lipid_fuels.

43. Robert Rapier, “Visit and Conversation with Executives at Solazyme,” *Consumer Energy Report*, 23 October 2011, <http://www.consumerenergyreport.com/2011/10/23/visit-and-conversation-with-executives-at-solazyme/>.

44. Frank et al., *Life-Cycle Analysis*. Energia total para produzir uma unidade prática de *biodiesel* de alga de 2,589,441 BTU vs. 219,183 BTU para produzir um unidade prática de *diesel* convencional de baixo teor sulfúrico = proporção de 11.8:1. O custo da energia de combustível fóssil do poço-à-bomba de 548,329 BTU vs. 215,388 BTU produz um rendimento de 2.6:1 de proporção.

45. Murphy et al., “New Perspectives on the Energy Return on (Energy) Investment (EROI) of Corn Ethanol.”

46. O *EROI* de 8:1 do combustível de petróleo foi selecionado como valor conservador para flutuações de 8:1 a 24:1 registradas desde 1920, de acordo com Guilford et al., “New Long Term Assessment.”

47. O termo *barril de energia* é utilizado aqui para representar unidade genérica de energia para propósitos de comparação relativa. O termo é definido de forma mais específica como a energia em um barril de petróleo cru com o valor de 6.1306 GJ = 1.7029 MWh = 5.8106 MBTU. Um barril de petróleo cru possui, virtualmente, o mesmo conteúdo de energia de um barril de *diesel*.

48. A fração de petróleo cru que rende combustíveis comparada à matéria-prima é baseada em “What a Barrel of Crude Oil Makes,” *Texas Oil & Gas Association*, <http://www.txoga.org/articles/308/1/WHAT-A-BARREL-OF-CRUDE-OIL-MAKES>. O CO₂ da fabricação de combustível: 1 bbl x 42 gal/bbl of diesel @ 23.66 lb CO₂/gal para a combustão *diesel* = 944 lb. O CO₂ da combustão de combustível (todos os produtos): 11 bbl de petróleo cru x 42 gal/bbl x 22.99 lb CO₂/gal para a combustão de petróleo cru = 10,621 lb. Total CO₂: 944 lb + 10,621 lb = 11,565 lb (contando todo o carbono na página = a pior hipótese). Insumo H₂O = 9 bbl x 42 gal/bbl x 6.6 gal/gal = 2,495 gal. O impacto da utilização de água para o petróleo cobre todos os processos de extração e refinaria, inclusive injeção de água em poços mais antigos para recuperação secundária. O máximo valor de 6.6 galões de água por galão de gasolina é utilizado para fazer com que o cálculo seja tão conservador quanto possível e baseia-se em May Wu e Yiwen Chiu, *Consumptive Water Use in the Production of Ethanol and Petroleum Gasoline—Atualização de 2011* (2008; Oak Ridge, TN: DoE, July 2011).

49. Ksenia Galouchko, “Ethanol Follows Gasoline Higher after Iran Blocks Base Access,” *Bloomberg*, 22 February 2012, <http://www.bloomberg.com/news/2012-02-22/ethanol-follows-gasoline-higher-after-iran-blocks-base-access.html>.

50. A Fig. 3 demonstra o mesmo rendimento de energia líquida da Fig. 2 (i.e., 8 bbl equivalentes ao *diesel*). Cada barril de insumo de energia equivalente ao *diesel* rende uma paridade energética em 1.625 bbl de etanol mais um lucro energético líquido equivalente a 0.25 bbl de *diesel* no produto *DDGS* derivado. O etanol possui 0.615 vezes a

densidade energética volumétrica do *diesel*. Assim, leva 52 bbl de etanol para igualar a energia em 32 bbl de *diesel*. As quantias de 478 gal/acre de rendimento de etanol e 5 lb/gal de etanol em rendimento de DDGS foram baseadas no levantamento de 2008 de 90 refinarias de etanol de moinho a seco, conforme relato de Steffen Mueller, “News from Corn Ethanol: Energy Use, Co-Products, and Land Use,” apresentação no Simpósio Near-Term Opportunities for Bio-refineries Symposium, Champaign, IL, 11–12 October 2010, [http://bioenergy.illinois.edu/news/biorefinery/pp_mueller .pdf](http://bioenergy.illinois.edu/news/biorefinery/pp_mueller.pdf). Terreno requerido para o campo de milho: $52 \text{ bbl} \times 42 \text{ gal/bbl} = 2.184 \text{ gal} \div 478 \text{ gal/acre} = 4.57 \text{ acre}$. Produto derivado DDGS: $5 \text{ lb/gal} \times 2.184 \text{ gal} = 10.920 \text{ lb CO}_2$ da produção de combustível: $32 \text{ bbl} \times 42 \text{ gal/bbl} \times 23.66 \text{ lb CO}_2/\text{gal diesel} = 31.799 \text{ lb}$. Não se cobra CO_2 para o consumo de etanol ou DDGS. Cálculos conservadores de equivalente a CO_2 : Emissões N_2O (CO_2e) para os fertilizantes de milho = 2 por cento de $150 \text{ lb/acre NH}_3 \times 4.6 \text{ acre} = 13.8 \text{ lb NH}_3 \times 82.35 \text{ por cento da fração de massa N de NH}_3 = 11.36 \text{ lb N} \div 63.64 \text{ por cento de fração de massa de N}_2\text{O} = 17.86 \text{ lb N}_2\text{O} \times 298 \text{ multiplicador para a equivalência de aquecimento potencial para o CO}_2 = 5.321 \text{ lb CO}_2\text{e}$. Total de emissões CO_2 : $31.799 \text{ lb CO}_2 + 5.321 \text{ lb CO}_2\text{e} = 37.120 \text{ lb CO}_2\text{e}$. H_2O para o etanol: $52 \text{ bbl} \times 42 \text{ gal/bbl} \times 1.220 \text{ gal/gal} = 2.66\text{M gal}$. (impacto médio da utilização da água nos EUA para o etanol de milho é 1.220 gal/gal , de acordo com Winnie Gerbens-Leenes et al., “The Water Footprint of Bioenergy,” *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106, no. 25 [3 June 2009]: 10219–23, <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0812619106>). H_2O para o *diesel*: $32 \text{ bbl} \times 42 \text{ gal/bbl} \times 6.6 \text{ gal/gal} = 8.870 \text{ gal}$. Total $\text{H}_2\text{O} = 2.66\text{M} + .009\text{M} = 2.67\text{M gal}$ (o impacto da utilização da água para a gasolina é de 6.6 gal/gal , de acordo com Wu e Yiwen, *Consumptive Water Use*).

51. Hall et al., “Seeking to Understand the Reasons for Different Energy Return on Investment (EROI) Estimates for Biofuels.”

52. *Annual Energy Review 2011* (Washington: Energy Information Agency, September 2012), <http://www.eia.gov/totalenergy/data/annual/pdf/aer.pdf>.

53. E. C. Sherrard e F. W. Kressman, “Review of Processes in the United States Prior to World War II,” *Industrial & Engineering Chemistry*

37, no. 1 (January 1945): 5–8, <http://pubs.acs.org/toc/iechad/37/1>.

54. O ponto de partida para toda fonte de energia primária ou combustível em potencial é demonstrar a habilidade de iniciar operações em escala e produtividade energética sem assistência extraordinária e possuir um *EROI* acima de 6:1. Para competir comercialmente deve ser equivalente à, ou exceder a média nacional atual (aproximadamente 12:1 para os Estados Unidos). Um combustível para o Século XXI, de verdade, deve produzir suficiente energia lucrativa para estabelecer sua própria infraestrutura de produção e distribuição, como o carvão e o petróleo o fizeram nos dois séculos antecedentes. Tal ponto rapidamente revela que a qualidade da energia calculada em *EROI*, densidade energética, densidade de potência e capacidade de entrega (i.e., passível de controle no local de entrega da energia, bem como horário de entrega e preço) são tão importantes como o rendimento total de energia. Até alcançarmos esse nível de desempenho, o recurso energético é um experimento em pesquisa e desenvolvimento que não pode sobreviver sem subsídios. Por outro lado, todo possível combustível que recebe subsídio líquido não é, por definição, uma fonte de energia.

55. Para firme correlação entre o *EROI* e o preço, ver C. W. King e C. A. S. Hall, “Relating Financial and Energy Return on Investment,” *Sustainability* 3, no. 10 (October 2011): 1810–32; e Murphy et al., “New Perspectives on the Energy Return on (Energy) Investment (*EROI*) of Corn Ethanol.”

56. Uma fonte alternativa de hidrogênio é a eletrólise da água. Isso só pode ser feito com novas fontes maciças de energia elétrica. Se tal força estivesse disponível, empregariamos o hidrogênio resultante diretamente como combustível e não nos preocupariamos com o processo menos eficiente de cultivar biomassa para conversão em biocombustíveis.

57. *Energy for the Warfighter: Operational Energy Strategy* (Washington: DoD, May 2011), http://energy.defense.gov/Operational_Energy_Strategy.pdf.

58. David Miller, “Biofuels Conference: Secretary of the Navy Says Military Can Lead the Way in Alternative Energy,” *Dispatch* (Starkville, MS), 7 October 2011,

<http://www.cdispatch.com/news/article.asp?aid=13418>.

59. Os \$26.75 por galão para o biocombustível de Dynamic Fuels x 42 gal/bbl = \$1.123.50 por barril. O preço mais elevado foi de \$4.454.55 dólares por galão = \$187.089.00 por barril. Ver fig. 5 para maiores detalhes.

60. Os dados de quantidade e preços foram obtidos de *sites* governamentais oficiais em 2012 e tabulados por número de contrato na fig. 4. As fontes incluem a página do “Federal Procurement Data System—Next Generation” da General Services Administration, https://www.fpds.gov/fpdsng_cms/; página da FedBizOpps, <https://www.fbo.gov/>; “Bulk Petroleum Contract Awards,” Defense Logistics Agency: Energy, http://www.energy.dla.mil/bulk_petroleum/Pages/Contract_Awards.aspx; and Defense Logistics Agency: Energy, *Fact Book: Fiscal Year 2011*, http://www.energy.dla.mil/energy_enterprise/Documents/Factpercent20Bookpercent20FY2011percent20Rev.pdf.

61. Ray Mabus, Steven Chu e Thomas J. Vilsack, “Memorandum of Understanding between the Department of the Navy and the Department of Energy and the Department of Agriculture,” June 2011, <http://www.rurdev.usda.gov/SupportDocuments/DPASignedMOUEnergyNavyUSDA.pdf>

62. Neelesh Nerurkar, *US Oil Imports: Context and Considerations* (Washington: CRS, April 2011).

63. Ver “Direct Federal Financial Interventions and Subsidies in Energy in Fiscal Year 2010,” Energy Information Agency, July 2011, <http://www.eia.gov/analysis/requests/subsidy/>; e *Annual Energy Review 2011*. As quantias de subsidio na tabela ES2 da primeira referência foram divididas pelos dados de 2010 da produção energética norteamericana para as respectivas formas de energia na segunda referência.

64. DoE, “Energy.gov/List of Awardees,” December 2011, <http://energy.gov/sites/prod/files/recoveryactfunding.xls>.

65. “AAA’s Daily Fuel Gauge Report,” American Automobile Association, 19 July 2012, <http://fuelgaugereport.opisnet.com/index.asp>.

66. Um galão de etanol contém somente dois-terços da energia de um galão de gasolina; se o preço for estabelecido de acordo com a paridade energética, seria dois-terços do preço. O preço médio da gasolina a varejo em 2010 (menos 18.4 cent/gal devido a impostos especiais ao consumidor) = $\$2.58/\text{gal} \times 2/3 = \$1.72/\text{gal}$ (seria o preço do etanol). O preço a varejo médio de 2010 (E85) = $\$2.40/\text{gal}$ (o que o etanol a varejo custou na verdade, de acordo com com aproximação rigorosa de custo). Quanto foi que os consumidores pagaram em excesso na bomba = $\$2.40/\text{gal} - \$1.72/\text{gal} = \$0.68/\text{gal} \times 12$ bilhões de galões mesclados em 2010 = $\$8.1$ bilhões. Para os preços e créditos tributários, ver tabela 17-1 e notas de rodapé do *Budget of the U.S. Government: Analytical Perspective Fiscal Year 2012*, Office of Management and Budget, (Washington: OMB, 2011); e tabela A12 of “Annual Energy Outlook 2012,” Energy Information Agency, June 2012, [http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383\(2012\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/aeo/pdf/0383(2012).pdf).

67. Steve Hargreaves, “Gasoline: The New Big U.S. Export,” *CNN Money*, 5 December 2011, http://money.cnn.com/2011/12/05/news/economy/gasoline_export/index.htm.

68. Os dados do imposto de 2009 foram apresentados pela EIA como se fossem os mais recentes disponíveis. Foi um ano de rendas para os Serviços de Imposto de Renda [*Internal Revenue Service-IRS*] em particular péssimo re. impostos recebidos de empresas petrolíferas, devido ao colapso econômico; os dados de 2010 com toda a probabilidade serão bem maiores. As empresas petrolíferas pagaram $\$13.7$ bilhões em impostos empresariais. Os consumidores pagaram $\$42.4$ bilhões em impostos especiais de consumo, para um total de $\$56.1$ bilhões em rendas para o governo federal, de acordo com “EIA Financial Reporting System Survey, Form EIA-28 Schedule 5112,

Analysis of Income Taxes,” *Energy Information Agency*, 2009, <ftp://ftp.eia.doe.gov/pub/energy.overview/frs/s5112.xls>. Quando dividimos \$56.1 bilhões de dólares pelos 6.23 bilhões de barris de petróleo e gasolina produzidos domesticamente em 2010 obtemos \$9.01 por barril. Os impostos federais especiais pagos pelos consumidores na bomba foram de 18.4 centavos por galão de gasolina e 24.4 centavos por galão de *diesel*.

69. “Market Cap Stock Rankings for Major Integrated Oil & Gas Industry,” *YCharts*, 7 January 2013, http://ycharts.com/rankings/industries/Major%20Integrated%20Oil%20&%20Gas/market_cap.

70. Ver nota 18 para a derivação de densidade de potência solar. A densidade de potência eólica de 1.13 W/m² baseada em dados *NREL* recentes registraram um pico de 2.9 W/m² e 39 por cento de fator de capacidade média calculada através de instalações norte-americanas em 2000–2009 com declaração de capacidade de >20MW. Ver Paul Denholm et al., *Land-Use Requirements of Modern Wind Power Plants in the United States*, *NREL*, August 2009, www.nrel.gov/docs/fy09osti/45834.pdf. A densidade de potência do etanol de milho de 0.315 W/m² baseada em 500 gal/acre-ano, @ 76,321 BTU/gal LHV. A densidade de potência do *biodiesel* de soja de 0.069 W/m² baseada em 70 gal/acre-ano @ 119,545 BTU/gal LHV. A média de petróleo cru nos Estados Unidos (poço) em 2011 produziu 10.6 bbl/day @ 129,667 BTU/gal em terreno de 2 acres, o que equivale a ~90 W/m². Ver *Annual Energy Review 2011*.

71. Patzek, “Probabilistic Analysis of the Switchgrass Ethanol Cycle.”

72. John Jeavons, *How to Grow More Vegetables: And Fruits, Nuts, Berries, Grains and Other Crops Than You Ever Thought Possible on Less Land Than You Can Imagine*, 6th ed. (Berkeley, CA: Ten Speed Press, 2004).

73. A pesquisa do *NREL* do *DoE* calculou a melhor hipótese para os rendimentos de alga de pura energia solar sem combustível fóssil ou incremento de energia sucoenergética a 6.500 gal/acre-yr *biodiesel* =

17.8 gal/acre-dia = 6.42 W/m² LHV. A *Sapphire Energy* calcula que alcançará 14 gal/acre-dia de *biodiesel* de alga em 300 acres em 2014. Ver “In Race to Algae Fuel, Sapphire Scores Point for Open Ponds,” *Sapphire Energy*, 6 September 2012, <http://www.sapphireenergy.com/news-article/1135734-in-race-to-algae-fuel-sapphire>. *Algenol*, utilizando cianobactérias de alga animal em lugar de alga de plantas micrófitas, produzindo etanol e não lípidos, recentemente anunciou que havia alcançado 21.9 gal/acre-dia de etanol. Isso equivale a 5.6 W/m² e ainda assim abaixo da PV solar atual. Ver Paul Woods, “About Algenol,” *Algenol Biofuels*, 27 September 2012, <http://www.algenolbiofuels.com/>.

74. Ver Robert Perlack et al., *Biomass as Feedstock for a Bioenergy and Bioproducts Industry: The Technical Feasibility of a Billion-Ton Annual Supply* (Oak Ridge, TN: DoE, 2005), <http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA436753>; and Perlack and B. J. Stokes (leads), *U.S. Billion-Ton Update: Biomass Supply for a Bioenergy and Bioproducts Industry* (Oak Ridge: DoE, 2011), http://www1.eere.energy.gov/biomass/pdfs/billion_ton_update.pdf.

75. Blue Sugars Corporation, <http://bluesugars.com/index.htm>.

76. Klaus Deininger et al., *Rising Global Interest in Farmland* (Washington: World Bank, 2011).

77. Raphael Slade et al., *Energy from Biomass: The Size of the Global Resource* (London: UK Energy Research Centre, 2011).

78. 41. Govinda Timilsina et al., *The Impacts of Biofuel Targets on Land-Use Change and Food Supply*, Iowa State University working paper, December 2010, <http://www.econ.iastate.edu/sites/default/files/publications/papers/p12206-2010-12-15.pdf>.

79. 42. *The State of Food Insecurity in the World* (Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011), <http://www.fao.org/docrep/014/i2330e/i2330e.pdf>

80. Timilsina et al., *Biofuels*.

81. *Price Volatility in Food and Agricultural Markets: Policy Responses* (Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2011).

82. Lester R. Brown, “New Geopolitics of Food.” *Foreign Policy*, May 2011, http://www.foreignpolicy.com/articles/2011/04/25/the_new_geopolitics_of_food.

83. Melissa C. Lott, “The U.S. Now Uses More Corn for Fuel than for Feed,” *Scientific American*, 7 October 2011, <http://blogs.scientificamerican.com/plugged-in/2011/10/07/the-u-s-now-uses-more-corn-for-fuel-than-for-feed/>.

84. David Pimentel et al., “Report of the Gasohol Study Group,” Energy Research Advisory Board, 29 April 1980.

85. Simon Eggleston et al., eds., *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, 5 vols. (Hayama, Japan: Institute for Global Environmental Strategies, 2006); e Timothy Searchinger et al., “Fixing a Critical Climate Accounting Error,” *Science* 326, no. 5952 (23 October 2009): 527–28. <http://www.sciencemag.org/content/326/5952/527>.

86. Para exemplos de resultados de estudos recentes de que os biocombustíveis aumentarão o *GHG* e emissões que danificam o ambiente, ver William K. Jaeger e Thorsten M. Egelkraut, “Biofuel Economics in a Setting of Multiple Objectives and Unintended Consequences,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15, no. 9 (December 2011): 4320–33, <http://www.deepdyve.com/lp/elsevier/biofuel-economics-in-a-setting-of-multiple-objectives-and-unintended-8FJ7IumYTW>; Yi Yang et al., “Replacing Gasoline with Corn Ethanol Results in Significant Environmental Problem-Shifting,” *Environmental Science & Technology* 46, no. 7 (5 March 2012): 3671–78, <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es203641p>; Keith Smith e Timothy Searchinger, “Crop-based Biofuels and Associated

Environmental Concerns,” *GCB Bioenergy*, 7 June 2012; Thomas Walker et al., *Biomass Sustainability and Carbon Policy Study* (Brunswick, ME: Manomet Center for Conservation Sciences, June 2010), http://www.manomet.org/sites/manomet.org/files/Manomet_Biomass_Report_Full_LoRez.pdf; Jörn Scharlemann e William Laurance, "How Green Are Biofuels?" *Science* 319, no. 5859 (4 January 2008): 43–44; DoE, “Ethanol Benefits and Considerations,” *Alternative Fuels Data Center*, 28 January 2011, http://www.afdc.energy.gov/fuels/ethanol_benefits.html; and Hill et al., “Environmental, Economic, and Energetic Costs and Benefits of Biodiesel and Ethanol Biofuels.”

87. Para os efeitos negativos do etanol em qualidade do ar, quando utilizado como aditivo à gasolina, ver artigo e referências em apoio em “Clearing the Air: Using Scientific Information to Regulate Reformulated Fuels, de Pamela Franklin et al.,” *Environmental Science & Technology* 34, no. 18 (4 August 2000): 3857–63, <http://dx.doi.org/10.1021/es0010103>. Para o perigo cada vez maior ao ambiente devido a vazamento de combustíveis com mescla de etanol, ver American Institute of Physics, “Mixing Processes Could Increase the Impact of Biofuel Spills on Aquatic Environments,” *Phys.Org*, 16 November 2012, <http://phys.org/news/2012-11-impact-biofuel-aquatic-environments.html>.

88. Jonathan Lewis, *Leaping before They Looked: Lessons from Europe’s Experience with the 2003 Biofuels Directive* (Boston: Clean Air Task Force, October 2007).

89. Novos recordes registrados em 2011 de 1.65 trilhões de barris de reservas comprovadas (aumento anual de 1.9 por cento) e 83.56 milhões de bbl/dia de produção (aumento anual de 1.3 por cento). As reservas crescem mais rápido do que o consumo, desde 1980. Ver *BP Statistical Review of World Energy June 2012*, British Petroleum, http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2011/STAGIN_G/local_assets/pdf/statistical_review_of_world_energy_full_report_2012.pdf.

90. Thomas Homer-Dixon, *The Upside of Down: Catastrophe, Creativity and the Renewal of Civilization* (London: Island Press, 2006).
91. Tom Gleeson et al., “Water Balance of Global Aquifers Revealed by Groundwater Footprint,” *Nature* 488, no. 7410 (9 August 2012): 197–200, http://www.engr.scu.edu/~emaurer/classes/ceng139_groundwater/handouts/gleeson_groundwater_footprint_nature_2012.pdf
92. Ver Lisa Henthorne, “The Current State of Desalination,” November 2009; e “Water and Oil and Gas,” *Desalination* 48, no. 39 (8 October 2012), <http://www.desalination.com/wdr/48/39/and-oil-and-gas>.
93. Tim Padgett, “The Postquake Water Crisis: Getting Seawater to the Haitians,” *Time*, 18 January 2010, http://www.time.com/time/specials/packages/article/0,28804,1953379_1953494_1954584,00.html.
94. “Desalination Industry Enjoys Growth Spurt as Water Scarcity Starts to Bite,” *AMEinfo*, 30 September 2012, <http://www.ameinfo.com/desalination-industry-enjoys-growth-spurt-water-313351>.
95. Al Shoaiba e dois-terços das usinas de dessalinização da Arábia Saudita possuem tecnologia de processo de destilação relâmpago multiestágio, requerendo cerca de 186 MJ de insumo energético por metro cúbico de água doce. Ver Neil M. Wade, “Distillation Plant Development and Cost Update,” *Desalination* 136, no. 1–3 (1 May 2001): 3–12, <http://www.desline.com/articoli/4051.pdf>.
96. Wu e Chiu, *Consumptive Water Use in the Production of Ethanol and Petroleum Gasoline*. Quantias ajustadas por multiplicador de dois-terços para corrigir a densidade mais baixa de etanol vs. gasolina.
97. Gerbens-Leenes et al., “Water Footprint of Bioenergy.”

98. Wade, “Distillation Plant Development and Cost Update.”

99. Barrack Obama, *Executive Order 13603—National Defense Resources Preparedness*, 16 March 2012, <http://www.whitehouse.gov/the-press-office/2012/03/16/executive-order-national-defense-resources-preparedness>.

100. Para dois exemplos de pesquisa em curso para provocar a fotossíntese do combustível com a reciclagem direta do CO₂ e H₂O sem a produção de biomassa, ver Bill Scanlon, “Sun Shines on Old Idea to Make Hydrogen,” *Renewable Energy World*, 5 November 2012; e “Sunshine to Petrol,” Sandia National Labs, 9 November 2012, http://energy.sandia.gov/?page_id=776.

101. T. J. Blasing, “Recent Greenhouse Gas Concentrations,” Carbon Dioxide Information Analysis Center, February 2012, http://cdiac.ornl.gov/pns/current_ghg.html

102. N₂O e CO₂ possuem a mesma massa molecular de 44 Dalton, e seu impacto no aquecimento global, por tonelada, está em proporção direta de potenciais de aquecimento global de suas moléculas (i.e., 298:1). CH₄ possui massa molecular de 16 Dalton e assim existem 44/16 mais moléculas por tonelada, cada uma com um potencial de 25:1 de aumento em aquecimento global, para um aumento em potencial de aquecimento total, por tonelada, de 69:1.

103. O Parágrafo 526A da Lei de Segurança e Independência Energética [*Energy Independence and Security Act*] de 2007 declara: Nenhuma agência federal deve celebrar contrato para a aquisição de combustível sintético ou alternativo, inclusive combustível produzido de fontes de petróleo não convencionais, para qualquer uso relacionado à mobilidade, fora de pesquisa ou provas, a menos que tal contrato especifique que o ciclo de vida das emissões de gases de efeito estufa associados à produção e combustão do combustível suprido sob o mesmo deve, de forma contínua, ser menor do que, ou igual a, às emissões de combustível convencional produzido via fontes convencionais de petróleo. . .

Não mais tardar, a partir de 1 de outubro de 2015, toda agência federal deve reduzir seu consumo anual de petróleo a ≥ 20 por cento e aumentar seu consumo de combustível alternativo a 10 por cento. O Ano Fiscal Base é 2005.

Insegurança Energética

Os Leitores Openam

O Gabinete de Tecnologia Bioenergética do Departamento de Energia [Department of Energy Bioenergy Technologies Office] Comenta

Comentários Gerais

Embora o autor tenha feito uma leitura extensa da literatura disponível em biocombustíveis, seu estudo não analisa as questões críticas de sistemas energéticos, tampouco os sistemas de petróleo e de biocombustíveis. Não passa de um sumário da literatura existente. Além do mais, o sumário limita-se aos pontos de vista e resultados negativos. Também existe literatura importante, talvez mais ainda, com análises conclusivas e resultados objetivos acerca do tema, que foram omitidas ou ignoradas pelo autor. Esse também emprega o Retorno Energético sobre o Investimento [*Energy Return on Investment – EROI*] como indicador principal, a fim de defender um sistema energético para fins de investimento. Se as opções referentes à energia são feitas de forma simplística, baseadas em *EROI*, a sociedade eliminaria os sistemas de geração de força (eletricidade), uma vez que essa causa perdas significativas de energia (por exemplo, usinas elétricas ativadas com carvão perdem dois-terços do insumo).

Embora o autor apresentasse a definição de *EROI* em uma fórmula, deixou de especificar que tipos de energia deve-se incluir em cálculos de *EROI*. Além do mais, deixou de calcular, ele mesmo, o *EROI* para sistemas energéticos principais que defende e opõe. Em seu lugar, citou as quantias de várias publicações sem notar ou ignorar que os alcances e limites de sistemas nos vários estudos que citou podiam ser bem diferentes. Por exemplo, as quantias de *EROI* de 8:1 citadas para os combustíveis de petróleo não incluem a energia de petróleo contida na gasolina ou *diesel*. No entanto, algumas das quantias que mencionou para os sistemas de biocombustíveis parecem incluir energia renovável contida em biocombustíveis. Essa grande inconsistência em seu artigo resultou em conclusões inválidas baseadas nas quantias de *EROI* citadas. O problema foi claramente demonstrado na Figura 1 com

resultados contra-intuitivos para alguns dos sistemas energéticos contidos na mesma.

O autor confundiu os preços atuais de aquisição de certos combustíveis para provas de frota com os objetivos a longo prazo da Pesquisa e Desenvolvimento governamental em biocombustíveis. Os preços de aquisição atuais refletem a produção atual em escala bastante restrita e limitado avanço tecnológico. Os investimentos governamentais em P&D têm o intuito de superar barreiras tecnológicas principais para que, a longo prazo, os biocombustíveis possam vir a ser opções energéticas vitais para a nação. Se empregarmos o *status quo* para decidir o que a sociedade deve ou não fazer, muitas inovações tecnológicas e avanços não teriam ocorrido.

O autor não alcançou o nível de compreensão de resultados quantitativos e conclusões de muitos dos documentos citados em seu artigo. Essa interpretação errônea, que permeia todo o artigo, resultou em conclusões inválidas. Por exemplo, citou o uso total de energia que inclui a energia da biomassa para os sistemas de combustíveis à base de alga de Frank et al. Pode ser que a alga seja ineficiente para converter a energia renovável da luz solar em combustíveis líquidos, mas a terra não é limitada à energia solar. Por outro lado, o globo possui uma quantidade finita de recursos petrolíferos. O autor deixa de se dirigir às questões de esgotamento do recurso, quando compara os sistemas de energia petrolífera e os biocombustíveis.

Também menciona o “dispositivo de movimento perpétuo” a fim de caracterizar os sistemas de biocombustíveis. Esses na realidade funcionam, comparados àquela caracterização errônea, porque o autor deixou de levar em consideração a energia solar contida nos sistemas de biocombustíveis. Isso é, os sistemas de energia de biocombustíveis são projetados para converter a energia solar de baixa qualidade, e de certo modo ilimitada, em energia de combustível líquido.

Alguns dos estudos citados já foram ultrapassados. Muitas citações provêm da *Internet*, o que periódicos formais não permitem.

Comentários Específicos

p. 115, Par. 2 – Baseado na definição de segurança energética do Congresso aqui citada, os preços não foram incluídos na definição, mas o autor inseriu-os em sua interpretação.

p. 123 – A baixa densidade energética do biocombustível relativa ao *diesel* de petróleo é uma questão de propriedade do combustível, não uma questão de segurança energética. Senão, pode-se alegar que o hidrogênio e o gás natural, entre muitos outros combustíveis, gerariam severas questões relativas à segurança energética.

p. 123 – Parece que o autor estava confundido, assumindo que o *biodiesel* seria hidrotratado para produzir *diesel* renovável. Na prática, os óleos graxos vegetais e animais, dentre outros tipos de matéria prima, são hidrotratados para produzir *diesel* renovável, sem passar pela produção de *biodiesel*.

p. 125 – Última linha. A declaração “*o ciclo de vida do etanol de milho consome uma quantidade 3,5 maior de combustível fóssil, mais do que triplica as emissões GHG*” é com a exclusão de emissões GHG da combustão de combustível de petróleo.

p. 134–36 – A parte de problemas hídricos dos biocombustíveis. *O autor propõe uma teoria de “pico de água” paralela ao “pico de óleo”*. Isso não é correto, porque o óleo do petróleo é extraído de reserva existente e não é renovável; assim, poderia haver um pico. A água, como vista em rios ou lençóis freáticos faz parte do ciclo hidrológico global, no qual existe o insumo de água de chuva e de neve derretida, consumida sob a forma de evaporação-transpiração pelas plantas ou evaporação de lagos, mares, rios e atividades humanas, voltando então à atmosfera. Nesse ciclo hidrológico, perde-se somente pequena fração de água quando incorporada em forma sólida. Por exemplo, a água pode ficar alojada em areias petrolíferas em grande bacia de retenção de campo petrolífero. Calcula-se que a separação da água, na bacia, das areias petrolíferas, em suspensão, levará 100 anos.

O consumo de água e o impacto hídrico. O autor parece confundir dois conceitos básicos: consumo de água e impacto hídrico. De forma seletiva comparou os resultados de um com o outro. O consumo de água refere-se à água consumida através de atividade de produção em particular/processo ou estágio em ciclo de vida de produto (frequentemente a recurso hídrico específico) enquanto que o impacto hídrico é a água consumida através do ciclo de vida de produto (em geral para todos os recursos hídricos). Os dois possuem um limite de sistema,

metodologia e recurso-alvo distintos com diferentes significados. Assim, os resultados de consumo de água não podem ser comparados com os resultados do impacto hídrico. Em uma tentativa de comparar o consumo de água entre os vários combustíveis, o autor cita o impacto hídrico de gasolina de petróleo (ref. 96) e o impacto hídrico de biocombustíveis (ref. 97). É importante notar que a referência ⁹⁶ não é impacto hídrico mas estudo de consumo de água que se enfoca em dois estágios principais da produção de combustíveis – extração / crescimento do recurso e processamento/produção do combustível – tanto para a gasolina como para os biocombustíveis (de milho e celulósicos) e estimativa de consumo de água de superfície e de lençóis freáticos. A Nota 97 é um estudo de impacto hídrico que se enfoca em água verde (água de chuva), água azul (superfície e lençóis freáticos) e água cinzenta – que equivale ao volume de água que se requer para diluir certa quantidade de resíduos de fertilizante em rios, não fisicamente baseada em consumo – para o ciclo de vida do combustível. Uma comparação entre os dois grupos de dados é inconsistente e sem sentido. De fato, os dados comparativos de consumo de água azul requeridos para a gasolina de petróleo e biocombustíveis obtidos com a mesma metodologia estão disponíveis na Nota 96: consumo de água para gasolina: 2.2-4.4 L/L equivalente ao BTU de etanol (convencional EUA), 11-160 L/L etanol (milho), e 1.9-4.6 L/L biocombustível (celulósico). Infelizmente, o autor optou em não empregar os grupos de dados derivados da mesma metodologia para comparação.

A dessalinização da água do mar e argumentos. O autor declarou que a produção atual do biocombustível não providencia combustível suficiente para operar uma usina de dessalinização. Em primeiro lugar, o processo de dessalinização usa eletricidade como fonte de energia, não etanol. Em segundo, as usinas atuais produzem água de irrigação para a produção de víveres para consumo humano, não para biocombustíveis. Vamos supor que a safra de biocombustíveis seja irrigada com água dessalinizada – que é o consumo ou uso de água azul na metodologia de impacto hídrico. A água produzida pela usina, 126-970 L/L insumo de energia equivalente ao etanol, satisfaria o requisito de água de irrigação e processo para biocombustíveis produzidos nos E.U.A. Baseado na seção acima (3) (ref. 96), 11-160 L de água azul seriam necessários para produzir um litro de etanol – para o etanol de milho produzido em regiões responsáveis pelos 90% de etanol nos E.U.A. Após o consumo de água para o processo e a irrigação, ainda restam 115-810 L de água

dessalinizada por L de etanol produzido. Assim, no Centro-Oeste norteamericano, sob condições atuais, e de acordo com o caso básico, o etanol de milho consegue, não só providenciar combustível suficiente para operar a usina de dessalinização, a fim de produzir água para irrigar a safra, mas também contribuir à sobra de combustível para operar os veículos, o que está completamente contrário à conclusão do autor. O motivo principal pela diferença é que o autor incluiu os resultados da metodologia de impacto hídrico, além do consumo de água para a irrigação e o processo, chuva e água cinzenta (água para diluir o resíduo de fertilizante químico). Note que a água doce dessalinizada satisfaz as demandas de água de irrigação, mas não substituiria a água de chuva, que contribui quantidade significativa ao impacto hídrico.

Zia Haq, *PhD*

Analista Chefe/Coordenador *DPA*

Gabinete de Tecnologia Bioenergética do Departamento de Energia

[Department of Energy Bioenergy Technologies Office]

Departamento de Defesa

O artigo acima, destaca opiniões interessantes referentes aos obstáculos encarados pelo Departamento de Defesa *[Department of Defense – DoD]* em utilização da inovação energética, mas em última análise, errôneas.

O Departamento investe em vários suprimentos de energia e tecnologia, a fim de avançar as missões militares e melhorar a capacidade de defesa. Para isso, o Departamento gasta aproximadamente \$15 bilhões de dólares anualmente em combustíveis à base de petróleo para as operações militares – cerca de 2% de nosso orçamento total – e mais de \$1 bilhão de dólares em iniciativas para aperfeiçoar a utilização de energia operacional.

Quase todas essas iniciativas são dedicadas a reduzir a quantidade necessária de combustível para as operações militares. Como um dos maiores consumidores de combustíveis líquidos do mundo, o Departamento diversifica os suprimentos, especialmente para a frota de navios e aeronaves, que estarão em operação durante muitas décadas

mais. Desde 2003, o *DoD* investiu em combustíveis alternativos de forma modesta mas importante, especialmente em Pesquisa e Desenvolvimento pelas Forças Armadas para assegurar a operação de seu equipamento de defesa com a utilização de diferentes combustíveis alternativos. Uma de nossas diretrizes declara que somente podemos adquirir quantidades operacionais de tais combustíveis se seu custo for competitivo com os combustíveis convencionais. As referências aos preços por galão que o *DoD* está pagando pelos combustíveis alternativos refere-se à pequenas quantidades de combustíveis para provas adquiridos como parte dos programas de P&D [Pesquisa e Desenvolvimento]. Além do mais, o Departamento somente investiga a possibilidade de aquisição de combustíveis alternativos adicionáveis [*drop-in*] para emprego tático, e não etanol ou *biodiesel*.

Com respeito à questões referentes ao futuro dos mercados de matéria-prima e propriedades de vários combustíveis, o *DoD* baseia-se na perícia do Departamento de *Energia* [*Department of Energy – DoE*], do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos [*U.S. Department of Agriculture – USDA*] e do setor privado.

A Diretriz de Combustíveis Alternativos do Departamento de Defesa para Combustíveis Alternativos Destinados à Plataformas Operacionais [*Department of Defense Alternative Fuels Policy for Operational Platforms Alternative Fuels*] de julho de 2012, que governa os investimentos militares em combustíveis alternativos, e outros materiais para os programas de energia do *DoD*, encontram-se na *Internet*, sob energy.defense.gov.

Adam L. Rosenberg, *Ph.D*

Diretor Adjunto – Estratégia Tecnológica [*Deputy Director for Technology Strategy*] Gabinete do Secretário de Defesa Adjunto para Programas e Planos de Energia Operacional [*Office of the Assistant Secretary of Defense for Operational Energy Plans and Programs*]

O AUTOR RESPONDE:

1 de março de 2013

As refutações do *DoD* e do *DoE* são notáveis, especialmente pelos pontos que não disputam. Meu artigo contém os Sete Pecados Capitais dos Biocombustíveis:

1. Dependência debilitante em combustível fóssil
2. *EROI* deficiente em escala
3. Baixa qualidade (densidade energética, densidade de potência, incompatibilidade com a infraestrutura e motores existentes, necessidade de hidrotreamento, etc.)
4. Enorme impacto ambiental (impacto terrestre e hídrico, contaminação por nitrato (eutroficação) e vazamento agroquímico, alteração irreversível de, e dano ao *habitat* biodiverso)
5. Ciclos de vida mais elevados de emissões *GHG* (quando apropriadamente computados, inclusive a mudança em uso do solo, N_2O , CH_4 e CO_2)
6. Aumento em instabilidade global (competição pelos víveres, confiscação de terras, por qualquer meio possível, deslocamento de populações nativas, trabalho pseudo-escravo)
7. Redução em segurança energética (custo mais elevado, maior volatilidade de preços, produção elevada sem reservas, vulnerabilidade ao clima, perda de safras, etc.)

Cada um desses argumentos, em si, é fatal à declaração de que os biocombustíveis promovem a segurança nacional. A versão mais longa do artigo acrescenta a essas falhas fatais a vulnerabilidade do atual e futuro aumento de dependência em minerais agrícolas importados, a perspectiva histórica da condição de civilizações baseadas em biomassa de baixo *EROI*, retrógrado, e o histórico da nação que computa o fracasso das tentativas de produção de biocombustíveis.

De todas as provas apresentadas contra os biocombustíveis em meu artigo, as refutações do *DoD* e do *DoE* somente colocam em dúvida o *EROI* e o impacto hídrico. No entanto, criticam apenas minha metodologia computacional, não o fato subjacente da enorme desvantagem dos mesmos.

Fiquei surpreso em saber que o *DoE* não pensa que o preço e a densidade de combustíveis estejam relacionados à segurança nacional. O custo da energia está diretamente vinculado à estabilidade de suprimento e à situação econômica geral. A densidade energética afeta a economia de combustíveis para os veículos e assim o número e tamanho dos comboios necessários para suprir combustíveis às tropas em campos de batalha. O preço mais alto dos biocombustíveis deixa menor quantidade do PIB nacional para sustento e crescimento, e a menor densidade de biocombustíveis irá requerer maior número de caminhões-tanque em campos de batalha que estarão sujeitos à emboscadas e a Dispositivos Explosivos Improvisados – DEIs [*Improvised Explosive Devices - IEDs*].

Devo admitir que não consegui entender a lógica de como a chuva que irriga as safras do Centro-Oeste norteamericano reduz a energia requerida para dessalinizar a água marinha na Arábia Saudita. Também foi deplorável quando o *DoE* confundiu a eficiência térmica de usina de força com o *EROI* de biocombustíveis. Em contraste à ambas as refutações, meu artigo é uma tentativa de ser franco e transparente para que os interessados no tema não fiquem intimidados com o uso de jargão técnico e possam assimilar a pesquisa por si mesmos.

As outras críticas simplesmente citam o artigo incorretamente. Os leitores atentos – aqueles que verdadeiramente desejam explorar as 6.000 palavras das Notas, bem como as 11.056 palavras do texto original – descobrirão como até mesmo os relatórios governamentais e os estudos universitários em periódicos profissionais, revisados pelos pares em Física, Química, Biologia e Ciências Econômicas, convergem, para pintar um quadro coerente e negativo dos biocombustíveis.

A melhor prova da acuidade de toda teoria ou ponto de vista mundial é se consegue prever o futuro. Desde a versão final de meu artigo há dois meses, foram publicados dois estudos que documentam o dano causado pelos biocombustíveis ao ambiente nos Estados Unidos, mais o fato de que a única empresa norteamericana que conseguiu vender etanol celulósico para receber créditos em Padrão de Combustível Renovável da EPA [*EPA Renewable Fuel Standard – RIN*] acaba de declarar bancarrota. Agora deixo o tema em mãos dos leitores para que possam ir mais a fundo e decidir – será que os Biocombustíveis resultam em vãs promessas?

Ver Wright, C. K. e M. C. Wimberly. “Recent Land Use Change in the Western Corn Belt Threatens Grasslands and Wetlands,” *Procedimentos da Academia Nacional de Ciências [National Academy of Sciences]* (February 19, 2013). doi:10.1073/pnas.1215404110; e Faber et al., “Plowed Under,” Environmental Working Group, February 2012. http://static.ewg.org/pdf/plowed_under.pdf.

Susanne Retka Schill. “Western Biomass Energy in Chapter 11 Reorganization.” *Ethanol Producer Magazine*, February 12, 2013. <http://www.ethanolproducer.com/articles/9549/western-biomass-energy-in-chapter-11-reorganization>.

T. A. Kiefer
CAP USN

Fui eu quem deu origem ao Retorno Energético sobre o Investimento [*Energy Return on Investment - EROI*] e hoje sou, provavelmente, a autoridade no tema e suas inferências, embora muitos outros cientistas de renome tenham cooperado em seu desenvolvimento. Apesar de pequenas críticas e correções mínimas, creio que o Capitão Kiefer em seu artigo "*Insegurança Energética: A Falsa Promessa de Biocombustíveis Líquidos*" resumizou, muito bem, a literatura científica referente a *EROIs* e suas inferências para com a Marinha dos EUA. Creio ser um excelente relatório, e não consegui encontrar grandes falhas durante a leitura inicial. Como em todo estudo científico dessa índole é justo sujeitá-lo à revisão pelos pares e também à maiores análises. Nesse momento, contudo, é pouco provável que suas conclusões passem por grandes alterações. As refutações oficiais, apesar de mencionarem, aqui e ali, algum ponto válido, geralmente causam maior confusão, sem oferecer crítica perspicaz. Em minha opinião, não refletem familiaridade com o longo e cuidadoso desenvolvimento da literatura referente a *EROIs* em centenas de publicações científicas. A crítica não diminui, em essência, a validade do estudo do Capitão. Creio que prestou serviço notável à Marinha e ao país, ao indicar as extremas limitações dos combustíveis de biomassa líquida que agora existem, fora de empregos bem limitados, como (talvez) para tratores agrícolas. À medida que as forças armadas enfrentam sérios cortes orçamentários seria prudente não jogar dinheiro (ou energia) fora em algo que não oferece soluções viáveis.

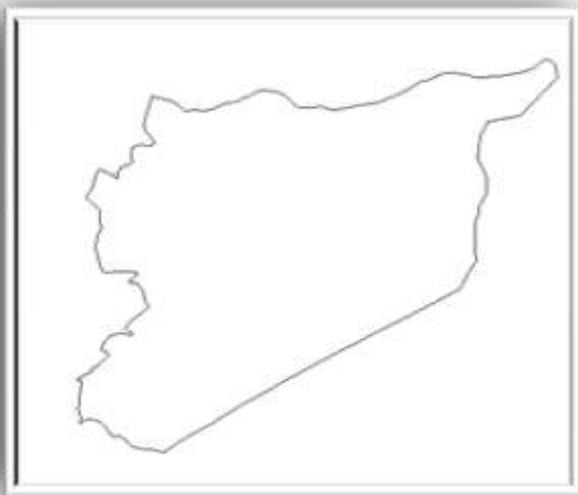
Charles A. S. Hall
Catedrático

Faculdade de Ciências Ambientais e Florestais
[College of Environmental Science and Forestry]
Universidade Estadual de Nova Iorque *[State University of New York]*,
Syracuse

A Guerra Aérea na Síria

Observações

Ten Cel S. Edward Boxx, *USAF*



*O rosto enegrecido, as roupas em farrapos. Não podia falar.
Apenas apontou as chamas há quatro milhas de distância e
então sussurrou: “Aviones . . . bombas”*

—Sobrevivente de Guernica

Giulio Douhet, Hugh Trenchard, Billy Mitchell e Henry “Hap” Arnold foram alguns dos grandes teóricos em poder aéreo. Suas ideias, sem qualquer dúvida, formam a base da força atual.¹ No entanto, suas hipóteses referentes ao seu uso eficaz divergem o suficiente para que seja impossível determinar o centro vital e seus efeitos estratégicos. Na verdade, ainda hoje o debate continua. A recente turbulência no Oriente Médio oferece amplo campo para observações pertinentes.

Este artigo examina as ações de uma das maiores forças aéreas em luta contra o seu próprio povo – ou seja, os rebeldes do Exército da Síria Livre [*Free Syrian Army – FSA*].

Já no início de 2013, aquela guerra civil resultara em mais de 60.000 mortes, 2,5 milhões de pessoas deslocadas e mais de 600.000 refugiados na Turquia, Jordânia, Iraque e Líbano.² O Presidente Bashar al-Assad continua a manter sua posição, em parte devido a habilidade de controlar os céus e atingir alvos rebeldes—inclusive civis.³ As táticas de *Al Quwwat al-Jawwiyah al Arabiya as-Souriya* (Força Aérea da Síria) fazem lembrar aquelas da Guerra Civil Espanhola, quando os bombardeiros da Legião Condor da Alemanha atacaram a cidade mercantil de Guernica, Espanha, no dia 26 de abril de 1937. Esse bombardeio propositado da população civil chocou o mundo. Pablo Picasso captou o incidente em seu famoso mural, *Guernica*.

Hoje, o caso da Síria traz à mente o visonário italiano Giulio Douhet, que acreditava que o bombardeio aéreo abate o espírito e aterroriza a população, dissolvendo a base da resistência social.⁴ Embora a maioria das forças armadas ocidentais modernas chegasse a extremos para aperfeiçoar munições de precisão e táticas destinadas a limitar baixas civis, a análise inicial revela uma abordagem bem diferente no caso da Síria. De fato, as ações do regime al-Assad, com toda a probabilidade, passarão à História como sinistro lembrete dos possíveis abusos encenados por regimes totalitários, que lembram os princípios previstos há mais de um século por Douhet e outros. Embora uma narrativa macabra, o uso do poder aéreo na Síria exige exame, mesmo durante o curso do conflito.

Este artigo, por conseguinte, oferece certas observações referentes aos últimos dois anos da guerra civil.

Evidentemente, o regime adotou as premissas principais de Douhet, utilizando o poder aéreo para atingir a população civil por meio de helicópteros, e mais tarde, aeronaves de asa fixa, de início capacitando as forças de al-Assad para impedir o avanço do *FSA* e retardando o colapso do regime. No entanto, os rebeldes adaptaram-se à ameaça, empregando melhores táticas e armas antiaéreas mais eficazes. Desde então, experimentaram maior grau de sucesso tático.

Esta análise inicia com breve histórico da ascensão do regime. Logo após passa ao estabelecimento e incremento de sua força aérea e aos eventos que levaram ao conflito atual. Destaca várias observações que levam à conclusão de que o regime adotou a teoria básica de

Douhet, à medida que executava sua campanha aérea contra as forças rebeldes.

Histórico

Os habitantes da Síria declararam sua Independência no dia 17 de abril de 1946, “a data da partida do último soldado francês”.⁵ A Força Aérea da Síria foi fundada em 1948, não muito depois do estabelecimento da Força Aérea dos Estados Unidos. A década de 50 influenciou o futuro Presidente Hafiz al-Assad—o pai do atual Presidente—que consolidou o poder no dia 16 de novembro de 1970 e governou até sua morte em 2000. Sua personalidade e ditadura estavam intimamente interconectadas com a força aérea. Por conseguinte, certificou-se de que seria uma das maiores armas aéreas do Oriente Médio.

Ex-Piloto de caça, Comandante de Esquadrão, Comandante da Força Aérea e Ministro de Defesa, al-Assad adotou o poder aéreo, juntamente com a força blindada, artilharia e sistema de mísseis. Em 1951 foi um dentre 15 cadetes selecionados para receber treinamento (piloto) em Aleppo. Veio a ser um ás de renome, sobrevivendo múltiplos incidentes, quase fatais. Até mesmo tentou engajar um *Canberra*, avião britânico, durante a crise de Suez de 1956.⁶ Al-Assad foi um dos poucos oficiais selecionados para treinar em *MiGs-15* e *17* na União Soviética em 1958. Mais tarde liderou um destacamento de caças ao Egito.⁷ A Força Aérea da Síria ofereceu a oportunidade de avanço social e intelectual, de especial importância, uma vez que era oriundo da minoria Alawita, considerada por alguns muçulmanos como seita islâmica. Seus membros são frequentemente perseguidos e constituem 14 por cento da população do país.⁸

Al-Assad, em sua função presidencial, instalou membros de sua seita religiosa em posições importantes na Força Aérea, uma técnica mais tarde replicada pelo filho. Durante o conflito atual, Bashar al-Assad habilmente convenceu os compatriotas Alawitas de que o futuro da seita depende de sua sobrevivência. Como a atual guerra civil comprova, um cenário que envolve minoria em luta pela sobrevivência e seu Presidente partidário comanda grande e moderna força aérea resulta em consequências desastrosas para a população civil.

As Sementes da Dissidência

Encontramos um velhinho, todo curvado . . . que andava a passos titubeantes ao longo deste campo de morte.

“Onde estão todas as casas que antes aqui se encontravam?” paramos e perguntamos.

“Provavelmente estão passando por cima delas” disse ele.

“Mas onde estão as pessoas que costumavam viver aqui?” disse eu.

“Provavelmente estão passando por cima de algumas delas também”, murmurou e, aos tropicos, continuou a seguir seu caminho.

—Thomas Friedman, Jornalista do *New York Times*
Hama, Syria, 1982

Uma revolta Sunita em 1982, liderada em parte pela Irmandade Muçulmana Síria desafiou a administração de Hafiz al-Assad. A subsequente reação militar do regime – a punho de aço – prenunciou o emprego do poder aéreo atual. A rebelião abrangeu três das maiores cidades: Aleppo, Homs e Hama, comunidades de maioria Sunita que mais tarde presenciariam o conflito em oposição a al-Assad durante a guerra civil. O livro de Thomas Friedman *From Beirut to Jerusalem*, obra importante acerca do Levante, analisou a repressão brutal de al-Assad para com a revolta Sunita que provavelmente eliminou quase o mesmo número de habitantes do que a atual guerra civil, especialmente em Hama.⁹ Tanto antes como agora, nota-se a tática da completa destruição de bairros e marcos históricos, bem como a eliminação de não-combatentes. Isso, não só para esmagar a rebelião, mas também para colocar em execução a vingança contra toda uma raça. Como resultado da política que governa as tribos, as ações dos Alawitas refletiam a crença de que a crueldade estava vinculada a sua sobrevivência contra os Sunitas, que contam com o maior número de adeptos, justificando as abordagens contra-revolucionárias brutais e devastadoras. De fato, o emprego autoritário das forças armadas contra a população civil por Hafiz al-Assad destaca o que acontece quando grupo seletivo possui o controle das forças armadas.¹⁰

Além do mais, al-Assad interpretou a determinação de certos sírios pela estabilidade – custe o que custar – como aprovação tácita de seus métodos. Embora uma das áreas mais antigas do mundo, (quando nos referimos à população contínua) politicamente, a Síria é um país recente. O regime explorou seu nacionalismo Baatista para acusar os rebeldes Sunitas de que desejavam dividir o país. Como o pai, Bashar al-Assad retrata toda a oposição armada de *estrangeiros e terroristas* que ameaçam a própria existência da Síria.¹¹ Até mesmo certos não-Alawitas prefeririam governo estável à teocracia islâmica ou sistema deficiente, marcado por eterno conflito sectário como costumava ocorrer no Líbano.¹² A similaridade com o massacre de Hama de décadas antes talvez consiga explicar as táticas *hobbesianas* [Thomas Hobbes, filósofo político, defensor do absolutismo para soberanos] empregadas pela força aérea da Síria de hoje.¹³

Guerra Civil

A atual revolta popular, denominada “Dia da Ira Síria” teve início no dia 15 de março de 2011, quando os manifestantes saíram às ruas em todo o país, reagindo, em parte, à detenção de um jovem de 15 anos que rabiscara em um muro de Deraa no início daquela semana: “Abaixo com o regime! clama o povo”.¹⁴ Em abril o regime havia adotado uma abordagem agressiva, empregando tanques, transporte de infantaria e artilharia, contudo sem aeronaves. Os protestos difundiram-se através do país. Inicialmente, as duas cidades principais—Damasco e Aleppo (fig. 1)—não foram afetadas. (Damasco, o assento do poder e Aleppo, o centro urbano, são duas das cidades mais antigas do planeta, com população contínua.)¹⁵ No entanto, as forças de al-Assad rapidamente bloquearam e tomaram de assalto cidades como Deraa, no Sul e Latakia, no Oeste.¹⁶ Em princípios de junho de 2011 a cidade de Jisr al-Shughour a Noroeste—uma encruzilhada estratégica entre Aleppo e a costa do Mediterrâneo, no histórico Rio Orontes—presenciou a emboscada de 120 tropas da Síria pelos rebeldes, habitantes da cidade e desertores das forças armadas da Síria.¹⁷



Figura 1. Cidades e principais linhas de comunicação na guerra civil da Síria. (Reproduzido sob permissão do *Institute for the Study of War*, acessado em 1 de fevereiro de 2013, <http://www.understandingwar.org/sites/default/files/ISWSyriaBaseMap%20copy.png>.)

De acordo com o Dr. Radwan Ziadeh, porta voz da oposição, o mês de julho de 2011 demarcou o início da resistência militar formal ao regime de al-Assad.¹⁸ À medida que a proficiência da oposição armada aumentava, as forças armadas foram obrigadas a empregar armamento mais pesado contra os rebeldes. O regime havia iniciado operações de artilharia de grande escala em janeiro de 2012 em toda a Síria. Em abril daquele mesmo ano, al-Assad reagiu aos ganhos inesperados do FSA em Idlib e Aleppo, despachando helicópteros para engajar as aldeias “liberadas”.¹⁹ Em fins de maio de 2012, à medida que a oposição montava ofensivas, o regime deu início ao emprego consistente de helicópteros de combate para compensar a mobilidade reduzida causada pela interdição eficaz das estradas pelos rebeldes (bombas e

emboscadas). Esse emprego elevado de helicópteros alcançou o ponto alto no dia 12 de julho, durante o massacre no vilarejo de Tremseh. Fiel aos preceitos principais das teorias de Douhet, os helicópteros bombardearam os *Shabiha* (“fantasmas” em árabe) e as tropas irregulares invadiram a cidade de 7.000 pessoas.

Em agosto de 2012, o regime começou a empregar caças em interdições, à medida que as linhas de batalha em Aleppo sedimentavam-se e o emprego de helicópteros pelo regime atingia o máximo. Pode ser que al-Assad ordenara o uso de plataformas de asa fixa, devido a questões de manutenção associadas à operação de aproximadamente 50 helicópteros e uma falta de helicópteros de ataque *Mi-25 Hind*, altamente eficientes. O *Mi-25* (a versão para exportação do *MiG-24*, russo) aparentemente estava sendo reservado para áreas importantes—i.e, Jabal al-Zawiya, um trecho de auto-estrada contestado em Idlib e as zonas de Rastan e Talbiseh, em Homs. O emprego de caças pela Força Aérea da Síria em bombardeio e ataques com rajadas de balas rapidamente superaram o uso diário de helicópteros, em termos de surtidas.

A capacidade cada vez maior de defesa aérea dos rebeldes forçou o regime a operar à grande altitude e também foi responsável pela transição de aeronaves de asa giratória à asa fixa. A oposição reagiu, abatendo número limitado de aeronaves e atacando bases aéreas. Em finais do verão de 2012, o equipamento rebelde provavelmente incluía: 15–25 *ZU-23s*; de duas a cinco peças de artilharia de defesa aérea de 57 mm rebocadas (ou outras); e 15–30 sistemas de defesa aérea portáteis [*Man-Portable Air Defense Systems -MANPADS*] *SA-7*.²⁰ Os relatórios também indicaram a presença de *SA-16* e *24*, mísseis superfície-ar (*SAMs*). Os rebeldes contavam com metralhadoras antiaéreas pesadas, tais como a *ZU-23* e, pelo menos em uma ocasião, *MANPADS*.²¹ À partir de outubro de 2012, o *FSA* havia abatido, aproximadamente, cinco aeronaves de asa giratória e seis de asa fixa. Cerca de sete vídeos confirmaram o sucesso rebelde. Sequências de vídeo, não-corroboradas, filmaram aeronaves e helicópteros abatidos e até mesmo pilotos de caça capturados, bem como destroços de aeronaves. Outros relatos indicam número mais elevado de aeronaves abatidas – 19. Contudo é difícil verificar se as declarações e vídeos do *FSA* são verídicos.²²

Além do mais, o *FSA* inicialmente tentou invadir as bases aéreas do regime, inclusive aquelas em Abu ad Duhur (ao sul de Aleppo), Minakh (ao norte de Aleppo e abrigo a mais de 40 helicópteros *Mi-8*), Taftanaz (outra base de helicópteros próxima a Aleppo) e al-Qusayr (cerca de Homs). Supostamente, os rebeldes atacaram essas bases aéreas para aproveitar o fato de que as aeronaves estavam no solo, em fase de decolagem ou aterrissagem. Quatro dos engajamentos bem sucedidos ocorreram próximo à essas bases militares.²³

Durante todo o conflito, o regime empregou armamento pesado (artilharia de campanha, morteiros e foguetes) como o meio principal de sufocar a rebelião. Mais tarde empregou o poder aéreo cada vez mais para deter o avanço do *FSA*, como comprovado em finais de outubro durante o proposto cessar fogo de *Eid al-Adha*, o dia santo muçulmano. Em lugar de diminuir, os ataques aéreos na verdade intensificaram-se, de uma média de 20–25 por dia a mais de 60 só em outubro. Naquele mês, a luta entre o *FSA* e as forças de al-Assad alcançou o ponto crítico com um total de 764 confrontos—o maior número desde o início do conflito.²⁴ Não importa o motivo da mudança, o uso acelerado do poder aéreo indicou a diminuição da ofensiva terrestre pelas forças do regime.

A População Civil em Mira?

Em setembro de 2012 muitos analistas internacionais acreditavam que a força aérea mantinha a população civil em mira, empregando as aeronaves de modo punitivo e retaliatório e não tático.²⁵ A prova empírica e as observações feitas em uma das guerras mais videografadas indicam que a maioria dos ataques aéreos tinha como objetivo cidades e bairros onde os rebeldes haviam obtido controle e não em áreas militares rebeldes específicas.²⁶ Mais de 13 bombardeios ocorreram quando os habitantes estavam na fila de padarias e lagares de azeite de oliva, durante a temporada da colheita de azeitonas, o que ilustra sua vulnerabilidade a ataques aéreos.²⁷ Em outubro de 2012 ficou aparente que a força aérea nem mais tentava evitar baixas civis quando atacava cidades que abrigavam forças rebeldes (fig. 2).²⁸

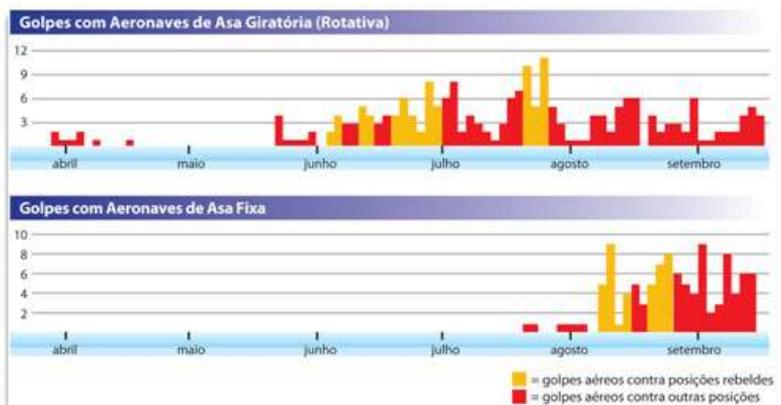


Figura 2. Golpes aéreos contra o FSA, 1 abril–1 outubro 2012.

(Reproduzida sob permissão de Holliday e Christopher Harmer, *Syrian Air Force and Defense Overview* [Washington, DC: *Institute for the Study of War*, 25 October 2012], 4, <http://www.understandingwar.org/press-media/graphsandstat/syrian-air-force-air-defense-overview>.)

Além do mais, o regime emprega helicópteros *Mi-8/17* para o lançamento de velhos tambores (tanques de petróleo) ou cilindros de metal laminado repletos de explosivos e sucata—“bomba barril”. Ninguém sabe dizer se a força aérea emprega tal tática para aproveitar ao máximo os helicópteros ou para reservar a munição de alta qualidade para os caças. Não importa, o emprego desse tipo de “bomba” à grande altitude aterroriza a população civil. Um refugiado disse que essas bombas são tão grandes que “aspiram o ar a sua volta e tudo desaba, até mesmo edifícios de quatro andares”.²⁹

A Força Aérea da Síria

Em finais do Verão de 2012, o regime provavelmente não possuía mais de 200 aeronaves qualificadas para combate—aproximadamente 150 jatos e 50 helicópteros—dos 600 que constavam do inventário total, antes da guerra civil. Mesmo assim possuía diferentes graus de capacidade bélica. Além disso, devido a deficiências em manutenção, juntamente com o ritmo das operações, o regime provavelmente não consegue empregar mais de 30 a 50 por cento de suas aeronaves.³⁰ Pode ser que tenha reservado os *MiGs-25-29* e *Sus-24* de última geração em preparativos para possível intervenção estrangeira—mas talvez não consiga empregar essas plataformas *ar-ar* em funções *ar-superfície*. Por

exemplo, o *MiG-25*—apelidado “prancha voadora” por não ser aerodinâmico, presta-se somente à intercepções à grande altitude. É completamente inútil em funções ar-superfície.

Pode ser que o grande número de desertores preocupe a liderança. Um piloto de *MiG-21* desertou à Jordânia em julho de 2012, em caso bastante difundido pela mídia. Além disso, os relatórios internos da força aérea revelam que pilotos não-Alawitas devem permanecer aquartelados e que somente pilotos-Alawitas “cuidadosamente investigados” podem voar, o que indica a possibilidade de maior número de pilotos desertores, dada a chance.³¹

Como muitas forças aéreas, a da Síria não estava preparada para lutar contra insurgências. Seu enfoque era a possível ameaça israelita, o que explica a readaptação das *L-39 (Albatross)*, não como aeronaves de treino (função principal) mas como plataformas de apoio aéreo aproximado. O uso das *L-39* causou surpresa, provavelmente porque: não possuíam muitos problemas de manutenção, quando comparadas aos *MiGs*, um tanto mais problemáticos; melhor desempenho à baixa altitude; à velocidade mais baixa; ou maior número de pilotos qualificados e que preferem essas aeronaves de treinamento.

Em janeiro de 2012, a força aérea daquele país tentou adquirir 40 treinadores *Yak-130* da Rússia. No entanto, em julho de 2012, sob pressão de Washington e das Nações Unidas, a Rússia não fez entrega das aeronaves prometidas.³² Esse interesse naquele tipo de caças-treinadores avançados correspondeu ao uso mais destacado das *L-39*. Provavelmente porque o país decidiu empregar maior número de aeronaves bélicas terrestres. No final de novembro de 2012, as *Su-17* e *Su-22 Fitters* fizeram seu *debut*. Os peritos crêem que um surto em tentativas de manutenção e grande inventário permitiram ao regime fazer com que algumas dessas aeronaves fossem qualificadas e introduzidas ao conflito.³³

As Defesas Aéreas

A rede de suas defesas aéreas no início da guerra civil estava dentre as mais capazes e impenetráveis do mundo, ultrapassada somente pelas da Coreia do Norte e Rússia. Essas defesas de várias

etapas, altamente diferenciadas e a ameaça de armamento químico lançado via *Scud* foram as apreensões principais durante os debates interagências acerca de possível ZEA liderada pelos EUA.

Localizada especialmente ao longo do corredor Damasco-Homs-Aleppo (fig.1) e a costa do Mediterrâneo, a cobertura de mísseis e radares – uma sobrepondo a outra – consiste, aproximadamente, de 650 locais de defesa aérea estática.

A que mais preocupa abriga o SA-5 “*Gammon*” com um alcance de 165 milhas náuticas e uma altitude máxima de 30.480 metros.

As plataformas incluem mais de 300 sistemas de defesa aérea móvel. A principal possui modelos SA-11s e SA-17s, mais recentes, bem como mísseis AS-22, anti-sigilosos e antimísseis de cruzeiro SA-22s.

O abatimento de um caça *F-4E* da Turquia, cerca de Latakia no dia 22 de junho (causa desconhecida) aumentou ainda mais a percepção de letalidade do sistema de defesa aérea de al-Assad.

Por outro lado, os antigos sistemas de defesa aérea russos possuíam limitações. Conforme relato, um jato russo rumo à Síria e redirecionado pela Turquia portava peças sobressalentes indispensáveis. A OTAN e a Força Aérea de Israel eficazmente penetraram e superaram aqueles sistemas. Na verdade, o conflito interno degradou muito a eficácia das defesas aéreas da Síria. Da mesma forma que ocorre com as forças terrestres, as ausências e deserções assolam a prontidão dos sistemas de mísseis e radares. Durante o ano passado, o FSA capturou lançadores SA-2 e SA-8 e invadiu locais e dependências de SA-2, SA-3 e SA-5.³⁴

Quase no final de outubro de 2012, à medida que os rebeldes consolidavam os ganhos no Norte, na província de Idlib, as forças da Síria foram obrigadas a destruir alguns de seus SAMs, a fim de evitar que acabassem em mãos do FSA.³⁵ Em dezembro de 2012, os batalhões do FSA, aquartelados na província de Damasco, haviam “obtido controle da maioria das bases de defesa aérea na região”.³⁶

A Vantagem é dos Rebeldes

Controlamos 70 por cento dos céus, porque se compararmos a situação atual à de dois meses atrás, o número de aviões diminuiu bastante.

—Khelif Abu Allah, artilheiro Dushka
Novembro, 2012

Em finais de novembro e princípios de dezembro de 2012, a oposição começou a ganhar terreno. A guerra estava a ponto de atingir um impasse, quando as forças rebeldes repentinamente invadiram múltiplas bases aéreas, inclusive a de Marj al-Sultan nos arredores de Damasco, várias instalações terrestres importantes e a represa hidroelétrica de Tishreen, cerca da fronteira com a Turquia. Os avanços rebeldes na província distante de Deir al-Zour, a Oeste, fizeram com que o governo batesse em retirada, abandonando suas últimas bases na Cidade de Deir al-Zour (a sexta maior), deixando os rebeldes em controle dos campos petrolíferos, e exercendo pressão cada vez maior em Damasco, inclusive no aeroporto internacional do país.

Esses engajamentos bem sucedidos ilustram a nova e eficaz estratégia dos combatentes rebeldes. Primeiro, para impedir o poder aéreo, concentraram-se em tomar as bases responsáveis pelos lançamentos de bombardeios e ataques aéreos.

Os rebeldes mudaram de tática, dispersando-se rapidamente para evitar o contra-ataque aéreo e sua destruição em massa. A mudança em tática também incluiu a tentativa de reconquistar o apoio público. Os rebeldes e a população civil notavam que o território capturado, especialmente em áreas urbanas com pouco ou nenhum valor militar—atraiam golpes aéreos pelo regime.³⁷ A retenção de tais áreas revelou seu alto preço, alienando a população civil que era obrigada a arcar com as consequências de contra-ataques aéreos—exatamente o intuito do regime, i.e., demonstrar à população que seu apoio à oposição deixava-os expostos.

Os rebeldes usavam as bases aéreas como armazéns vitais de suprimento para a obtenção de armamento pesado e antiaéreo, criando, assim, uma defesa improvisada, de baixa altitude e várias etapas, com metralhadoras e *MANPADS*. O *FSA* adquiriu outros sistemas de mísseis portáteis, aproximadamente 40, durante as ofensivas de Outono,

conseguindo abater dois helicópteros e um caça na Província de Aleppo durante a primeira semana de dezembro.³⁸ Um vídeo de um dos ataques colocados na *Net* demonstra o que parece ser um *SAM* atingindo um helicóptero.³⁹ Em outro vídeo, uma metralhadora *Dushka* da Síria montada em pequeno caminhão aguarda com esquadrão *MANPADS* rebelde, desembarcado em montanha remota, formando uma equipe de defesa aérea com foguete infravermelho. Nas cidades, vídeos indicam *Dushkas* montadas em caminhões, acelerando em direção a locais onde aeronaves foram observadas – uma equipe improvisada de defesa aérea de prontidão. Durante a primeira semana de dezembro, pelo menos um caminhão rebelde foi armado, não só com metralhadoras, mas também com *MANPADS*—um veículo de artilharia improvisado para defesa antiaérea “universal”. Além do mais, o vídeo revela que os rebeldes fazem uso de camuflagem (ramas e arbustos), bem como disparam de posições encobertas em pomares e entremeio a edifícios. Em janeiro de 2013, um comboio *FSA* levou a efeito extensa “passada em revista” cerca de Aleppo, com vários tipos de armamento pesado embarcados, ou rebocados por civis, bem como veículos militares confiscados.⁴⁰

A marcha rumo ao Aeroporto de Damasco contém importante significado psicológico e estratégico, demonstrando que o assento de poder de al-Assad encontra-se em perigo.⁴¹ A pressão rebelde, interferindo nas operações do aeroporto obrigaram a *Emirates Airline* e a *Egypt Air* a temporariamente cancelar voos à Capital da Síria. Também interromperam o reabastecimento de armas provenientes do Irã e da Rússia. A pressão exercida no Aeroporto de Damasco, que abriga o transporte militar e aeronaves *VIP* do governo, sedimentaram os relatos de dezembro de que al-Assad estava perdendo a esperança de poder fugir do país.⁴² De fato, a Administração Obama levou em consideração “maior intervenção para forçar o Presidente Bashar al-Assad a deixar o poder”.⁴³ Uma semana depois, Washington oficialmente reconheceu a nova Coalizão Nacional das Forças Revolucionárias e de Oposição como a autoridade política legítima no país. Em janeiro de 2013, devido ao aumento em postos de controle e o temor de serem atacados por *SAMs* durante a decolagem, mais de 80 russos evacuados foram de ônibus ao Aeroporto de Beirute, no Líbano, evitando o Aeroporto Internacional de Damasco.⁴⁴

Como já mencionado, os ataques aéreos continuaram a aumentar após o cessar-fogo de Eid al-Adha, que fracassou. Ao mesmo tempo, os

rebeldes declararam que haviam destruído um total de 111 aeronaves do governo – metade via golpes aéreos e as restantes, estacionadas na pista.⁴⁵ No dia 12 de dezembro, o regime lançou seu primeiro míssil *Scud* de Damasco contra as posições rebeldes em Aleppo, sinalizando que a guerra civil havia alcançado outro marco—o poder aéreo contra os mísseis de teatro superfície-superfície, à medida que o *FSA* debilitava a Força Aérea do país. Até agora, o regime lançou mais de 25 *Scuds* e “tipo *Scud*” contra alvos no Norte da Síria e subúrbios de Damasco.⁴⁶ O Inverno certamente afetou, de forma adversa, as operações aéreas do regime. No entanto, o uso de mísseis, bem como a necessidade de disparar quantidade de munição cada vez maior contra o avanço rebelde e a determinação de empregar toda arma disponível no arsenal do regime talvez indique a tensão sob a qual opera a Força Aérea do país.

O *FSA* demonstrou a capacidade de manter ofensiva em janeiro de 2013, quando os rebeldes alcançaram a maior vitória militar até agora— a tomada da Base Aérea estratégica de Taftanaz ao norte do país. Como já mencionado, esta base, cerca de Aleppo, estava baixo cerco há meses. O *FSA* “conseguiu concentrar forças adequadas, coordenar ações, utilizar armamento pesado e manter o cerco durante meses, tudo sob ataque aéreo”.⁴⁷ Além da destruição de 20 helicópteros da Força Aérea e a captura de grande quantidade de armamento e munições, esta vitória demonstrou que os rebeldes tinham a capacidade de manter cercos e capturar bases aéreas bem defendidas.

Conclusão

Talvez o termo *intifada* melhor descreva os eventos que agora inflamam todo o Oriente Médio.⁴⁸ Até a presente data, a guerra civil deixou de gerar princípio ou desenvolvimento distinto. *Intifada*, que significa “desfazer-se de jugo”, parece melhor definir esta luta anti-regime.

Embora a *intifada* continue, podemos chegar à certas conclusões. Durante todo o conflito, o regime tentou esmagar os rebeldes com sistemas de armamentos terrestres pesados. Desde o Verão, o poder aéreo desempenhou função crucial. As aeronaves bombardearam áreas urbanas e forças rebeldes, causando milhares de baixas civis, fazendo com que o regime de al-Assad conseguisse manter certo grau de domínio psicológico. Em inúmeras discussões, visitas com os líderes da oposição

e dos rebeldes, bem como jornadas à região, permeia o tópico opressivo do bombardeio aéreo.⁴⁹ No futuro, o regime de Bashar al-Assad será sinônimo do emprego de poder aéreo contra a população civil. Embora utilize fogo de artilharia mais do que aeronaves, os sírios consideram os helicópteros e os caças a causa principal de baixas e destruição. Em consequência, o embate será lembrado como outro negro capítulo no registro de conflitos, tais como a Guerra Civil Espanhola e o bombardeio de iraquianos e Curdos por Saddam Hussein.

Ninguém sabe se o uso gradativo do poder aéreo foi uma tática propositada do regime ou simplesmente algo que surgiu da necessidade de uso flexível de munição. Pode ser que o regime evitou, por certo tempo, o uso de aeronaves, porque temia a intervenção Ocidental (ZEAs). Supostamente, o emprego de aeronaves, logo de início, contra a população civil teria causado demasiada atenção internacional, como sucedeu com os conflitos no Iraque, Bósnia e Líbia. Enquanto a abordagem gradativa do bombardeio aéreo tornava a intervenção pelos poderes estrangeiros menos provável, os fortes sistemas de defesa aérea da Síria, mísseis superfície-superfície e maior inventário de armamento químico influenciaram as autoridades competentes norteamericanas e os planos militares—fato não notado por regimes totalitários, tais como a Coreia do Norte e o Irã.

O poder aéreo de al-Assad, embora reduzido, retém a capacidade de atingir qualquer ponto do país – é só querer. Até mesmo a habilidade limitada continua sendo poderoso instrumento do regime para influenciar os sírios, tanto psicológica como fisicamente. Sem embargo, as táticas recém adotadas de incursões especulativas pelo FSA, fizeram com que conseguissem grandes vitórias, apesar de campanha aérea implacável *à la* Douhet. Os rebeldes eventualmente colocaram em efeito dupla estratégia, invadindo as bases aéreas do regime e a bricolagem de rede de defesa aérea de baixa altitude, evitando, assim, rápida vitória, de acordo com aquele autor. Ambas foram adotadas pelo regime sírio e pelo FSA. A Força Aérea da Síria confrontou inesperada contrainsurgência, enquanto que os rebeldes lentamente formaram um sistema improvisado de defesa aérea, mas eficaz. Combinado com os avanços terrestres, poderão eventualmente conter a eficácia das aeronaves e dos mísseis de superfície de al-Assad.

Resta esperar para ver se o regime entrará em colapso repentinamente ou será, aos poucos, reduzido à “situação de Alawita sem representação” com os ganhos do *FSA*. Sem dúvida, o poder aéreo permitiu ao regime permanecer no poder, mas as perdas bélicas e problemas de manutenção seriamente aleijaram uma das maiores forças aéreas e sistemas de defesa antimísseis do Oriente Médio. A Força Aérea da Síria, esmagada por Israel em 1967 e 1973, recuperou-se após cada derrota com armamento cada vez mais sofisticado. No entanto é difícil imaginar recuperação similar após o término desta guerra. Dado o atual índice de mortalidade e destruição, o declínio de reservas petrolíferas, além de uma população assolada por alto desemprego, duvida-se muito que aquela força aérea (historicamente uma organização antiamericana) consiga ameaçar os Estados Unidos ou seus parceiros regionais. A repercussão da guerra civil na Síria criará uma miríade de futuras questões de segurança para os Estados Unidos. No entanto, serão diferentes daquele modelo de esquadrões de caças soviéticos pré-2011, e defesas aéreas integradas encabeçadas por um só líder autocrático.

A falta de direto envolvimento norteamericano no conflito justifica maior estudo. À medida que o índice de mortalidade aumenta e grupos islâmicos, anti-norteamericanos, ganham influência, considera-se a possibilidade de falta de controle sobre armamento químico pós-Assad. Os peritos em poder aéreo discutirão o que os Estados Unidos poderiam ter feito com o emprego de ZEAs, golpes aéreos ou assistência com armamento pesado.

A eliminação de mais de 90.000 civis, o deslocamento de milhões e a ameaça de armas químicas “a qualquer momento” aumenta a possibilidade de intervenção pela Força Aérea dos Estados Unidos.

Em virtude das duas últimas décadas de resgates de poder aéreo no Iraque, Bósnia e Líbia, não resta dúvida que a função de proteção de populações civis muçulmanas em luta contra líderes déspotas pelas forças aéreas ocidentais, chegou ao final.

Assim, a operação na Líbia, pré-Síria, pode muito bem vir a ser uma nota de rodapé nos tomos da História Mundial—a última ZEA levada a efeito pela Força Aérea dos Estados Unidos.

Outros pontos de vista e experiências obtidas, com certeza virão à tona, à medida que maiores informações ficarem disponíveis e forem validadas. O conflito da Síria certamente é muito amplo e complexo para prestar-se a um só artigo.

Neste, no entanto, tentamos documentar e debater os temas do poder aéreo através da estrutura histórica da guerra civil. As previsões de Douhet e outros, referentes ao terror generalizado proveniente dos ceus comprovaram sua veracidade um século após – surpreendente.

A *Guernica* de Picasso—com mais de 100 anos e inspirada por outra guerra, em região e momento distintos—representa, ainda hoje, a perda de vida humana e a destruição física na Síria. Homs, Hama, Aleppo e outras cidades e vilas estão vinculadas à *Guernica* através de narrativa compartilhada—o uso do poder aéreo para propósito nefário e singular.

Notas

1. Jeffrey White, Bolsista de Defesa no *Washington Institute for Near East Policy* e Katie Kiraly, Assistente de Pesquisa para o *Program on Arab Politics*, contribuíram para este artigo.

2. Megan Price, Jeff Klingner e Patrick Ball, *Preliminary Statistical Analysis of Documentation of Killings in the Syrian Arab Republic* (Palo Alto, CA: Benetech, 2 January 2013), 1–4, <http://www.ohchr.org/Documents/Countries/SY/PreliminaryStatAnalysisKillingsInSyria.pdf>.

3. “Measured Approach to the Syrian Crisis,” editorial, *New York Times*, 30 November 2012, <http://www.nytimes.com/2012/12/01/opinion/a-measured-approach-to-the-syrian-crisis.html>.

4. Robert S. Dudley, “Douhet,” *Air Force Magazine* 94, no. 4 (April 2011): 64–67, <http://www.airforce-magazine.com/MagazineArchive/Documents/2011/April%202011/0411douhet.pdf>.

5. Eyal Zisser, *Asad’s Legacy: Syria in Transition* (New York: New York University Press, 2001), 1.

6. Patrick Seale com a contribuição de Maureen McConville, *Asad of Syria: The Struggle for the Middle East* (London: I. B. Taurus, 1988), 52. Seale é o biógrafo de Hafiz al-Assad. Uma chamada telefônica do Iraque notificou aos sírios quando o avião de vigilância britânico partiu do Iraque rumo ao Chipre. “Asad teve a satisfação de disparar seus canhões contra o mesmo.” (ibid.).

7. Ibid., 279.

8. Central Intelligence Agency, “Syria,” *The World FactBook*, 22 January 2013, <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/sy.html>.

9. Supostamente, durante uma entrevista, Rifaat al-Assad, o irmão de Hafiz e o Comandante em Hama, disputaram o total de 7.000 mortos: “O que é que vocês estão dizendo, 7.000? Não, não. Matamos 38.000.” Thomas L. Friedman, *From Beirut to Jerusalem* (New York: Farrar, Straus, Giroux, 1989), 90. Esse tomo acerca do Levante, que vale a pena ler, recebeu o Prêmio Nacional do Livro [*National Book Award*] em 1989.

10. Ibid., 91.

11. “We Can’t Win Media War with West but It’s Not Battle That Counts,” Autonomous Nonprofit Organization (“TV-Novosti”), 17 May 2012, <http://rt.com/news/syria-media-battle-assad-429/>. Repetidamente Al-Assad descreveu o FSA “de cabal de criminosos condenados, composto dentre outros, de fanáticos religiosos da estirpe de al-Qaeda, extremistas e terroristas e até certo ponto de mercenários estrangeiros, predominantemente de outras nações árabes” (ibid.) Alguns membros do FSA são, de fato, islâmicos da linha dura, mas a grande maioria não está filiada ao al-Qaeda.

12. Friedman, *From Beirut to Jerusalem*, 91. Friedman traz à baila este ponto durante a revolta da Irmandade Muçulmana, décadas antes. Atualmente essa premissa é reforçada ainda mais pela maneira indiferente com que algumas seitas sunitas, curdas e cristãs aceitam o FSA. Durante toda a “Primavera Árabe” e outras ocasiões no Oriente Médio, quando um regime autocrático é deposto, os grupos minoritários

tendem a estar em risco. Vejamos, por exemplo, o recente dilema dos cristãos coptas no Egito.

13. Thomas Hobbes (1588–1679), Filósofo britânico e teórico político melhor conhecido pelo livro *Leviatã* (1651), no qual alega que se pode garantir a segurança da sociedade civil somente através de submissão à autoridade absoluta de um soberano.

14. *Wikipedia: The Free Encyclopedia*, s.v. “Timeline of the Syrian Civil War (January–April 2011)” [ver “6 March”], [http://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_the_Syrian_civil_war_\(January%E2%80%93April_2011\)#15_March_.E2.80.93_.22Day_of_Rage.22](http://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_the_Syrian_civil_war_(January%E2%80%93April_2011)#15_March_.E2.80.93_.22Day_of_Rage.22). For a video of the Day of Rage, see “Syrian Revolution, Syria,” vídeo YouTube de 15 March 2011, <https://www.youtube.com/watch?v=75Ng0J6DdH0>.

15. Anne Sinai e Allen Pollack, eds., *The Syrian Arab Republic: A Handbook* (New York: American Academic Association for Peace in the Middle East, 1976), 59.

16. Durante a Primeira Guerra Mundial, Deraa—encruzilhada vital das ferrovias à Jerusalem-Haifa-Damascus-Medina—foi o local onde os turcos otomanos torturaram T. E. Lawrence, também conhecido como Lawrence da Arábia. T. E. Lawrence, *The Seven Pillars of Wisdom* (New York: G. H. Doran, 1926).

17. A rota Aleppo-Damasco não é imune à miséria e ao conflito muçulmanos. O cisma entre os xiitas e sunitas manifestado durante a batalha de Karbala (680 AD) no atual Iraque, quando o neto de Maomé, o Imã Hussein e 70 seguidores foram mortos por Yazid I, um soberano sediado em Damasco. O aniversário da derrota, atualmente denominada “Ashura,” um dia santo de jejum e orações, durante o qual os xiitas comemoram o abandono de Hussein e seus seguidores. Yazid, sunita tradicional, ordenou que os sobreviventes de Karbala capturados, juntamente com a cabeça de Hussein, passassem em desfile por toda a região. Após breve escala em Mosul, a procissão foi até Aleppo, Hom, ao sul e finalmente a Damasco. Ver Andrew Tabler, *In the Lion’s Den: An Eyewitness Account of Washington’s Battle with Syria* (Chicago: Lawrence Hill Books, 2011), 170.

18. Dr. Radwan Ziadeh, “The Battle for Syria” (palestra, School of Advanced International Studies, Johns Hopkins University, 30 November 2012), <http://mms.tveyes.com/Transcript.asp?StationID=200&DateTime=12%2F3%2F2012+12%3A21%3A12+PM&Term=washington+institute+for+ne+ar+east+policy&PlayClip=TRUE>

19. Joseph Holliday e Christopher Harmer, *Syrian Air Force and Defense Overview* (Washington, DC: Institute for the Study of War, 25 October 2012), <http://www.understandingwar.org/press-media/graphsandstat/syrian-air-force-air-defense-overview>. Holliday, ex-Capitão de Inteligência do Exército dos Estados Unidos que possui grande experiência em assuntos referentes ao Oriente Médio, é analista no *Institute for the Study of War*—organização de pesquisa pública, sem fins lucrativos, apartidária. Foi uma das primeiras pessoas a documentar e rastrear o emprego do poder aéreo pela Síria contra a população civil. Estabeleceu e chefiou grupo de peritos de diversas agências para a solução de problemas relacionados à Síria, inclusive diplomáticos, militares e de inteligência.

20. Eddie Boxx e Jeff White, “Responding to Assad’s Use of Airpower in Syria,” Policywatch 1999, Washington Institute for Near East Policy, 20 November 2012, <http://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/view/responding-to-assads-use-of-Airpower-in-syria>.

21. Ibid.

22. David Axe, “Danish Architect Maps Every Plane, Helicopter Shot Down by Syrian Rebels,” *Wired*, 19 October 2012, <http://www.wired.com/dangerroom/2012/10/mapping-syrian-air-war>.

23. Informação obtida via vídeos *YouTube*. Embora incapaz de verificar esses fatos de forma independente, o autor estabeleceu um vínculo entre esses engajamentos com essas aeronaves e cercos de bases aéreas.

24. Jeffrey White, “Syria’s Internal War Turns against the Regime,” Policywatch 1996, Washington Institute for Near East Policy,

13 November 2013, <http://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/view/syrias-internal-war-turns-against-the-regime>.

25. Anne Barnard, “As Killings Go On, Syria Reacts Strongly to War-Crimes Petition,” *New York Times*, 19 janeiro de 2013, <http://www.nytimes.com/2013/01/20/world/middleeast/syria-war-developments.html?ref=syria&r=0>.

26. Além da cobertura convencional pela mídia, os vídeos enviados ao *YouTube*, tanto pelo regime como pelas forças rebeldes, bem como reportagens anti-Assad pela organização *Syrian Observatory for Human Rights*, baseada na Grã-Bretanha, comitês de coordenação local e organizações não-governamentais, ofereceram extensa documentação dos eventos, à medida que ocorriam.

27. Foro, Brookings Institution. Tema: “Syria: The Path Ahead,” 8 November 2012. Mike Doran, O Bolsista Líder do Roger Hertog no *Saban Center for Middle East Policy* do Brookings e Salman Shaikh, Diretor do *Brookings Doha Center*, expuseram seus pontos de vista durante o foro. O recente documento de Shaikh *Losing Syria (and How to Avoid It)* foi o enfoque de debate moderado por Daniel L. Byman, Bolsista Líder e Diretor de Pesquisa do *Saban Center for Middle East Policy*.

28. Esses resultados foram apresentados e adotados no dia 12 de outubro de 2012 durante o grupo de trabalho do *Syrian Project* apresentado pelo *Institute for the Study of War (ISW)* e presidido por Joseph Holliday. O painel consistia de grupos de Direitos Humanos, organizações não-governamentais e pessoal do Departamento de Estado, Departamento de Defesa e da comunidade de Inteligência, peritos em laboratórios de ideias acerca da Síria e pessoal do Congresso. Os dados foram provenientes de duas fontes—vídeos *YouTube* de golpes aéreos e do *Syrian Observatory for Human Rights*. Os gráficos demonstram a comparação entre aeronaves de asa giratória e de asa fixa através dos anos. Cada barra representa um dia e os dados não levam em conta o horário—somente o período de 24 horas durante o qual ocorreu o golpe aéreo. Os casos de *aeronaves contra posições rebeldes* identificados pela *Integrated Strike Warfare* procederam da seguinte análise: Se o combate terrestre ocorria entre rebeldes e as forças do regime no mesmo local e na mesma data dos golpes aéreos, então esses últimos tinham os rebeldes em mira direta. Se nenhuma atividade do *FSA* ocorria e os

golpes aéreos foram corroborados por outras fontes, a população civil era o alvo intencionado. É claro que nem todo golpe aéreo que causou dano à população civil foi intencional. O regime não possuía munição de precisão teleguiada ou dados confiáveis de alvos. No entanto, ao examinar os vídeos enviados pelo regime e outras provas, pode-se razoavelmente concluir que travou guerra aérea contra a população civil. Para esses e outros dados referentes a golpes aéreos em maiores detalhes, ver Holliday e Harmer, *Syrian Air Force and Defense Overview*.

29. Oliver Homes e Shaimaa Fayed, “Syria Undecided on Ceasefire Proposal, Rebels Divided,” Reuters, 24 October 2012, <http://www.reuters.com/article/2012/10/24/us-syria-crisis-idUSBRE88J0X720121024>.

30. Holliday e Harmer, *Syrian Air Force and Defense Overview; Scramble issues*, acessado em 1 de fevereiro de 2013, <http://www.scramble.nl/sy.htm>; e o International Institute for Strategic Studies, *The Military Balance 2011* (Washington, DC: International Institute for Strategic Studies, 2011), 331.

31. “Syrian Colonel ‘Defects’ in Jet to Jordan,” *Guardian*, 21 June 2012, <http://www.guardian.co.uk/world/middle-east-live/2012/jun/21/egypt-election-result-delay-coup-live>.

32. “Russia Will Not Deliver Yak-130 Fighter Jets to Syria,” *Airforce-technology.com*, 9 July 2012, <http://www.airforce-technology.com/news/newsrussia-syria-fighter-jet-delivery>.

33. Jeff White, *Washington Institute for Near East Policy*, entrevista com o autor, 29 de novembro de 2012 (opinião de peritos, baseada no vídeo de *YouTube* de Fitter, enviado a 16 de novembro de 2012, http://www.youtube.com/watch?v=n5f5mjpVSEk&feature=player_embedded).

34. Boxx e White, “Assad’s Use of Airpower.”

35. *Ibid.*

36. “FSA Targeting al-Assad Regime Air Bases—Sources,” *Asharq Alawsat*, 7 December 2012, <http://www.asharq-e.com/news.asp?section=1&id=32082>.

37. Boxx e White, “Assad’s Use of Airpower.”

38. Joby Warrick, “Missiles Boost Rebels’ Arsenal,” *Washington Post*, 29 November 2012, A1, <http://thewashingtonpostnie.newspaperdirect.com/epaper/viewer.aspx>.

39. Babak Dehghanpisheh, “Syrian Rebels Take Two Military Bases in Heavy Fighting,” *Washington Post*, 28 November 2012, 13, http://articles.washingtonpost.com/2012-11-27/world/35509205_1_syrian-rebels-military-bases-aleppo.

40. Vídeo *YouTube*, enviado a 16 de janeiro de 2013, http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=y5jsI739NRw.

41. A tomada do Aeroporto de Damasco, o mais movimentado e importante centro do país teria grande impacto. Damasco recebe mais de 40 linhas aéreas de passageiros e de carga de todo o Oriente Médio, Europa, África e da Comunidade das Nações Independentes, com uma média de 4.5 milhões de passageiros por ano. Desde a Segunda Guerra Mundial, as forças norteamericanas notaram como é importante apoderar-se de campos aéreos rapidamente. Por exemplo, a tomada do Aeroporto Internacional de Bagdá pela 3a Divisão de Infantaria [*3rd Infantry Division*] em 2003 notificou ao mundo de que os Estados Unidos haviam vencido a luta tática pela cidade.

42. Jeffrey White, “Last Act in Damascus,” Washington Institute for Near East Policy, 11 December 2012, <http://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/view/last-act-in-damascus>.

43. David E. Sanger e Eric Schmitt, “U.S. Weighs Bolder Effort to Intervene in Syria’s Conflict,” *New York Times*, 28 November 2012, 1, http://www.nytimes.com/2012/11/29/world/us-is-weighing-stronger-action-in-syrian-conflict.html?_r=0.

44. “Russians Flee Syrian Conflict on Planes from Beirut,” BBC, 22 January 2013, <http://www.bbc.co.uk/news/world-middle-east-21140041>.

45. Bassel Oudat, “Airport Battles in Syria,” *Al-Ahram Weekly*, 6 December 2012, <http://weekly.ahram.org.eg/News/497/19/Airport-battles-in-Syria.aspx>. Durante todo o conflito, até mesmo com vídeos documentados, é difícil verificar o número de aeronaves que os rebeldes afirmam haver abatido. No entanto, esses vídeos sugerem que a quantidade correta do número total de aeronaves sírias danificadas em combate parece ser uma centena.

46. Diariamente uma equipe inspeciona vídeos *YouTube* e outras reportagens da mídia enviados pelo FSA e pela Força Aérea da Síria. Isso faz parte do Projeto da Base de Dados de Mísseis Sírios [*Syrian Missile Database Project*] do *Washington Institute for Near East Policy*, notando lançamentos de *Scuds* ou outros mísseis superfície-superfície. Os relatos da mídia algumas vezes empregam o termo *Scud* para descrever todos os mísseis superfície. Por conseguinte, o objetivo é determinar o exato tipo de míssil empregado. A informação documentada inclui o tipo de lançador, número de lançamentos, origem, local do alvo, tipo de míssil e tipo de alvo. Com a assistência do meteorólogo Capt Brian Yates, *USAF*, a equipe examina os lançamentos de mísseis comparando-os ao clima da Síria, a fim de verificar se o regime utiliza mísseis em lugar de aeronaves durante mau tempo ou se utilizam os mesmos em desespero. Até agora, não existem dados suficientes para se chegar à conclusão definitiva. Assim, o projeto de pesquisa continua. O *Washington Institute for Near East Policy* utilizando vídeos de ataques de mísseis, tentativamente identificou e registrou os ataques de mísseis. Observa que os *Scuds* são transportados em veículos de lançamento, munidos de rodas, e lançados verticalmente (em geral grandes e de cor branca) com grande quantidade de fumaça pré-lançamento (talvez devido a carga propulsora líquida)—basicamente modelo atualizado dos foguetes nazistas *V-2* de 1944. Ao contrário de *Fatehs-110*, são de cor mais escura (café com leite ou verde-oliva), em essência foguetes em lançadores de rodas com sistema de trilhos-guia *SA-2*. Assim, devem ser disparados em ângulo bastante pronunciado (notar que “os guias” permanecem após o lançamento). Nisso, são bem similares aos “morteirinhos de jardim” (fogos de artifício), lançados de garrafas. O *SS-21* também é um míssil que não é pintado de branco, é transportado em

lançador de seis rodas e *não* deixa rastro após o lançamento, alcançando a vertical logo após.

47. Andrew J. Tabler, Jeffrey White e Aaron Y. Zelin, “Fallout from the Fall of Taftanaz,” *Policywatch 2015, Washington Institute for Near East Policy*, 14 January 2013, <http://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/view/fallout-from-the-fall-of-taftanaz>.

48. Dr. Robert Satloff, Diretor do *Washington Institute for Near East Policy* durante os últimos 20 anos, explicou em inúmeras ocasiões a denominação errônea de *Primavera Árabe* e porque o termo *intifada* melhor representa o distúrbio no Oriente Médio. Devo muito a seu grande conhecimento da região e a sua boa vontade em explicar aquela área do globo tão complicada e ao mesmo tempo tão importante.

49. Através das tentativas do *Washington Institute for Near East Policy* e do apoio do especialista sobre o tema Síria, Andrew Tabler (autor do livro *In the Lion’s Den* [ver nota 17], outra leitura imprescindível) o autor deste artigo obteve ótima percepção acerca da oposição, encontrando-se com os líderes da mesma e com um dos membros do *FSA* (anônimos devido a questões de segurança).



TenCel S. Edward Boxx, *USAF*

Recebeu o Bacharelado em Artes (*BA*) da Universidade de Texas–El Paso; o Mestrado em Ciências (*MS*) da *Embry-Riddle Aeronautical University*; outro Mestrado em Artes (*MA*) da *Air University*. É Bolsista em Defesa no *Washington Institute for Near East Policy*. Anteriormente foi o Diretor do Grupo de Coordenação do Componente Aéreo para a *Joint Interagency Task Force South* em Key West, Flórida, onde foi o responsável pela integração do equipamento da Força Aérea às operações de combate ao

contrabando aéreo e marítimo. Gerente de combate aéreo veterano é qualificado em aeronaves *E-3 AWACS* e *E-8 JSTARS*. Possui 1.500 horas de combate e apoio a combate no Oriente Médio em apoio á operações no Iêmene, Turquia, Arábia Saudita, Iraque e Afeganistão. Durante o desdobramento em 2006 em apoio à Operação *Iraqi Freedom*, participou

em operações aéreas em combate ao contrabando e ao emprego de dispositivos explosivos improvisados. Também tomou parte em missões aéreas em apoio à ZEAs no Iraque na década de 90. Formando da Escola de Oficiais de Esquadrão e da Escola de Comando e Estado Maior, publicou inúmeros artigos referentes ao poder aéreo.

PROFISSIONAIS CIBERNÉTICOS DAS FORÇAS ARMADAS E DA INDÚSTRIA PRIVADA

Parceria em Defesa da Nação

Transcrição e Revisão:

Cap Jeffrey A. Martinez, *USAF*

Cap Matthew R. Kayser, *USAF*

Abaixo apresentamos um Diálogo entre a MajGen Suzanne Vautrinot, Comandante da Vigésima-Quarta Força Aérea e Charles Beard, Oficial Chefe de Informática, da *Science Applications International Corporation*

As discussões estratégicas referentes à cibernética não mais se restringem a diálogo acadêmico. A tecnologia associada não continua limitada aos laboratórios de desenvolvimento da indústria privada ou governamental. A “defesa” da arena cibernética é imperativo nacional. Os problemas complexos cada vez mais forçam os líderes empresariais e governamentais a expandir a colaboração para alcançar soluções viáveis. As empresas ao redor do globo utilizam o domínio cibernético para oferecer produtos e serviços com maior rapidez e a menor custo, equilibrando, ao mesmo tempo, a necessidade de proteger os dados pessoais dos clientes. É uma questão de confiança. Da mesma forma, os comandantes militares cada vez mais empregam a capacidade cibernética integrada para gerar efeitos cinéticos, ou não, em campos de batalha, bem como para comando e controle (C2). É indispensável ao sucesso da missão salvaguardar dados críticos, permitindo, ao mesmo tempo, maior acesso sem intercepções ou manipulações.

Dois líderes em cibernética, a MajGen Suzanne Vautrinot, Comandante da Vigésima-Quarta Força Aérea e Charles Beard, Oficial Chefe de Informática e Vice-Presidente da *Science Applications International Corporation - SAIC* tomaram parte em uma reunião no dia 7 de novembro de 2012. Durante a troca de ideias, Beard relatou a jornada empreendida pela empresa para reduzir a área vulnerável a ataques cibernéticos e o desenvolvimento de ambiente empresarial que resultaria

em solução tecnológica singular para a Informática. A MajGen Vautrinot, não só articulou similaridades existentes na Força Aérea para defender o ciberespaço nacional, mas também destacou como ambos, a Força Aérea e a Indústria Privada, podem empregar a experiência adquirida em empreendimentos bem sucedidos, como a migração da SAIC, à medida que continuam a encaminhar-se rumo à postura de cibersegurança mais homogênea.

Com o consentimento de ambos, compartilhamos o diálogo empreendido por esses dois colegas e parceiros que possuem mútuo reconhecimento e respeito nesse domínio dinâmico. Além do mais, inclui as contribuições de cada uma das Alas ciberespaciais da Vigésima-Quarta Força Aérea, elucidando pontos principais e colocando em destaque os empreendimentos atuais, a fim de operacionalizar e normalizar o domínio ciberespacial.

Vautrinot – Não surpreende o fato de que suas tentativas são semelhantes as nossas. Existe verdadeira similaridade de experiência na área. A sua empresa tomou elementos significativamente diversos e mudou a dinâmica completamente—organizacional e tecnologicamente. Estou interessada em saber que mudanças organizacionais predominaram. Gostaria de aproveitar [a oportunidade] para utilizá-las ao levar avante a responsabilidade compartilhada para com este ambiente global em fase de mudança.

Beard – Responsabilidade compartilhada é o termo correto. Quando observamos o domínio, reconhecemos que o estilo de gerenciamento deve mudar. Aumentamos o número de dependências a 10.000 escritórios independentes. Embora resultasse em vantagem para o desenvolvimento de mercado e reação positiva do consumidor, acabou acarretando desvantagens administrativas em grande escala (Informática). A agilidade estratégica é necessária para engajar mercados globais múltiplos em ambiente computacional cada vez mais hostil. O primeiro passo foi definir e estabilizar o ambiente. Assim, foi necessário mudar a maneira de pensar acerca da Informática.

Vautrinot – Da mesma forma, também podemos considerar os comandos principais e organizações práticas nas forças armadas—todos muito talentosos, mas também muito discretos (. . .) O termo “cilindros de excelência” vem à mente. Do ponto de vista de operações militares, isso tem sentido, mas causa dificuldades, quando nos dirigimos à ameaças e riscos cibernéticos. Uma vez que a tecnologia pertinente e os

meios de comunicação cresceram de forma descentralizada, existe aparente inércia em reter aquela abordagem descentralizada. Ainda assim, os senhores demonstraram a necessidade de criar uma solução empresarial para melhor operar o que denominamos de empresa cibernética.

Beard – Para nós, o primeiro passo foi fazer aquela conexão, a fim de assegurar que possuíamos verdadeiro ponto de vista empresarial do ambiente, começando a operá-lo como um recurso empresarial—sem preocupar-nos com sua origem. A próxima ação foi começar a trabalhar com o governo, debatendo a necessidade de compartilhar dados referentes à ameaça, a fim de aperfeiçoarmos a postura cibernética. A SAIC opera ambientes de Informática em nome do governo. Possuímos dados de clientes em nossas redes e assumimos a responsabilidade pela sua custódia com toda a seriedade possível. Ao mesmo tempo, é uma empresa de capital aberto, com operações globais. Não podemos simplesmente adotar um ponto de vista centralizado nos Estados Unidos para solucionar o problema. Da mesma forma, seria impossível para a Força Aérea assumir tal posição. Fomos obrigados a mudar a referência intelectual administrativa para muitos, o que para uma empresa multinacional significou confrontar, de verdade, a questão cibernética.

Vautrinot – Em esferas aéreas e espaciais, contamos com a vantagem de desenvolver sistemas singulares muitas vezes especializados e superiores: aeronaves de quinta geração em transição à sexta, bem como satélites de ponta (. . .) inerentemente únicos. O enfoque sempre foi em sistemas militares. Mesmo assim, o ciberespaço é um ambiente global interconectado. Compartilhamos o mesmo ambiente artificial. A indústria “de ponta” encontra-se no mesmo nível. As forças armadas não se podem dar ao luxo—técnica ou financeiramente—de reagir independentemente. Necessitamos de responsabilidade compartilhada—indústria privada, governo, instituições de ensino, parceiros internacionais— alterando o ambiente para vantagem coletiva, fazendo com que haja responsabilidade mútua para alcançar o sucesso. Em terminologia militar, podemos mudar o domínio para oferecer liberdade de movimento aos aliados e negar a mesma aos adversários. Todos nós operamos no mesmo espaço, embora seja necessário calcular o risco e a reação à missão de modo um tanto diferente.

[Nota da Redação:] A fim de executar os processos de planejamento teóricos, o Pentágono está dividido em estruturas organizacionais hierárquicas que representam grupos restritos de perícia (diretrizes, inteligência, análise de programa, aquisições e orçamento). Essas equipes estão subdivididas em áreas ainda mais especializadas. Há pouco tempo o pessoal brincalhão começou a denominar suas organizações de “cilindros de excelência” e o termo pegou, porque na verdade é exatamente isso. Seu propósito é criar e fomentar grande perícia em grupos bastante restritos de proficiência. Esses peritos identificam questões e formulam opções e recomendações, passando-as à cadeia de comando de alta patente. De acordo, o planejamento e a tomada de decisões movem-se, em essência, de baixo para cima, transitando, teoricamente, por um tipo de tubo vertical. Antigamente eram denominados “canais competentes”. No entanto, “canal” deixa a impressão de trânsito horizontal.

Beard – Tudo tem a ver com gerenciamento de risco e reação sistemática. Voltando atrás aos meus dias no Comando Aéreo Estratégico [*Strategic Air Command – SAC*] quando operávamos no domínio nuclear, a missão de dissuasão era bem clara. Também compreendíamos muito bem a missão de ataque. A ordem do dia era o prepativo para ambas. Ao contrário de outros domínios nas forças armadas—terrestre, aéreo, marítimo e espacial—a projeção de força e a supremacia em domínio cibernético são bastante difíceis. Estamos operando com estruturas compartilhadas globalmente, onde o adversário possui posição de igualdade e até mesmo mais avançada.

Vautrinot – Observo dinâmica global similar em nosso apoio à missões de VANTs. A fim de garantir a missão, fomos obrigados a levar a cabo extensa pesquisa avançada para compreender as várias conexões da sequência de voo dos Estados Unidos ao estrangeiro. O sistema foi projetado para mais ou menos 180 pontos de contato, muitos não controlados pelas forças armadas, através de várias redes distintas, inclusive sistemas estrangeiros. O estabelecimento de relações com organizações comerciais e aliadas foi crítico. A segurança e a garantia

são extremamente interdependentes, o que o senhor também nota na indústria privada.

Beard – Na esfera comercial a interdependência iguala a continuidade de operações e o gerenciamento de riscos. Existe uma diferença em como percebemos a ameaça, mas a garantia da missão para dada empresa comercial é impulsionada, em grande parte, pelos mercados e posição geográfica em que operam, bem como o tipo de operações levado a efeito. O fato de que essas operações são realizadas em infraestrutura globalmente compartilhada é contexto importante que os executivos empresariais devem compreender, à medida que consideram os riscos.

Vautrinot – Os comandantes que apoiamos indicaram imperativo similar para acesso ininterrupto a dados confiáveis e passíveis de verificação. A garantia da esfera cibernética é tão fundamental à missão que não podemos nos dar ao luxo de perder a capacidade de comunicação—é essencial ao comando e controle militares.

Beard – Correto. Pode ser que dada empresa possua a melhor capacidade do mundo, mas mesmo assim, não consegue operar na esfera digital. Se não conseguir sustentar acesso ininterrupto à energia e à infraestrutura de comunicação é muito difícil contar com a sobrevivência da missão. Assim percebemos a grande similaridade entre comando e controle de missões militares e privadas, porque estamos tentando levar a efeito operações comerciais ao redor do globo. Se não consigo providenciar acesso à comunicações claras e energia ininterrupta, a continuidade comercial é prejudicada de forma dramática.

Vautrinot – Na esfera empresarial, deve-se ir além de conscientização. É necessário que as pessoas tomem parte ativa, compreendam a co-dependência e notem seu benefício para com o indivíduo. O debate em menor escala faz com que o efeito seja tangível e com que a mudança seja aceita. Uma empresa bem sucedida pode fazer uso disso para tomar novos rumos. Será que a percepção foi algo feito sob medida para cada indivíduo e depois ampliada, ou será que a liderança foi obrigada a impulsionar a conscientização da empresa, a fim de alterar o legado organizacional?

Beard – Na SAIC, tivemos a vantagem de contar com pessoas que possuem experiência em governo e indústria e que compreendem o fato de que a ameaça existe. Assim, começamos a traduzir aquele risco ao contexto comercial. Creio que o que descobrirá é que diversas indústrias comerciais já avançaram bem nesse sentido, já passaram por aquela experiência. É claro que a indústria especializada em serviços financeiros

está ciente do fato. Possui comitês dedicados ao estudo de risco em seus conselhos administrativos e é um dos muitos obstáculos que deve levar em consideração. Existem outras indústrias, como a de energia, onde a tomada de consciência está aumentando cada vez mais. Presenciam a trajetória da ameaça, mudando de simples compilação de inteligência à destruição operacional, como indicado pelo caso *da Saudi Aramco*.¹ Na esfera médica, pode ser que dada empresa passe uma década, gastando 10 bilhões de dólares para desenvolver produto ou medicamento, somente para ver sua cópia carbono ser lançada em país estrangeiro um ano antes da obtenção de autorização da *Food and Drug Administration – FDA*. Toda sua propriedade intelectual desaparece. Assim, a renda antecipada pela empresa para aquele produto para os próximos 10 anos é significativamente mais baixa. Os imperativos econômicos transformam-se em perigo real e imediato à economia nacional onde essas empresas operam, mas muitas ainda não compreendem as ameaças cibernéticas e seus possíveis impactos, tanto físicos como econômicos.

Vautrinot – Existe reconhecimento similar acerca da dependência cibernética. Contudo, não estou segura de que existe a percepção referente ao grau de dependência e nossa habilidade de levarmos a efeito todas as missões que são—voar, lutar e vencer no ar, espaço e ciberespaço. A demanda, à medida que avançamos, é criar um vínculo entre todos os elementos da missão (. . .) a tapeçaria operacional verso os fios da missão. À medida que expandimos o enfoque, devemos estar cientes disso para que haja o equilíbrio entre as tentativas operacionais e a habilidade de manter e defender as redes. A Vigésima-Quarta Força Aérea [*Twenty-Fourth Air Force*], a 689ª Ala de Comunicações de Combate [*689th Combat Communications Wing*] especializa-se em manter esse equilíbrio, ampliando a capacidade cibernética ao perímetro tático, em apoio ao combatente, ao mesmo tempo em que continua a oferecer comunicações defensíveis e confiáveis àquele perímetro.²

Beard – O fato é que certos usuários simplesmente não compreendem que o correio eletrônico é transmitido a servidores além das redes de nossa empresa e das fronteiras nacionais—talvez a países cujas leis de interceptação sejam diferentes das nossas. Erigimos todo tipo de empresas que dependem de cibernética, mas não compreendemos, na realidade, os problemas de segurança associados àquele domínio. Quando começamos a compreender o tipo de impacto real, vemos que é algo que intimida. Isso porque a liderança é essencial para podermos navegar pelo labirinto e extensão sem fim da confiabilidade de rede.

Vautrinot – No ambiente orçamentário atual, existe um fator que complica a situação: o comprometimento esperado dos recursos, na verdade, põe um fim ao diálogo e ao espaço para a tomada de decisões, antes que possamos explorar as opções disponíveis. A complexidade da transformação no ambiente empresarial vem a ser sua própria inércia. Se a cibernética está desordenada, ficamos então entalados entre a “entropia” natural do domínio e a inércia da decisão. A sua empresa foi obrigada a enfrentar esse tipo de situação?

Beard – Há pouco tempo ouvi um advogado sugerir que não era necessário para os membros do Conselho Administrativo ficarem bem informados acerca dos riscos em segurança cibernética porque as leis garantem a proteção daquilo que não sabem. Acho que é um ponto de vista bastante bitolado. Creio que no contexto do comércio privado—por exemplo, um banco, ou empresa de utilidade pública, indústria farmacêutica ou que possua contratos em defesa—a base dessas empresas é sua reputação e confiabilidade. Os conselhos administrativos das empresas pertinentes que exibem práticas sólidas em gerenciamento de riscos, sabem muito bem se estão em posição segura para julgar esses riscos. Para nós, o risco cibernético talvez seja o perigo principal que encaramos. No entanto, para um empreiteiro na indústria privada de defesa, pode ser que o maior risco seja o grupo de pessoas que se encontra em perigo de vida. Para uma instituição financeira seria crise de liquidez. A farmacêutica preocupa-se com a aprovação da *FDA*, a fim de fazer face às estimativas de vendas e ir ao encalço das cópias falsificadas de seus produtos que estão sendo piratadas ao redor do mundo. A questão é a boa articulação desse tipo de risco. A noção de que só basta erigir uma fortaleza ao redor do negócio, com defesas cibernéticas estáticas é simplesmente a versão digital da Linha Maginot.

Vautrinot – Concordo, as defesas estáticas não funcionaram durante a Segunda Guerra Mundial e não funcionarão em ambiente cibernético. Este é o motivo pelo qual na Força Aérea, o enfoque é em postura de defesa proativa. Não podemos esperar que um adversário penetre as redes para avaliarmos as vulnerabilidades. Estabelecemos equipes especializadas que varrem as redes em busca de vulnerabilidades, preferivelmente antes que sejam exploradas. O enfoque é identificar e defender aquelas interfaces essenciais ao sucesso da missão—O Gen Keith Alexander, Chefe do Comando Cibernético dos Estados Unidos [*US Cyber Command*], denomina essa capacidade de “reconhecimento /contra reconhecimento” [*recon/counter-recon*]. Uma faceta principal dessa tentativa é identificar e manter o enfoque em uma

“lista de recursos defendidos” [*“defended asset list”*] priorizados pelo Chefe, i.e., aquelas áreas essenciais que são obrigadas a operar durante ambiente contestado ou ataque. Isso bate diretamente com algo que já havíamos discutido: vincular as tentativas feitas contra a missão operacional. Poderíamos acessar um ambiente de rede e fornecer ao comandante que depende daquele sistema, dados precisos para tomada de decisão. Especificamente, será que ele pode basear-se no sistema de redes para cumprir a missão com êxito?

Essa postura proativa é apoiada pela partilha de vetores de dados e de ameaças entre a indústria e o governo. Um exemplo excelente é o Programa de Defesa Voluntária da Segurança Cibernética da Base Industrial do Departamento de Defesa / Garantia de Dados [*Department of Defense’s Voluntary Defense Industrial Base Cyber Security / Information Assurance Program*], um acordo pelo qual as empresas, que incluem uma série das maiores do país, colaboram com o Departamento de Defesa na Força Aérea, via a Equipe de Reação à Emergências em Informática da Força Aérea [*Air Force Computer Emergency Response Team*] sob a 67^a Ala de Guerra em Rede [*67th Network Warfare Wing*] e o Departamento de Segurança do Território Nacional [*Department of Homeland Security*], a fim de compartilhar dados sensíveis de ameaça para aperfeiçoar a defesa ciberespacial coletiva.³

Beard – O que começamos a notar agora, no setor empresarial, é a frustração de mantermos uma defesa estática. O tráfico subjacente de ataques cibernéticos atualmente favorece o adversário, da mesma forma que os dispositivos explosivos improvisados favorecem os insurgentes. Em contrapartida àquele modelo, entramos em parceria com a indústria e o governo, para o desenvolvimento de plataformas confiáveis que permitam defesas dinâmicas através de nossos produtos marca *Cloudshield*. Alternativamente, certas pessoas no mercado creem que está na hora de começar a revidar. Essa nova perspectiva é passar de defesa de rede à ataque. A minha preocupação é grande acerca de empresas particulares que assumem missões de ataque à redes de informática, com consequências extemporâneas, tanto para as agências encarregadas de fazer cumprir com a lei, como para outras agências governamentais.

Vautrinot – Geralmente, de acordo com as leis internacionais, o conceito de ataque fazia parte da responsabilidade das diferentes nações. No entanto, os limites geográficos não mais demarcam os protagonistas na ofensiva. Por exemplo, observamos empresas que alegam vender proteção em reação à interferência cibernética com o envio de comandos

de reinicialização ou redirecionamento do tráfego virulento. A natureza cibernética é que as empresas podem muito bem possuir a capacidade de ir além. Com isso, entrarão em conflito com as leis e estatutos éticos onde operam ou produzem efeitos. Infelizmente, as atuais diretrizes domésticas e internacionais não mantêm passo com os avanços em capacidade cibernética. Assim, existem cláusulas de derrogação e meios de escape, sem falar de lacunas administrativas gritantes que podem ser utilizadas por empresas audazes.

Na Força Aérea, a restrição não só existe em códigos de lei domésticos, mas também em diretrizes governamentais. Em geral, o Departamento de Proteção do Território Nacional é responsável pela defesa de recursos cibernéticos fora das redes do Departamento de Defesa. No entanto, não importa a organização envolvida. Os problemas são muito difíceis, quando tentamos atribuir uma invasão de rede a determinado agressor para decidir que agência será designada a tomar as ações necessárias. Isso, uma vez mais, destaca a necessidade de estrutura preestabelecida de partilha de dados entre o governo e a indústria privada que facilite a rápida ação contra eventos cibernéticos.

Os líderes de alta patente da Força Aérea certamente estão cientes das vulnerabilidades dos sistemas de rede nacionais, mas agora também existe intenso reconhecimento das oportunidades de capacitar a defesa e facilitar o sucesso da missão. Um grande exemplo foi o trabalho junto ao Comando de Transporte dos Estados Unidos [*US Transportation Command*] e o Comando de Mobilidade Aérea [*Air Mobility Command*]. Suas conexões não se limitam ao domínio *.mil*, mas também ao *.com*, bem como a habilidade de trabalhar com os parceiros industriais, a fim de assegurar movimento mundial. O resultado é que estão profundamente cientes da situação e isso impulsiona sua proatividade em termos de resolução. Ainda assim, em outros comandos existe resistência e crença de que suas redes são “privadas” ou separadas da *Internet* global e de seus inerentes adversários. Com respeito aos gabinetes independentes, o senhor percebeu o mesmo tipo de discrepância?

Beard – Sim, de fato. Contávamos com empregados, associados e até mesmo clientes que operavam de acordo com o que acreditavam ser “redes fechadas”. Assim, pensavam que não havia problema. Simplesmente não percebiam a necessidade de adicionar outras camadas de proteção ou fazer cumprir com as diretrizes referentes a suas atividades. O que denominavam de burocracia é o que denominamos de garantia de missão dentro do contexto de engenharia de sistemas.

Vautrinot – Sem dúvida, uma necessidade de união de esforço e com ele uma cadeia de responsabilidade bem definida—comando e controle. Certamente, os senhores estavam colocando em execução uma solução empresarial de acordo com motivos justificados e área de escritórios independentes notou essa importância. No entanto, existe resistência à perda daquilo que certas pessoas creem ser sua auto-realização—sua habilidade de controle. O que foi que lhe permitiu superar aquela resistência natural em campo e impulsionar a execução?

Beard – Diria três coisas: a primeira foi o compromisso para com a liderança: “estamos dispostos a fazer isso”; segundo, começamos a educar a liderança, gerência e grupos selecionados de empregados. Para nós foi algo de suma importância—o aumento de conscientização; finalmente, fomos obrigados a ver o contexto de segurança cibernética de outra forma. Foi necessário compreender aquilo que é imprescindível proteger e onde devemos estabelecer a confiança. Os resultados daquele exercício mudaram completa e materialmente a estratégia de defesa.

Vautrinot – Que graus de liderança foram necessários? Para nós seriam os comandos e práticas principais. Após o que podemos declarar, “Muito bem, estamos todos de acordo. Reconhecemos a ameaça e vamos todos caminhar rumo à mesma direção”. Assim, é nossa responsabilidade ajudá-los a compreender a justificativa para colocar em execução as medidas ou tomar a ação que pode ser localmente restritiva.

Beard – Correto, nem todos estiveram de acordo. Levou um grupo combinado composto de um oficial executivo chefe/oficial de operações chefe/oficial financeiro chefe e daí então partimos para o quebra-caco.⁴ Embora as pessoas compreendessem a decisão da liderança e a necessidade de fazer cumprir com as diretrizes, bem como monitoria, ainda assim desejavam autonomia. Desenvolvemos, então, dispositivos para oferecer autonomia, ao mesmo tempo preservando a postura de segurança. Isso foi feito no contexto de produtividade, providenciando ao pessoal aquilo que desejavam. O que foi impossível compreender 20 anos atrás, quando as operações no domínio digital começaram a evoluir, foi esta questão de risco cibernético. Surge agora como um espectro e não pode mais ser ignorada. Portanto, estamos em conflito. Meu desejo é proteger o usuário final, como cliente. No entanto existe outra responsabilidade: Pode ser que o cliente compreenda ou não, mas tento explicar. É impossível abranger todos os usuários, porque não conto com os meios necessários. Como poderia desincumbir meus outros deveres?

Vautrinot – Os senhores estão protegendo a viabilidade da entidade empresarial a longo prazo, da mesma forma que estamos

protegendo a viabilidade da missão e nosso apoio à nação, a longo prazo. Deve existir certa liberdade de ação em toda a empresa que permita tal proteção.

Creio que na indústria privada também existe o requisito de documentar, via relatórios, não a segurança cibernética em si, mas sua viabilidade como entidade empresarial na esfera da segurança cibernética. Se eu tivesse que fazer o mesmo, calculo que seríamos reprovados. No entanto, estamos nos movimentando rumo a conceito, onde existe gerenciamento, tanto na esfera de recursos, como na empresarial, mas somente nas redes *.mil* e *.seu*. Cada uma das redes de sistema de missão é definida separadamente e possui recursos e administração independentes. Em seu modelo, [por exemplo] haveria um “general” designado para controlar o gerenciamento de recursos para todas as interfaces das redes da Força Aérea, do início ao fim—precisamente o que os senhores foram obrigados a fazer na empresa privada. Certamente algo necessário, mas aprendi que a viabilidade operacional neste ambiente contestado requer mudança fundamental em recursos que seriam administrados centralmente—isso requer a utilização de sensores para capacitar a conscientização e reação proativa à ameaças dentro da rede. O primeiro passo – o gerenciamento de recursos – por si só é insuficiente, mas com os sensores – a fim de obtermos aquela percepção da situação para fazer com que o sistema reaja automaticamente—é o próximo passo. Como abordaram os senhores as mudanças em engenharia?

Beard – Isso fez parte da segunda jornada do processo—a instrumentalização e a análise de todas as vulnerabilidades da empresa e o escrutínio minucioso comparado àquela linha de base. Isso permitiu o preparo para a monitoria contínua. O motivo de sua importância leva-nos ao terceiro passo: Pode ser necessário *metamorfosar* [*morph*] minha rede, tendo como base a missão empresarial, dados de inteligência relacionados à ameaça acionável e o intuito de selecionar adversários ativos.

Vautrinot – Isso é onde as operações cibernéticas podem facilitar as operações da missão ou providenciar alternativas à mesma. Não necessitamos comandar e controlar a missão, mas devemos possuir visibilidade completa daquilo que está ocorrendo no ciberespaço e a capacidade de fazer os ajustes em tempo real para frustrar o posicionamento do inimigo. Isso dificulta muito mais os problemas encarados pelo inimigo e ao mesmo tempo preserva a eficácia da missão.

Beard – Exatamente. Porque se os adversários conhecem e compreendem sua rede melhor do que a Força Aérea, aí sim vão enfrentar problemas, e se a infraestrutura dos seus computadores for tão rígida que previne a alocação dinâmica, eles tomarão vantagem da situação. Daí então, uma vez mais as vantagens econômicas e operacionais estarão do lado do adversário. Foi por isso que mudamos para o modelo *hybrid cloud*—porque oferecia a oportunidade de movimentar as cargas de trabalho na esfera de dados e aplicação. Podemos agora tomar uma carga que normalmente operava via servidores específicos em um centro de dados específico e de forma dinâmica e designá-la a equipamento virtual que opera em centros de dados virtuais e em regiões geográficas bem distintas. A informação pode permanecer dentro do centro de dados, mas posso movimentá-la a diferentes lugares.

Vautrinot – De acordo com esse conceito, por exemplo, o tratamento de saúde de empregados não conta com dados médicos e o departamento financeiro não possui dados financeiros. A movimentação e o fornecimento de acesso a dados desejáveis dentro da empresa é o essencial. Cada departamento possui acesso aos dados, porém sem controlá-los como elemento segregado. O objetivo não deveria ser controlar, mas sim fazer com que dados confiáveis estejam à disposição a qualquer hora, em qualquer lugar. O problema é criar um ambiente continuamente ágil.

Parece que o termo “economia” em eficácia *IT* seja um tanto inapropriado. Quando entramos em contato com a *AT&T*, *Microsoft* e parceiros industriais, como o senhor, o investimento inicial para agilizar essa mudança não é somente um investimento em cultura e liderança empresariais, mas também em capital. Não só para economizar dinheiro durante toda a operação *IT* a longo prazo, mas um investimento financeiro *IT* em segurança cibernética. Como foi que sua empresa operou durante a dinâmica de investimento para determinar se a segurança cibernética seria um imperativo financeiro para a empresa? Qual foi a extensão daquela avaliação e diálogo?

Beard – Durante o investimento inicial o enfoque definitivamente não foi economizar, mas sim investir em agilidade estratégica e saber o que significaria para um empreendimento como o nosso – i.e., uma empresa global. Sabíamos que necessitávamos de agilidade em esfera empresarial. Assim, o objetivo foi a flexibilidade. É útil manter em mente não só a utilização da tecnologia, mas também como virtualizar as empresas, recombinação-as. Na verdade, a *SAIC* está passando por esse

tipo de processo agora mesmo. A *IT* deve ser vista como benefício e não como obstáculo a sobrepujar.

Vautrinot – A cibernética no contexto que descrevemos é uma missão e a viabilidade (de operação) sem ela, não existe. Apesar da situação econômica nacional que agora enfrentamos, devemos fazer com que o diálogo passe de redução de custo a imperativo de defesa e seja, assim, digno de investimento do ponto de vista da estratégia nacional.

Beard – Do ponto de vista orçamentário separamos a cibernética do geral, tratando-a como investimento estratégico. Se percebermos a *IT* como item de despesa a oportunidade desaparece. Através dos anos assessoriei uma série de empresas que buscavam reduzir o custo da *IT*, a fim de alcançar a meta orçamentária. No entanto, o segredo que ninguém revela é que acabavam assumindo a dívida técnica que não faz parte do balancete (déficit não financiado) e que também não é registrado como risco empresarial.

Vautrinot – Segundo a lógica, minha “dívida técnica” é a falta de automatização e presença de sensores, o que faço manualmente – de fato, uma mão-de-obra enorme não sustentável ou apropriada a ambiente cibernético dinâmico. Isso exige outras operações, a fim de reagir a problemas e inibe a aquisição de soluções, recursos e sensores automáticos.

Nossas tentativas de passar de rede dispersa, gerenciada pela dependência à rede única, homogênea e administrada centralmente permitirão o seguimento com os necessários sensores e automatização para liberar os recursos e operações robustas em rede, imprescindíveis à indústrias globalizadas, como a sua e à operações militares. Até então, tudo isso garante enorme custo final.

Beard – Todos sabem que uma postura reativa é mais cara. Jamais faríamos isso com um empreendimento de desenvolvimento de sistema de armas—tentamos projetar engenharia sólida logo no investimento inicial. É muito mais econômico, a longo prazo.

Vautrinot – A suposição é de que, no mínimo, podemos solucionar aquilo que podemos ver. Mas que tal aquilo que completamente desconhecemos?

Beard – Isso sim é inaceitável. Para propósitos da Lei [*Sarbanes-Oxley Act*], por exemplo, requer-se a instalação de controles pertinentes.⁵ Aquilo que desconhecemos força-nos a raciocinar antes de agir, antes que a tensão se torne violenta [*“left of bang”*]⁶. Mas isso então nos leva a perceber que não podemos proteger tudo. Assim, que tal um diálogo de

negócios ou assuntos militares acerca de recursos—como recursos de dados—que desejamos proteger.

Vautrinot – É o que denomino de lista de recursos defendidos, mas de forma abstrata e não empresarial. Trabalhamos individualmente com o Centro de Controle de Transporte Aéreo de Tanques [*Tanker Airlift Control Center – Planeja, agenda e dirige frota de mais de 1.300 aeronaves em apoio a combate para transporte aéreo estratégico em combate e evacuação aeromédica*], bem como com um dos muitos centros de operações, a fim de demonstrar tal dinâmica. Mas não podemos empregá-la no setor empresarial porque não podemos “ver” ou controlar os recursos cibernéticos da empresa.

Beard – Às vezes, no escritório, recebo uma chamada: “Estou com este problema urgente de segurança. Ajude-me, por favor.” As primeiras perguntas que faço são: “Quando foi que percebeu que devia proteger o recurso?” e “Quando soube que havia um problema?” Se não estava na lista de recursos defendidos, nada fiz proativamente em termos de proteção, e se foi exfiltrado ou manipulado, especificamente, não tentei assegurar sua saída ou preservar sua linha de base. Assim, se a lista de recursos defendidos estiver incompleta é bem difícil desenvolver e colocar em execução uma diretriz cibernética para proteger e defender aqueles recursos. Aqui, o jogo é de equipe. É a responsabilidade compartilhada para garantir missões incrivelmente dinâmicas. Simplesmente, se acabamos de adquirir um aplicativo de segurança, no momento em que é colocado em operação, já está obsoleto. Assim, existe uma ameaça assimétrica, quando se tenta reagir segundo processo tradicional. É contraproducente. É por isso que estamos tentando mudar o jogo.

Vautrinot – Exatamente. É por isso que estamos construindo uma plataforma constantemente adaptável. Para fazer uma comparação com as operações espaciais, defino a interface da carga útil como a plataforma. Isso quer dizer que sou a proprietária da plataforma e da empresa e posso adaptá-la em tempo real. Por exemplo, sob o Cel Paul Welch, o Comandante da 688^a Ala de Operações de Informática [*688th Information Operations Wing*], projetamos a Plataforma de Operações de Informática [*Information Operations Platform*], a fim de oferecer uma estrutura aberta e bem acreditada para o rápido lançamento de outros aplicativos de terceiros.⁷ Essa habilidade de permutar os dispositivos permite seu rápido destacamento e posicionamento em campo, oferecendo operações dinâmicas e reativas para a Força Aérea e para as operações ciberespaciais do Departamento de Defesa. Oferece flexibilidade—como caça leve, que pode ser configurado para *ar-terra* em

dada missão e para missão *ar-ar* em outra. A diferença é que se reconfigura o caça para atuar durante horas/dias, enquanto que em cibernética a reação deve ocorrer em questão de segundos.

Beard – Digamos que meu sistema de detecção de invasores tenha sido penetrado e necessito de algo novo. A base de programas (*software*) faz parte de uma plataforma e não é negociável, assim a plataforma (*hardware*) do equipamento em si, não muda. Posso destacá-la agora mesmo. É esta máquina sigilosa com controles fora de banda que só nós podemos ver, mas que nela consigo colocar diferentes cargas úteis.⁸ Os escritórios independentes podem fazer o que devem, mas a empresa ainda assim domina a rede dos mesmos. É o truque—comando e controle em esfera empresarial com execução descentralizada, um ambiente dinâmico que oferece agilidade à empresa e cria “confiança” na plataforma que é altamente configurável e que permite vigilância antes do início das hostilidades.

Vautrinot – A intenção é de que à medida que continuamos a refinar nossa habilidade neste domínio vamos passar de postura reativa à proativa e apresentar alvos ágeis, providos de sensores, aos adversários. Todos nós, governo ou indústria privada, fazemos parte do mesmo tipo de negócio: Confiabilidade. E devemos utilizar o capital intelectual disponível e a tecnologia de ponta para proteger a informação e sistemas, a fim de evitar que sejam vinculados à amplas cadeias maliciosas [o custo global para remediar o problema em 2011 foi de \$388 bilhões de dólares].⁹ A jornada cibernética da nação é responsabilidade compartilhada e é pessoal—somente através do desenvolvimento de parcerias podemos continuar a defender esta nação no ciberespaço.

É difícil compreender o âmbito sem fim deste domínio. Durante os próximos 60 segundos: o correio eletrônico enviará 168.000.000 mensagens; o *Facebook* atualizará 695.000 dados; e o *Google* processará 690.000 buscas.¹⁰ À medida que as oportunidades oferecidas continuarem a aumentar geometricamente, assim também as vulnerabilidades.

Aqueles presentes saíram da sala não só com um melhor entendimento das dificuldades futuras, mas também com maior reconhecimento do trabalho colaborativo entre o governo e a indústria privada para salvaguardar os dados essenciais nos quais se baseiam as empresas, os comandantes das forças armadas e a nação.

Notas

1. No dia 15 de agosto de 2012, em uma das ações mais destrutivas de sabotagem em informática, um vírus apagou os dados de três-terços dos computadores da *Aramco*, uma empresa da Arábia Saudita, substituindo os dados com uma bandeira norte-americana em chamas. Devido ao ataque, a empresa foi forçada a substituir dezenas de milhares de discos rígidos.

2. A missão da *689th Combat Communications Wing* é treinar, destacar e suprir comunicações especializadas e expedicionárias, controle aéreo e sistemas de aterrissagem durante operações humanitárias, de assistência e de combate, a qualquer hora, em qualquer lugar. Para manterem-se atualizados com o ambiente estratégico em rápida mudança, os comunicadores em combate baseiam-se em grande parte na indústria para o suprimento de tecnologia a varejo, que torna possível a operação, defesa e expansão da capacidade cibernética nos locais mais áusteros e da maneira mais eficaz possível.

3. É um desafio constante assegurar a defesa de dados e sistemas militares – por meio de defesa e ataque de redes de informática. A *67th Network Warfare Wing* executa operações de rede para a Força Aérea, defesa, ataque e exploração, a fim de criar efeitos ciberespaciais integrados para a *Twenty-Fourth Air Force* e os comandantes combatentes. A Ala opera segundo os documentos de autorização atualizados do Departamento de Defesa para proteger os dados e sistemas da Força Aérea e do *DoD* e, a fim de assegurar liberdade de manobra no domínio cibernético. A *67th* inclui os operadores da rede responsáveis pela operação diária das redes da FA. Extensa colaboração entre o pessoal da Ala e outras organizações civis e governamentais assegura a partilha contínua de dados de ameaça cibernética através de entidades públicas e particulares.

4. Da mesma maneira que um “toro em loja de porcelana” estilhaça a mercadoria, neste caso, a introdução de processos de segurança cibernética rompeu os processos do comércio normal.

5. Existe um projeto de lei do Congresso, colocado em vigência em 2002, a Lei *Sarbanes-Oxley*, no Senado denominada de Reforma de Contabilidade de Empresas Públicas e Lei de Proteção ao Investidor, e na

Câmara dos Vereadores de Lei de Responsabilização e Auditoria Empresarial e Lei de Responsabilidade [*Corporate and Auditing Accountability e Responsibility Act*]. Esse foi colocado em vigência, devido a série de grandes escândalos empresariais e de contabilidade, inclusive aqueles da *Enron* e *WorldCom*.

6. O termo *left of bang* refere-se a período de tempo durante o qual cada incidente marcado é um “banguê.” Atividades à direita [após] do banguê [*right of bang*] são reações ao incidente. As *left of bang* são ações proativas em preparativo para tais eventualidades.

7. A *688th Information Operations Wing* providencia essas operações comprovadas de dados e capacidade de estrutura (engenharia) integradas através do ar, espaço e ciberespaço. Essa Ala desenvolveu processo de desenvolvimento de ferramenta rápido acompanhado de programa de aquisição acelerado que reflete abordagens imediatas a médio e longo prazos. A estrutura de inovação envolve o *Air Force Materiel Command (AFMC)* operando junto com o *Air Force Space Command*, a fim de estabelecer um centro para inovação cibernética para providenciar capacidade cibernética eficaz a preço razoável, tais como a Plataforma de Operações de Informática [*Information Operations Platform*], dentro do período de tempo apropriado para apoiar o combatente conjunto.

A *688th* expande as inovações alcançadas pelo tópico de interesse da pesquisa, patrocinadas pelo Coronel Welch, ao entrar em parceria local com a perícia em ciências e tecnologia do Laboratório de Pesquisa da Força Aérea [*Air Force Research Laboratory*] simultaneamente unindo-se aos pares em aquisição, tais como o Cel Chris Kinne, do *AFMC* em San Antonio, a fim de expandir a autoridade de aquisição local delegada pelo Gabinete do Secretário da Força Aérea, Encarregado de Aquisição, [*Office of the Secretary of the Air Force for Acquisition*]. Requer-se grupo estabelecido e diversificado em conhecimento para complementar a perícia do departamento em desenvolvimento cibernético. O TenCel Jim Smith lidera a presença do Centro de Provas Operacionais e Avaliações da Força Aérea [*Air Force Operational Test and Evaluation Center*] nesta nova organização, a fim de testar e verificar a eficácia das capacidades propostas em ambientes operacionais.

8. O controle fora de banda passa os dados de controle em conexão separada dos dados principais.

9. *Norton Cybercrime Report 2011*, Symantec Corporation, 7 September 2011, http://www.symantec.com/content/en/us/home_homeoffice/html/cybercrimereport/.

10. “60 Seconds—Things That Happen On Internet Every Sixty Seconds,” GO-Gulf.com, 1 June 2011, <http://www.go-gulf.com/blog/60-seconds/>.

O Roteamento e Assessoramento em Auxílio ao Planejamento de Missões de Apoio Durante Calamidades

Capitão Luís E P C Cordeiro, FAB

“A Força Aérea Brasileira (FAB) tem como missão Constitucional a defesa da Pátria, a garantia dos poderes constitucionais; e, por iniciativa desses últimos, a manutenção da lei e da ordem”.¹ “Como atribuições subsidiárias cabe também à Aeronáutica cooperar com o desenvolvimento nacional e com a defesa civil, de acordo com a determinação do Presidente da República.”²

Essas atribuições, também denominadas missões complementares, surgiram com o advento da Diretriz Nacional de Defesa, implantada pelo Presidente Fernando Henrique Cardoso em 1996, como parte de uma estratégia defensiva de dissuasão e diplomacia voltada à paz. Sua importância, para os militares brasileiros, seria maior do que a missão de manutenção da lei e da ordem. Esse fenômeno seria justificado, no entendimento da autora citada abaixo, pelo fato de que:

“Em um país que apresenta um dos piores níveis de distribuição de renda do mundo, as Forças Armadas levam comida, atendimento médico, assistência social e até serviço religioso às populações carentes das mais longínquas regiões do território nacional. Constroem estradas e socorrem vítimas da seca e de enchentes; prestam assistência permanente a povoados situados em fronteiras distantes – por vezes, são o único contato dessas populações com o mundo moderno”.³

Verificamos então que as FFAA brasileiras deverão, caso seja ordenado pela Presidência da República, atuar em apoio aos órgãos de Defesa Civil para cumprir as missões. Nos últimos anos, isso tem se

materializado em várias operações, de apoio à populações isoladas pela seca dos rios, ao combate a incêndios em parques florestais.

A Operação Santa Catarina

Particularmente no ano de 2008, a FAB tomou parte em auxiliar a população do vale do rio Itajaí, no estado de Santa Catarina durante as inundações e deslizamentos de terra. Naquela ocasião, a Força Aérea transportou 1900 pessoas e 415 toneladas de doações, mobilizou diversas aeronaves de transporte e asas rotativas e deslocou, montou e manteve um Hospital de Campanha.⁴



FAB em Santa Catarina – Fotos FAB Sgt. Perfolli

A responsabilidade pelo planejamento das operações da FAB na região ficou com o comandante do Quinto Comando Aéreo Regional (V COMAR), cuja missão é coordenar, controlar e executar as atividades administrativas e logísticas necessárias ao funcionamento das organizações sediadas sob sua jurisdição; realizar ações de segurança e defesa de sua competência; representar o Comandante da Aeronáutica e o comando territorial da área pertinente. O Comandante do V COMAR designou um oficial superior para coordenar os voos das aeronaves que atuavam durante aquela Operação. Esse militar passou então a coordenar todos os empreendimentos sob um só comando operacional no

Aeroporto de Navegantes. O aeródromo recebia os mantimentos transportados pelos aviões de carga. Ali eram selecionados e separados para transporte à região isolada, via helicópteros.

A distribuição de mantimentos transporte de necessitados ou equipes de resgate eram repassadas à coordenação da força aérea pelo representante da Defesa Civil naquele Aeroporto, ou de acordo com os relatos daqueles que retornavam das missões. Após processar os informes, planejavam-se e realizavam-se novos envios às áreas atingidas.



O Problema

Observou-se que o assessoramento dos tripulantes de helicópteros era primordial ao planejamento, pois esses conheciam as capacidades e limitações das aeronaves envolvidas. Estavam também atualizados com a Doutrina de emprego para esse tipo de operação. Percebendo a necessidade, os próprios militares, passaram a exercer a função de assessoria, já que a legislação existente não prevê tal cargo na estrutura de coordenação.⁵

Devido a essa experiência, este autor, durante o curso de especialização de oficiais da FAB, resolveu pesquisar soluções que pudessem aperfeiçoar o sistema de coordenação e planejamento em voga,

primeiro comprovando a necessidade de auxílio por parte dos tripulantes e, segundo, verificando a qualidade de dispositivo de auxílio para a tomada de decisões em planejamento da distribuição de cargas e rotas utilizadas pelos helicópteros.

Definição da Pesquisa

O objetivo da pesquisa foi verificar se os métodos propostos aperfeiçoam a qualidade em planejamento de determinado tipo de missões.

O cálculo de nível de qualidade, foi a satisfação das expectativas de duas soluções. Durante a simulação, a percepção do usuário foi a base. Após a avaliação final, verificou-se como as soluções propostas diferem da solução atual, em termos de qualidade. Considerando que um produto de qualidade é aquele que atende às necessidades dos clientes e promove a satisfação com o produto, concluímos que se o cliente está satisfeito com o produto, esse é de qualidade.⁶

Nosso “cliente”, neste caso específico, é o oficial responsável pelo planejamento das missões aéreas simuladas realizadas por helicópteros. Esse recebe os mantimentos na sede de operações, gerencia a distribuição e transporta os desabrigados aos pontos de triagem e apoio.

Inicialmente o enfoque da pesquisa foi confirmar a necessidade de colocar em execução as soluções propostas (assessoria oferecida pelos tripulantes e auxílio matemático). Em seguida, verificar as soluções propostas, de acordo com o ciclo Planejar, Executar, Checar e Agir [Plan, Do, Check, Act – PDCA].⁷ As Forças Armadas dos Estados Unidos utilizam o ciclo OODA do Cel John Richard Boyd, ou seja, Observar, Orientar, Decidir e Agir [Observe, Orient, Decide, Act].

O processo de operação passou pelas seguintes fases: 1^a Planejamento (P) de entrega de mantimentos e busca de desabrigados, sem o assessoramento e sem a ferramenta de auxílio à tomada de decisão; 2^a Execução (D); 3^a (C) verificação de tempo gasto e a mão de obra necessária para a obtenção de resultados; 4^a (A) Ação, com a simulação de execução do assessoramento pelo aeronavegantes e a

utilização do software de roteamento, onde registramos a qualidade dos produtos, de acordo com a satisfação dos clientes.

Público Alvo

Segundo a legislação em vigor, qualquer oficial superior da FAB pode ser designado para servir de oficial de ligação entre os órgãos de Defesa Civil, em missão de apoio à calamidades. Sendo assim, a decisão foi definir o público alvo, neste caso os alunos do curso de aperfeiçoamento de oficiais do 1º semestre de 2012, já que os mesmos, ao término do curso, estarão aptos a assumirem funções de oficial superior.

No total, a pesquisa inicial abrangeu 90 oficiais e 12 especialidades: Aviadores, Médicos, Dentistas, Comunicações, Suprimento, Intendência, Meteorologia, Infantaria, Engenharia, Controladores de Tráfego Aéreo, Fotografia e Especialistas em Aeronaves.

Já para o teste da situação problema, participaram 18 militares, em 8 especialidades: Aviadores, Dentistas, Infantes, Médicos, Comunicações, Engenheiros, Intendentes e Especialistas de Aeronaves.

Simulação do Problema

Após explicar a situação problema, o militar decidia se aceitaria o assessoramento das tripulações. Seguiu a próxima fase, com a apresentação do auxílio com a capacidade, volume e peso de carga de cada helicóptero, bem como velocidades, autonomia e cópia do mapa da região com escalas, utilizando coordenadas cartesianas graduadas em milhas náuticas, de modo a facilitar o planejamento.

A fase seguinte oferece a solução baseada na Teoria do Caixeiro Viajante ou Roteamento. Essa Teoria define a melhor rota, os locais a visitar e a carga a ser transportada/retirada, após definir os parâmetros de importância para o planejador: menor distância, menor tempo, maior capacidade de carga, menor consumo, etc.⁸

Durante a simulação, definimos como parâmetro o menor custo, calculando as características das aeronaves e o software Logware

(Copyright 1992-1999 Ronald H. Ballou) no modo Router. Torna possível determinar a capacidade de carga dos veículos, o custo horário, os pontos de partida e parada – somente entrega – ou coleta simultânea, bem como o tempo máximo em rota.

Definiu-se então que cada helicóptero decolaria de certa base de apoio, transportando carga para distribuição em determinados locais, embarcando possíveis desabrigados que seriam transferidos ao ponto de partida do helicóptero. Após a triagem seriam trasladados a outros pontos de apoio em outras cidades, fazendo parte do cálculo de carga a ser transportada junto com os mantimentos.

Em conclusão, os participantes preencheram um questionário para calcular a qualidade das soluções propostas.

Abaixo, ilustração Modelo proposto por Passos em 2004 para a atualização da roteirização como ferramenta de auxílio no planejamento de missões em apoio a calamidades.



Resultados

Procuramos incluir neste trabalho o maior numero de especialidades possíveis. Verifica-se o resultado da abrangência da pesquisa na Tabela 1, abaixo.

ESPECIALIDADE	QUANTIDADE	PORCENTAGEM
Aviadores	44	47,3%
Dentistas	5	5,4%
Infantaria	7	7,5%
Fotografia	2	2,2%
Médicos	3	3,2%
Comunicações	3	3,2%
Esp. Aeronaves	5	5,4%
Cont. Traf. Aéreo	2	2,2%
Meteorologistas	2	2,2%
Suprimento	2	2,2%
Engenharia	5	5,4%
Intendência	10	10,8%

No entanto, percebemos que a experiência prévia dos aviadores poderia influenciar o resultado das percepções e do planejamento simulado. Dessa maneira, resolvemos dividir o grupo de avaliação geral em dois (2) grupos: os aviadores (AV) e os não aviadores (NAV). Procedemos à comparação, primeiro do resultado entre os grupos e então do grupo geral.

A fim de constituir os grupos de planejamento simulado (segundo questionário), procuramos manter a mesma proporção entre aviadores e não aviadores, de modo a manter o espaço amostral semelhante ao do primeiro questionário.

Composição do grupo testado:

ESPECIALIDADE	QUANTIDADE	PORCENTAGEM
Aviadores	9	50,0%
Dentistas	1	5,6%
Infantaria	2	11,1%
Médicos	0	0,0%
Comunicações	1	5,6%
Esp. Aeronaves	2	11,1%
Engenharia	1	5,6%
Intendência	0	0,0%

Necessidades do Cliente

Procurando atender às necessidades do cliente e oferecer um produto que traga satisfação, inicialmente a intenção foi verificar a aceitação dos produtos apresentados ao cliente especificado.

Conseqüentemente, apresentamos duas soluções distintas como alternativas à ausência de padronização do planejamento de operações aéreas em apoio à calamidades, sendo este considerado o método atual.

Pergunta 1: Se acionado para servir de coordenador, em que medida um assessoramento seria necessário?

A fim de estabelecer os parâmetros de correlação, adicionamos que: quando o assessoramento fosse dispensável à dada missão significaria que essa seria cumprida sem o mesmo; quando desejável talvez não fosse tão bem cumprida; quando determinante, só seria bem cumprida com seu emprego; quando necessário para ser bem sucedida, seria comprometida sem seu uso; e quando imprescindível, significa que não poderia ser cumprida sem seu uso.

Tabela 3 - indica, de forma individual, a percepção dos grupos

Assessoramento	Pontuação	Ferramenta de Cálculo
Dispensável	1	Muito Inútil
Desejável	2	Inútil
Determinante	3	Indiferente
Necessário	4	Útil
Imprescindível	5	Muito Útil

Quando os dados são computados em conjunto no Gráfico 1, percebemos a diferença em percepções, em relação a cada grupo:

Gráfico 1

No grupo como um todo, 66,7% dos militares considerou o assessoramento necessário ou imprescindível, justificando assim a execução da solução de assessoramento.

Pergunta 2: Qual a utilidade de ferramenta de auxílio para planejar a distribuição de cargas entre os vetores e encontrar as rotas mais econômicas.

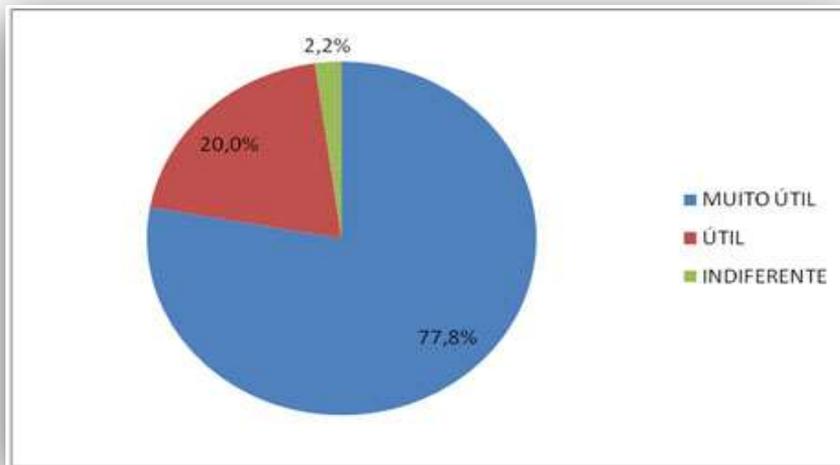
Opções: Muito Útil, Útil, Indiferente (de acordo com o bom senso) Inútil e Muito Inútil.

Tabela 4 - indica, de forma individual, a percepção dos grupos

	Grupo 01	Grupo 02
Muito Inútil	00,0%	00,0%
Inútil	00,0%	00,0%
Indiferente	2,3%	2,2%
Útil	20,5%	19,6%
Muito Útil	77,3%	78,3%

Assim, a percepção geral do grupo resultou da seguinte maneira:

Gráfico 2



Quanto à necessidade de ferramenta de cálculo matemático, é pequena a diferença em percepção entre os grupos 1 e 2, sendo o resultado final praticamente idêntico ao dos grupos (isoladamente). De posse desse resultado, justifica-se a implantação da proposta de utilização do roteamento.

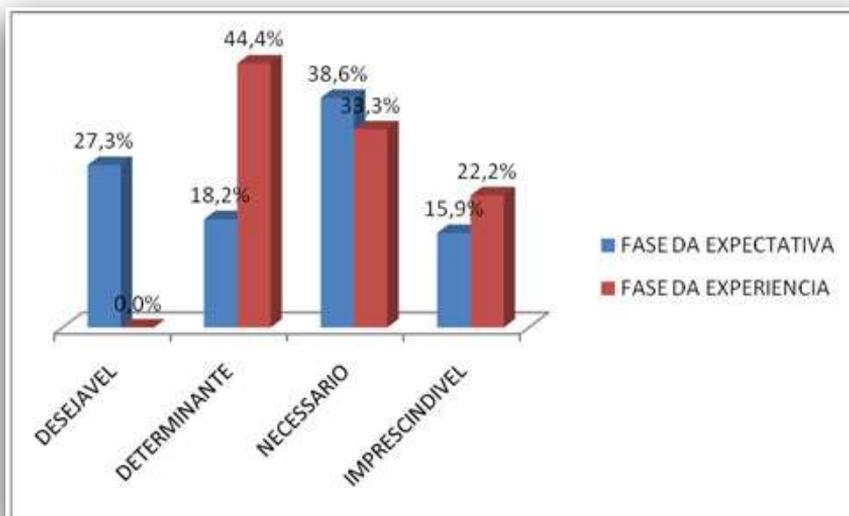
Com a confirmação da expectativa positiva do grupo acerca das soluções apresentadas, partiu-se então, dentro do ciclo PDCA, para as fases de execução das ações planejadas e análise dos resultados obtidos.

Necessidades Pós-Simulação

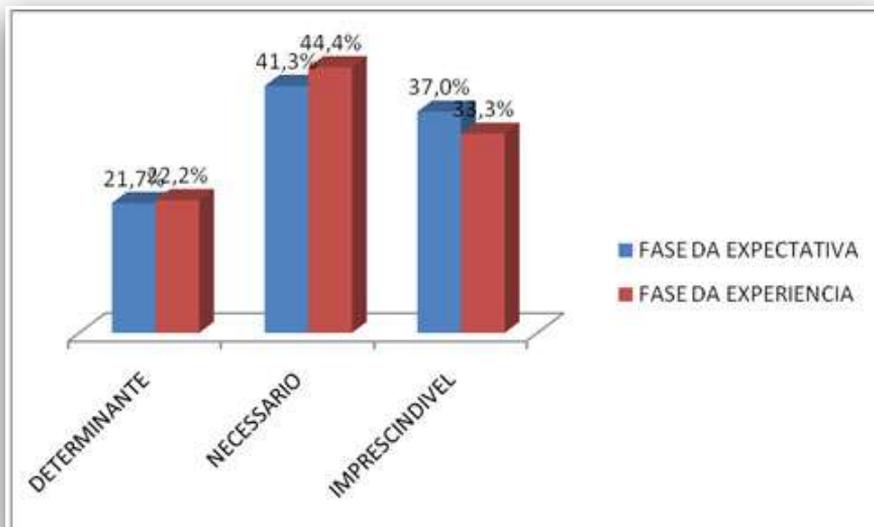
Durante o emprego da fase análise dos resultados obtidos, dentro do ciclo PDCA, utilizamos um segundo questionário com a intenção de verificar a qualidade do produto oferecido, de acordo com a satisfação das necessidades e expectativas dos clientes. Isso ocorreu após a simulação planejada.

A formulação das perguntas foi semelhante à do primeiro questionário, sendo que antes o cliente tomava a decisão baseado em uma expectativa do problema, e agora sua base era a experiência do problema proposto.

No grupo 1 percebeu-se aumento em importância do assessoramento, indicado no Gráfico 3.

Gráfico 3

Já no grupo 02, a mudança não foi praticamente significativa:

Gráfico 4

Pelos dados coletados, podemos então supor que, talvez devido à previa experiência, o grupo de aviadores tenha comprometido a expectativa quanto à complexidade da missão e, conseqüentemente, a necessidade de um assessoramento técnico. Por outro lado, tal fator não influenciaria os não aviadores, devido a ausência de experiência prévia. Percebe-se, inclusive, uma redução no número daqueles que achavam o assessoramento imprescindível, em comparação com um aumento da parcela que o considerou necessário.

Dessa maneira, a primeira pergunta obteve sua resposta - a necessidade de assessoramento no planejamento das missões aéreas.

Quanto à segunda solução, que utilizou o roteamento para auxiliar no planejamento, 100% dos entrevistados em ambos os grupos classificaram o sistema proposto como muito útil. Assim, a segunda pergunta foi satisfeita - a utilidade dos métodos de roteamento como ferramenta de auxílio ao planejamento de operações aéreas.

Problemas da Pesquisa - Solução

Segundo os conceitos descritos, quanto maior a satisfação do cliente com devido produto, melhor a qualidade do mesmo. Para avaliação de qualidade, consideramos a pontuação da Tabela 5 para as perguntas pós-teste:

Assessoramento	Pontuação	Ferramenta de Cálculo
Dispensável	1	Muito Inútil
Desejável	2	Inútil
Determinante	3	Indiferente
Necessário	4	Útil
Imprescindível	5	Muito Útil

Para mensurar a qualidade das propostas apresentadas, consideramos que todos os indivíduos satisfeitos com o modelo atual assinalariam 1 na resposta, tanto na primeira como na segunda questão. Assim, dentro de um grupo de 18 indivíduos, a pontuação que exprimiria a maior aprovação do modelo atual, em relação ao proposto, seria a de 18 pontos, e a maior aprovação do modelo proposto, em relação ao atual, seria a de 90 pontos.

A primeira proposta atingiu 64 pontos, tendo assim uma aprovação aproximadamente 3,5 maior do que a atual. Já a segunda proposta atingiu a pontuação máxima de 90 pontos, resultando, assim, em uma aprovação 5 vezes maior do que a atual. Dessa maneira, para o grupo testado e sob condições de simulação, consideramos respondida a terceira pergunta - a diferença de qualidade das soluções atuais e as apresentadas, baseadas nas percepções dos usuários.

Conclusão

A produção deste trabalho teve como ponto de partida a inquietação do autor durante a Operação Santa Catarina. Este trabalho utilizou dois exemplos para responder como o assessoramento por parte dos tripulantes e a utilização de modelos de roteirização influenciaram a qualidade do planejamento de operações aéreas em áreas atingidas por calamidades.

Inicialmente, procuramos verificar a necessidade da utilização das soluções propostas, tendo como base a expectativa dos usuários através de pesquisa. Em seguida, elaboramos um teste, utilizando situações reais vividas pelo autor para testar as soluções. Após a aplicação do teste, prosseguimos com outra pesquisa para elucidar se houve mudança de percepção dos usuários em relação à expectativa prévia (anterior à simulação) e para medir a possível diferença em qualidade das soluções atuais e propostas.

Observamos que o assessoramento especializado satisfaz as expectativas de todos os indivíduos testados, em diferentes graus de necessidade. No entanto, devemos ressaltar a diferença em percepção da necessidade de assessoramento entre o grupo de aviadores e de não-aviadores.

Talvez se deva a erro de julgamento referente à complexidade da missão. Possivelmente os pilotos pensem ser a missão menos complexa, ou o assessoramento sem importância. Isso de certo modo indica o fato de não existir na Doutrina atual tripulante operacional para servir de adjunto ao coordenador de operações aéreas.

Já a utilização de software, que emprega modelo de roteamento e diminui o tempo de cálculo de rotas e de divisão de cargas, satisfaz plenamente as expectativas dos entrevistados. Faz-se necessário, então, a definição de sistema que consiga atender as necessidades da força

neste tipo de missão, como já acontece em atividades de logística da FAB.

Para o grupo testado e sob condições de simulação concluímos que as soluções propostas oferecem maior qualidade do que a atual. Com isso respondemos a questão inicial do problema apresentado.

NOTAS

1. Brasil. Presidência da República. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988,
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constitui%C3%A7ao.html

2. Brasil. Presidência da República. LEI COMPLEMENTAR Nº 97, DE 9 DE JUNHO DE 1999,
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp97.html

3. Santos, M.H.C. A Nova Missão das Forças Armadas Latino-Americanas no Mundo Pós-Guerra Fria: O caso do Brasil,
<http://www.scielo.br/pdf/rbcsoc/v19n54/a07v1954.pdf>,

4. As informações e fotos contidas neste artigo foram baixadas do site oficial da Força Aérea Brasileira da Missão de Ajuda Humanitária denominada Operação Santa Catarina,
http://www.fab.mil.br/portal/operacoes_aereas/santa_catarina/

5. Brasil. Comando da Aeronáutica. IMA 55-26. Emprego da Força Aérea Brasileira em Apoio às Ações de Defesa Civil. Brasília, DF, 1995.

6. Os conceitos de qualidade e cliente foram extraídos dos conceitos contidos na obra de Juran, J.M. Juran's Quality Handbook,
http://www.ebook3000.com/Juran-s-Quality-Handbook-by-J-M--Juran_6930.html

7. As explicações sobre o entendimento e os conceitos do ciclo PDCA foram extraídos de Oribe, Y. C PDCA: origem, conceitos e variantes dessa idéia de 70 anos,
<http://www.ubq.org.br/conteudos/detalhes.aspx?IdConteudo=339>

8. A ideia da utilização da Roteirização com Coleta e Entrega Simultânea como auxílio ao planejamento neste tipo de problema já havia sido abordado por Passos, porém levando em conta apenas as aeronaves civis envolvidas na Operação e sem o assessoramento como uma segunda opção de auxílio. Passos, F.R. Apoio a Calamidades: Uma aplicação da Roteirização de Veículo com Coleta e Entrega Simultâneas, XLII SBPO, Bento Gonçalves, RS, 2010;
http://www.sobrapo.org.br/sbpo2010/xliisbpo_pdf/72609.pdf

VANTs e a Nova Natureza do Combate Aéreo

Maj Dave Blair, *USAF*



Imagem: *Air Force Magazine*

Acabamos de ganhar uma guerra com grande número de pilotos-heróis. Talvez a próxima seja travada de aviões sem pilotos, ponto final (. . .) Tomem o que aprenderam acerca da aviação bélica e joguem tudo pela janela afora. Vamos projetar a aviação do futuro.

—Gen Henry “Hap” Arnold, Forças Aéreas do Exército dos EUA, 1945

Uma História, Dois Aspectos

O fogo violento de metralhadora *DShK*, calibre .50 encurrala uma equipe de *SEALs* [*Sea/Air/Land*] da Marinha.¹ Superados em número e poder de fogo, a equipe conta com uma só linha vital – a aeronave no outro extremo do rádio do controlador da ofensiva final conjunta [*joint terminal attack controller*]. O avião está bem fora do alcance das armas dos insurgentes, mas isso nem passa pela cabeça do piloto, à medida que se enfoca exclusivamente nos camaradas que se encontram em situação completamente oposta. Com a rapidez de raio, um *GBU-12* remove o *DShK*.² Dois minutos após, mísseis rapidamente tomam conta de um grupo de insurgentes que estava tentando flanquear a equipe. Não mais encurralados, os *SEALs* respondem fogo com fogo e o adversário bate em retirada.

Quando baixa a poeira, o pessoal amigo regressa ao local de transporte.³ Durante o relato do evento, fica claro que sem as ações da tripulação aérea os membros intrépidos daquela força especial teriam perecido.

Sem qualquer dúvida, a parte mais importante desta narrativa é saber que o nosso pessoal regressou são e salvo.

O mesmo resultado teria ocorrido com a tripulação de um *F-15E Strike Eagle* ou de um *MQ-9 Reaper* remotamente pilotado (VANT). As instituições militares provavelmente condecorariam o heroísmo da tripulação. No entanto, fariam lembrar que seus esforços nem mesmo chegam à qualificação de “missão de combate”. A necessidade bélica urgente levou ao grande aumento em número de VANTs. No entanto, o pessoal na linha de fogo sempre ouve dizer que essas aeronaves não fazem parte do combate.

Tal contradição merece esclarecimento, especialmente porque o reconhecimento da Arma transmite persuasiva mensagem acerca da avaliação relativa. As Forças Armadas conferem medalhas de combate. No entanto, a cada novo conflito, a tecnologia e a tática mudam as definições—as linhas de frente expandem, juntamente com o alcance do novo armamento. Sem dúvida, tal fato aplica-se aos conflitos atuais. O transporte globalizado e elos de comunicação agora permitem aos militares participar em combate, diretamente do território nacional. As definições merecem nova análise, face a uma frente de batalha globalmente descentralizada.

A Defesa do Ponto de Vista: O Risco de Combate

Iniciamos com o argumento de que os operadores de VANTs não fazem parte de combate, porque não colocam a vida em perigo. O conceito “risco de combate” é o ponto central da questão. A noção é definitivamente problemática, devido a dois motivos principais:

1. Não diferenciamos as gradações de risco tecnologicamente mitigáveis em outras plataformas.
Qual é o diferencial de risco entre 3.048 metros [10.000 pés] e 16.093.44 quilômetros [10.000 milhas] em conflitos atuais? Quando uma aeronave tripulada, de dois motores sobressalentes, faz um voo rasante sobre zona de combate, completamente fora do alcance de qualquer ameaça realista, consideramos tal cenário combate. No entanto, quando um *Predator* dispara um *Hellfire*, registramos o fato como apoio a combate. Por quê? Chegamos à conclusão de que os avanços tecnológicos, que reduzem o risco de combate, não diminuem a realidade do mesmo. Frequentemente, aqueles que defendem o *status quo* taxam de covardia os meios de defesa altamente tecnológicos. No entanto, sempre existem aqueles dispostos a adotar os avanços oferecidos. As armas de fogo no Japão, balestras [bestas] medievais e submarinos da Primeira Guerra Mundial passaram pelo mesmo tipo de crítica.

Isso traz à mente um piloto de *F-22*, vociferante (e inebriado) que declarava que “combate bélico via teleconferência não é lá muito honrável”. Podemos dizer o mesmo de piloto que dispara míssil de seu caça tecnologicamente encoberto: nada mais é do que arma sigilosa. Seria difícil imaginar esse indivíduo ativando o retransmissor de satélite no momento em que entra em contato com o inimigo, somente para restaurar honra ao combate. Da mesma forma, o sistema de controle descentralizado do *Predator* encaixa-se muito bem à categoria de defesa tecnológica. Em outras plataformas, combate à medidas e táticas não invalida a realidade da batalha, mesmo quando atenua os riscos. Tudo isso nada mais é do que incentivo profundamente contraditório e antiquado.

2. No caso de VANTs, isso simplesmente não procede. Os operadores de VANTs não enfrentam menor perigo do que as tripulações aéreas. Na verdade, a probabilidade dita o oposto. Lembrem-se de que os indivíduos que morreram durante o ataque de 11 de Setembro de 2001 no Pentágono receberam a Medalha *Purple Heart*, uma medalha de combate. Essa guerra é global e os inimigos também possuem alcance global. Se estivéssemos na posição do inimigo, será que desperdiçaríamos tempo, atraindo atenção, com a aquisição de míssil de alto perfil, quando um ataque terrorista contra operadores de VANTs no Continente Norteamericano produziria melhores resultados? Esperamos, com fervor, que isso não aconteça. No entanto, o resultado de análise de risco entre um operador de VANT e piloto desdobrado ao teatro nesta guerra é, no mínimo, o mesmo para ambos. Qual é a diferença entre ataque terrorista contra uma pessoa a caminho do trabalho e piloto atingido por fogo terrestre no início da decolagem? Em ambas as situações, os indivíduos são atingidos a caminho do destino. Além do mais, a ação de empregar energia cinética, tomado de fúria, porta em si, certo grau de risco pessoal.

De acordo com as instruções especiais, os operadores sempre estão sujeitos à decisões limitadas pelo tempo.⁴ O disparo de arma sem observar as regras, resulta em cadeia. Além desse exemplo, um “perigo próximo” de arma de primeira geração talvez resulte em baixa, devido a fogo amigo – risco aceitável com esse tipo de operação.⁵ [*Perigo próximo – danger close – denota o fogo empregado em íntima proximidade à forças terrestres amigas, quando essas decidem que o perigo causado pelo inimigo excede aquele da munição empregada*]. A legalidade do disparo, contudo, não atenua a realidade para o(a) operador(a) que dispara. Será obrigado(a) a viver com as consequências. É difícil imaginar verdadeira surtida de apoio a combate com esse tipo de seqüela.

Rumo à Maior Compreensão: Responsabilidade em Combate

A *responsabilidade em combate* é um indicador mais confiável do que *risco em combate*. O primeiro define combate relacionado a dois elementos: (1) responsabilidade

ilimitada, inclusive vida e morte; e (2) intuito antagônico, o que impede um possível resultado, onde ambos os lados saem ganhando (como em desastre natural).

Até que ponto esses elementos são aduzidos é saber até onde dada atividade preenche os requisitos de combate. Certo indivíduo possui responsabilidade de combate, se as opções selecionadas acarretam resultado direto em salvar vida amiga ou tomar vida inimiga. Em outras palavras, o indivíduo está em combate se centra, dispara ou orienta as armas, ou se possui direta responsabilidade pela vida de Soldados, Marinheiros, Militares da Força Aérea ou Fuzileiros Navais rumo a perigo.⁶

Geralmente, risco de combate e responsabilidade de combate sobrepõem-se. Antes do advento de mísseis de longo alcance e elos de dados, o risco de combate era tipicamente um prerequisite do emprego de armas contra o adversário. Durante períodos de grande assimetria tecnológica, contudo, essas definições divergem. Um samurai em armadura pesada é invulnerável à toda ameaça previsível, com exceção de outro samurai. Um arqueiro munido de arco longo é praticamente imune a combate direto, devido ao alcance da arma, a menos que as linhas se rompam. O tripulante de submarino durante os primeiros anos da Primeira Guerra Mundial tinha mais a temer do mar do que das armas inimigas. Quando assimetrias tecnológicas propulsionam essas definições, fazendo com que se distanciem umas das outras, a responsabilidade em combate melhor capta a ação total. Além do mais, a responsabilidade inclui risco.⁷

Que tipo de modelo de reconhecimento seria projetado à responsabilidade em combate nas guerras aéreas atuais? Para aeronaves tripuladas, toda vez que os pilotos entram em zona de combate, assumem a responsabilidade para si mesmos, sua tripulação ou elemento. Toda vez que pilotos disparam uma arma, quando tomados de fúria, (inclusive míssil de cruzeiro fora da zona de combate), assumem a responsabilidade pelo efeito causado pela arma. Tal cenário reflete intimamente as diretrizes atuais. No entanto, a justificativa é mais abrangente. Avaliamos as pessoas pela dedicação para com os camaradas na linha de fogo, bem como para com o risco em que se encontram.

As VANTs exigem interpretação mais detalhada. Ao contrário de aeronaves tripuladas, associadas a combate que quase sempre é definido geograficamente, a VANT exige visão causal. Em outras palavras, o que os indivíduos fazem durante a missão define se estão em combate ou não. É interessante indicar que um militar nota que está a caminho de combate, somente durante parte da surtida. Classifica-se de combate toda surtida que inclui ambos os elementos de responsabilidade de combate: (1) vidas diretamente em jogo (2) luta contra inimigo durante guerra. Uma surtida que não satisfaz essa definição talvez satisfaça uma um tanto mais descontraída para apoio em combate: ações de segunda ou terceira ordem que tornam possível ações diretas contra o inimigo. A regra de ouro é: aquele que toma decisões que diretamente afetam o resultado de ação, está em combate. Aquele que coloca outra pessoa nessa posição oferece apoio a combate.

Por exemplo, consideramos sensores de varredura em edifício ou em rota principal de suprimento, apoio a combate—são ações contra o inimigo, quando vidas não estão diretamente em jogo. Esse tipo de missão essencial produz efeitos de segunda e terceira

ordens que salvam vidas e atingem os alvos. Naquele momento, a pessoa não se encontra em posição de tomar decisões que resultariam em vida ou morte. Por outro lado, vejamos uma varredura via sensor que descobre um grupo instalando dispositivos explosivos improvisados. No momento em que os membros da tripulação giram os mísseis, após receber autorização legal de ataque, estão em combate. O enfoque estático de vídeo em certo edifício torna-se combate, quando entra a cena uma força de ataque para vasculhar o prédio. Nessa situação a tripulação toma responsabilidade, devido a presença de forças amigas em cena. Em geral, o desenvolvimento de alvos e varredura de rotas continuam sendo mero apoio. Golpes cinéticos, apoio à ação direta e escolta armada quase sempre resultam em combate.⁸

Em consequência, de acordo com a orientação atual, número determinado de surtidas justificaria uma *Air Medal* se o comando da cadeia de combate estiver de acordo. Do mesmo modo, dado número de surtidas de apoio a combate justifica a Medalha de *Aerial Achievement*. Para medalhas de missão única, o fator causativo é a consideração principal. A fim de considerar se o(s) membro(s) de certa tripulação receberá(ão) a *Air Medal* ou *Distinguished Flying Cross* para missão única, o resultado das ações deve ter sido o fator decisivo entre a vida e a morte.

Conclusão: Entre Efeito em Combate e Prestígio de Plataforma Prevalece o Primeiro

O combate é sacrossanto. Esse é o fator principal do debate. Os prêmios e condecorações são alguns dos meios mais elevados de reconhecimento formal disponíveis aos militares. As condecorações difundem aquilo que a Arma considera valioso e digno de respeito. Existe a perigosa tentação de usá-las para destacar plataformas ou capacidades. É impossível exagerar o efeito tóxico dessa prática. Com isso declaramos ao mundo em geral que o que são (e o que voam) importa mais do que aquilo que fazem. Em última análise asseveramos que o prestígio vale mais do que o valor. O resultado é que reforçamos a estrutura de castas e continuamos a gerar profecias que se convertem em realidade acerca de desempenho relativo. Quando iniciamos com a luta e retraçamos os passos até o início, enviamos mensagem muito mais poderosa: a valorização da contribuição de dada pessoa ao combate. A diferença provocada por aquele indivíduo é mais importante do que a aeronave que voa ou deixa de voar.

Em suma, esse argumento dirige-se à consistência cognitiva, que se torna ainda mais importante, dado o prodigioso novo grupo especializado de pilotos que só voam VANTs. Quando possuímos grande número de tenentes inexperientes e Militares da Força que tripulam as atuais VANTs, devemos ajudá-los a dar aquele salto mental – de seu posto terrestre de controle à zona de combate que nunca viram, especialmente quando todos os indícios culturais proclamam que estão vivendo em paz no Novo México. Se deixarmos de fazer isso, as consequências serão terríveis.

Quando declaramos a esses jovens guerreiros que estão em missões de voo de apoio a combate, confirmamos sua conclusão mental de que aqui estão, no continente norteamericano, e não na área de responsabilidade do Comando Central dos EUA

(CENTCOM AOR). Se dissermos que não estão em combate, quem são eles para discordar? Ao vermos o combate como sacrossanto e não seu prestígio, eliminamos a contradição e fazemos com que esses futuros líderes consigam reconciliar sua atividade com esse novo tipo de combate. Recentemente, as tripulações do *Predator* e *Reaper*, em fase de amadurecimento, colocam placas nas portas de entrada: “Atenção! Entrada da CENTCOM AOR.” Os membros das tripulações de VANT acreditam piamente nesse credo de combate. Só o que desejamos é que a instituição, em si, afirme sua veracidade.

Finalmente, a Força Aérea sobrevive e floresce como força armada através de pioneirismo e inovação.⁹ Embora estabelecido em máximas perenes de raciocínio militar, nosso nicho forja novos meios de guerra, expandindo a fronteira tecnológica, a fim de transformar a maneira como a nação trava guerras—de modo esplêndido—prossequindo do ar ao espaço e ao ciberespaço, adaptando-se em reação às revisões em natureza bélica pelas quais nós mesmos somos responsáveis. Como o General Arnold predisse anos atrás, travamos guerras aéreas com o emprego de sistema global de voo a fio, cujos cabos de controle alcançam o espaço e o ciberespaço. Mas a iniciativa e a inovação que continuamente expandem os limites, não podem manter o privilégio inveterado. Um privilégio arraigado em distribuição antiquada de poder. Para Arma que se baseia em inovação, a fim de sobreviver, o privilégio é tóxico. Nossas definições e distribuições de poder devem apoiar a Força Aérea na luta atual e na próxima, não na última. Nesse teor, o Plano Integrado de Sistemas Não Tripulados [*Unmanned Systems Integrated Roadmap*] do Departamento de Defesa prediz, para meados deste século, uma força constituída quase que inteiramente de VANTs.¹⁰ Caso a prática atual continue em vigência, as únicas *Medalhas da Aeronáutica* serão aquelas nos livros de História.

Notas

1. The *Degtarayova-Shpagina Krupnokaliberniyy* [*Degtarayov-Shpagin* alto calibre] é uma metralhadora pesada da era soviética, comum em todo o mundo. “Degtyarev (DShK-38 e o Modelo 38/46) 12.7 mm Heavy Machine Gun (Federação Russa), Machine Guns,” *Jane’s Information Group*, acessado em 23 de fevereiro de 2012, <http://articles.janes.com/articles/Janes-Infantry-Weapons/Degtyarev-DShK-38-and-Model-38-46-12-7-mm-heavy-machine-gun-Russian-Federation.html>.

2. A GBU-12 é uma bomba de 500 libras, teleguiada a laser, encontrada em aeronaves táticas norteamericanas. “GBU-10, GBU-12, GBU-16 Paveway II (Estados Unidos), Bombs—Precision and Guided Munitions,” *Jane’s Information Group*, acessado em 23 de fevereiro de 2012, <http://articles.janes.com/articles/Janes-Air-Launched-Weapons/GBU-10-GBU-12-GBU-16-Paveway-II-United-States.html>.

3. O termo “local de exfiltração” [*exfiltration site*] refere-se à área da qual a força de operações especiais parte do campo de batalha, após completar a missão.

4. Instruções especiais são um grupo de ordens gerais do comandante do componente aéreo da força de coalizão que governa o emprego do poder aéreo em teatro de combate.

5. Perigo próximo – *danger close* – denota o fogo empregado em íntima proximidade à forças terrestres amigas, quando essas decidem que o perigo causado pelo inimigo excede aquele da munição empregada para combatê-lo. Formalmente, refere-se ao disparo de munição dentro do percentual de probabilidade de 0,1 por cento da distância de incapacitação. Joint Publication 3-09.3, *Close Air Support*, 8 July 2009, V-20, https://jdeis.js.mil/jdeis/new_pubs/jp3_09_3.pdf.

6. Para fins de esclarecimento, empregamos *diretamente e imediatamente* quando nos referimos a participante que se encontra somente a um passo do resultado. Essa distinção útil diferencia entre combate e apoio a combate. As ações de apoio a combate são essencialmente importantes para moldar os resultados, embora seu impacto não seja tão diretamente causativo como aquele de participantes em ponto de ataque ou defesa.

7. Geralmente, à medida que a simetria for restaurada, essas definições convergirão mais uma vez. Como exercício acadêmico, imagine frotas de veículos aéreos remotamente pilotados – chinesas e americanas – em duelo, em busca dos respectivos postos de controle terrestre. Nessa eventualidade, um assento em aeronave tripulada seria muito mais confortável e seguro.

8. Logisticamente, as tripulações indicariam se empregaram apoio cinético ou à incursão ao completar a surtida—informação retroativamente incluída na documentação de voo. Este procedimento é similar ao processo de avaliação de responsabilidade para os KC-135s, onde a situação de combate da aeronave, retroativamente, dita se a missão foi de combate ou de apoio ao mesmo.

9. “Our Air Force owes its existence to visionaries who sought innovative ways to do things—instead of going through an enemy’s line, let’s go over it. Now is the time to boldly embrace the enterprising spirit that Airmen have long demonstrated by harnessing the latest technology and developing novel ways of accomplishing the nation’s missions.” Gen Edward A. Rice Jr., “Building toward the Future,” *Air and Space Power Journal* 26, no. 1 (January–February 2012): 6, <http://www.airpower.maxwell.af.mil/digital/pdf/issues/jan-feb/Jan-Feb-2012.pdf>.

10. Department of Defense, *Unmanned Systems Integrated Roadmap, FY2011–2036* (Washington, DC: Department of Defense, Office of the Secretary of Defense, [2009]), <http://www.fas.org/irp/program/collect/usroadmap2011.pdf>.

Onde se Esconder

O Aumento de Ameaças às Bases Aéreas

Cel Shannon W. Caudill, *USAF*

Maj Benjamin R. Jacobson, *USAF*

Os agressores em uniformes do Exército norteamericano penetraram as defesas da base aérea de noite. Armados com rifles, obuses e coletes suicidas, a equipe de 14 homens iniciou sua missão letal contra a base aérea na Província de Helmand, Afeganistão, guarnecida pela Força de Assistência à Segurança Internacional [*International Security Assistance Force - ISAF*] da OTAN. Seguiram-se horas de combate. A alvorada revelou a destruição de seis jatos *AV-8B Harrier* e dano a outras duas aeronaves. Além do mais “seis hangares foram danificados” e “seis postos de reabastecimento de combustível destruídos”.¹ O ataque resultou em morte de catorze insurgentes e de dois Fuzileiros Navais. Oito membros da coalizão e um empreiteiro foram feridos. Até a presente data, essa operação insurgente em setembro de 2012 foi o ataque terrestre mais bem sucedido contra as tropas e equipamento da *ISAF* no conflito afegão.

O famoso General italiano Giulio Douhet notou que “é mais fácil e eficaz arrasar o poder aéreo inimigo destruindo seus ninhos e ovos no solo do que caçar os pássaros no ar”.² Sua observação continua sendo verdadeira, como demonstrou o ataque mencionado acima. De fato, bases aéreas mal defendidas continuarão a ser suscetíveis à agressões terrestres organizadas. Anteriormente, o ataque mais bem sucedido contra base aérea após Vietnã ocorreu durante a guerra civil do El Salvador em 1982, na qual 100 insurgentes atacaram uma base aérea salvadorenha, destruindo cinco aeronaves *Ouragan*, seis *UH-1Bs* e três *C-47s*, danificando outras cinco plataformas. Sem dúvida, essa “operação bem planejada e executada (. . .) demonstrou a superioridade tática” dos insurgentes contra a força de defesa governamental.³

A proteção de bases aéreas e equipamento aeroespacial no futuro será geometricamente mais complexa e cara, devido a difusão

tecnológica, abundância de informação de fontes abertas e o aumento em capacidade inimiga. No futuro veremos que as ameaças tradicionais, tais como ataques aéreos, fogo indireto [*Indirect Fire - IDF*] de foguetes e morteiros e ataque direto de esquadrões suicidas continuarão a fazer parte da ação inimiga. Por conseguinte, devemos examinar as ameaças emergentes que capacitam novos meios de ataque à bases aéreas, inclusive: o desenvolvimento de munição de precisão; a difusão de VANTs; a proliferação de mísseis superfície-ar [*surface-air missiles - SAMs*], lançados de ombro; o aumento de ameaça interna; e outras variáveis de tecnologia avançada. A defesa de recursos aéreos será cada vez mais problemática, face ao espectro de ameaças possibilitadas pela tecnologia e aceleração em ameaça interna. Essa proliferação e aumento tecnológicos oferecerão vantagens a grupos menores.

Sem dúvida, os Militares da Força Aérea devem levar em consideração a grande probabilidade dessas ameaças incipientes e o custo associado, a fim de assegurar a continuidade operacional. Antigamente, em setores de defesa, um soldado e seu fuzil tomavam conta do recado. As bases aéreas bem defendidas fazem com que o inimigo explore meios alternativos. Naturalmente, após selecionar o alvo, todo protagonista inteligente busca o meio mais barato e rápido para alcançar sucesso. Caso não tente um ataque espetacular, a fim de causar grandes baixas e cobertura dramática pela mídia (como o *Al-Qaeda*), tenta impedir as operações aéreas, sangrando a base aos poucos e produzindo baixas com o passar do tempo.

No entanto, quando examinamos a ameaça, a pergunta sempre deve ser: Qual é o alvo – porque nem sempre trata-se das aeronaves no solo. Os alvos e objetivos dependem daqueles que atacam – grupos terroristas, forças convencionais, operações especiais, que também dependem dos objetivos políticos e da capacidade que conseguem mobilizar.

As forças inimigas descobriram que os ataques em campos aéreos (Vietnã) resultavam em perda de recursos. Assim, adaptaram-se à situação, interrompendo as operações aéreas em lugar de ataque direto aos campos porque “se as incursões danificavam aeronaves, dependências ou pistas, impediam o número de surtidas.

Desde a década de 1960, as armas inatingíveis [*standoff weapons*], atualmente denominadas *IDF*, bem como as várias formas de explosivos

detonados sob comando, rapidamente passaram a ser as armas preferidas dos diversos grupos.⁴

Quanto às operações de defesa de bases, a ameaça terrorista obrigou a mudança de enfoque, ou seja, o combate aos dispositivos explosivos improvisados embarcados [*vehicle-borne improvised explosive devices VBIED*]. Os grupos mais sofisticados colocam à prova ataques que serão divulgados em grandes manchetes, com imagens vívidas, chocantes e baixas de grande impacto. As imagens dos quartéis dos Fuzileiros Navais em Beirute, Líbano e das Torres Khobar, Força Aérea, em Dhahran, Arábia Saudita simbolizam o objetivo dos adversários. Notamos a mesma situação na detonação de caminhão-bomba pelo Talibã no décimo aniversário dos ataques terroristas de 11 de setembro de 2001—um golpe que resultou em 89 feridos, inclusive 77 Soldados.⁵

Este artigo examina algumas das ameaças mais alarmantes—tais como *VBIEDs*, que o inimigo provavelmente utilizará em futuros ataques—e a tecnologia emergente que capacitaria o mesmo a assediar nossas bases.

A Precisão Cada Vez Maior do Fogo Indireto

O *IDF* é a opção preferida dos insurgentes. Frequentemente armado para disparar após a partida do protagonista, à distância, oferece certo grau de sobrevivência.

Décadas antes, o Vietcong e as forças nortevietnamitas atacaram as bases aéreas norteamericanas 475 vezes entre 1964 e 1973, especialmente com *IDF*, destruindo 99 aeronaves norteamericanas e sulvietnamitas e danificando 1.170.⁶

No Iraque, os insurgentes utilizaram *IDF* para assediar as bases aéreas. Contudo, foi algo ineficaz, devido a um inimigo mal treinado e defesas externas dinâmicas.

No Afeganistão o inimigo empregou *IDF* não só para assediar as forças de coalizão mas também para encobrir e disfarçar ataques

terrestres. No dia 22 de agosto de 2012, forças inimigas conseguiram, até mesmo, danificar a aeronave dos Chefes do Estado Maior em visita oficial.⁷

Os morteiros e foguetes em mãos de indivíduo com dados limitados do alvo, dependem da perícia técnica do operador—o que impede a eficácia geral. Contudo, o advento de nova era em precisão de sistemas *IDF* mudou o cenário. No dia 31 de março de 2011, os Soldados da Equipe de Combate da Quarta Brigada [*4th Brigade Combat Team*] dispararam um morteiro de precisão, teleguiado de 120 mm, da Base de Operações Avançadas Kushamond [*Forward Operating Base Kushamond*], Afeganistão, chegando a quatro metros do alvo.⁸ Normalmente um morteiro dispara um tiro de ensaio [*“dumb” round*]—que não possui sistema teleguiado embarcado. Com o passar do tempo a nova tecnologia provavelmente será difundida entre os grupos insurgentes e terroristas, aperfeiçoando sua habilidade em seleção de alvos, resultando em extraordinária precisão, fazendo com que as aeronaves e dependências principais fiquem ainda mais vulneráveis.

A derrota desse tipo de sistema de armas exige defesa tecnológica verdadeiramente integrada. Os Estados Unidos e Israel foram os pioneiros em sistemas de defesa projetados para combater a precisão cada vez maior de armas *IDF*.

A Base Conjunta Balad e outros locais empregaram um sistema de Morteiro de Artilharia de Combate a Foguetes [*Counter-Rocket Artillery Mortar*] para defender contra *IDFs* no Iraque.

O Departamento de Defesa deverá assegurar a existência de sistema de defesa no futuro, porque a munição de precisão fará com que os ataques sejam bem mais simples, proporcionando às forças de defesa menor margem de erro. Além disso, a capacidade dessa tecnologia de defesa está ficando cada vez melhor. Por exemplo, durante o conflito de Israel contra Hamas em Gaza em novembro de 2012, os militantes lançaram mais de 1.500 foguetes em Israel, mas a Cúpula de Ferro [*Iron Dome*] daquele país, um “sistema portátil anti-foguetes projetado para abater mísseis de curto alcance” interceptou cerca de 400.⁹ Pode ser que esse sistema sirva de modelo para sistemas de defesa em operações aéreas. Se as munições de precisão *IDF* passarem a fazer parte do ambiente operacional, os Militares da Força Aérea não poderão se dar ao

luxo de depender da incompetência de um inimigo que dispara tiros de ensaio.

VANTs

O pessoal encarregado da defesa de bases aéreas deve considerar a ameaça que os VANTs apresentam, formulando plano para reagir à ameaças remotas, tanto terrestres como aéreas. Quem está autorizado a engajar esses veículos e com que tipos de arma. Para veículos terrestres define-se a ameaça com maior clareza e de conformidade com as contingências estabelecidas para os *VBIEDs*. No entanto, pode ser que exista uma lacuna defensiva em defesa de ameaças aéreas. O fato de que ainda resta explorar completamente os protocolos para essas defesas deixa uma falha que inimigos tecnologicamente inteligentes podem explorar.

Devemos desenvolver modelos, simulações e defesas para cobrir essas novas ameaças antes que grupo interrompa as operações de voo ou—pior ainda—antes que organização terrorista utilize VANTS para reconhecimento ou investidas contra nossos recursos aéreos.

O uso desses veículos [Em Inglês o termo *drone*=robô significa todo veículo remotamente pilotado, quer seja aéreo, terrestre ou marítimo], já ultrapassa o uso militar exclusivo. Afinal de contas, a população civil opera aeroplanos via controle remoto desde a década de 30. Agora, no entanto, a sofisticação, alcance e capacidade videográficas permitem à população civil acesso à tecnologia antes reservada somente ao emprego militar e organizações secretas. Consideremos o caso de um grupo de protesto denominado *SHARK* (*Showing Animals Respect and Kindness* – Respeito e Benevolência para com os Animais). Esse grupo planejou o uso de *Mikrokopter* para videografar caçadores que disparavam contra pombos, a fim de dissuadir e interferir com caçada legítima. No dia 21 de fevereiro de 2012, o *SHARK* estabeleceu operações na Plantação de *Broxton Bridge* próximo a Ehrhardt, Carolina do Sul. Os agentes de ordem pública e um advogado da localidade tentaram bloquear o grupo e impedir a filmagem, mas não conseguiram. Os caçadores acabaram atirando e abatendo o helicóptero no local.¹⁰

Essa mesma tecnologia é capaz de portar armas e levar a cabo reconhecimento para grupos que têm como alvo um campo de pouso—de

fato, já o fizeram. Por exemplo, embora as autoridades competentes dos E.U.A. preocupem-se com o *Al-Qaeda*, o *Hezbollah* (Partido de Allah) comprovou que possui alcance e resistência globais. Foi o primeiro grupo terrorista a utilizar pessoas com coletes explosivos como arma de destruição em massa, transportando grandes veículos bombas a alvos específicos.¹¹ O *Hezbollah* recentemente demonstrou conhecimento tecnológico com o uso de VANTs repletos de explosivos, bem como mísseis, conseguindo até mesmo incapacitar um navio de guerra israelita.¹² Deve-se o sucesso da organização ao respaldo financeiro e logístico da Síria e Irã, esse último suprindo armamento avançado e equipamento de reconhecimento.

Com início em novembro de 2004, o *Hezbollah* chocou os israelitas ao lançar avião de vigilância remotamente pilotado, o *Mirsad 1*, que sobrevoou cidades israelitas e regressou ao Líbano ileso. Durante um comício do *Hezbollah*, o líder, Hassan Nasrallah, declarou, “Pode-se carregar o *Mirsad* com 40 - 50 quilos de explosivos e enviá-lo ao alvo (. . .) Quer seja usina elétrica, hidráulica, base militar – não importa o que!”¹³ Sem dúvida essa tecnologia estará disponível a outros terroristas e grupos com o passar do tempo.

A fim de destacar esse ponto, vejamos o caso de Rezwan Ferdaus, um cidadão norteamericano de 26 anos de idade. Foi apreendido no dia 28 de setembro de 2011, acusado de planejar os ataques contra o Pentágono e o Capitólio em WA D.C. com “grande aeronave controlada remotamente, repleta de plástico explosivo C-4”, bem como providenciar “material de apoio e recursos à organização terrorista estrangeira, especificamente, *Al Qaeda*.”¹⁴ De acordo com o *Federal Bureau of Investigation*, Ferdaus planejava combinar o “ataque aéreo” com três robôs carregados de explosivos e ataque terrestre que incluía “seis pessoas com armas de fogo, automáticas, divididas em duas equipes”. Ferdaus explicou que “com este ataque aéreo, efetivamente eliminamos pontos essenciais do edifício P [Pentágono] e depois aumentamos o dano, a fim de destruir o restante, deixando somente uma área de engarrafamento onde os indivíduos ficarão isolados, vulneráveis [para que] possamos dominar”.¹⁵

A Proliferação de Mísseis Superfície-Ar, Lançados de Ombro

Uma ala voadora consegue alcançar êxito somente com surtidas aéreas, não importa a ameaça do ambiente operacional. A proteção de aeronaves durante a decolagem, a fase mais vulnerável do voo, é extremamente difícil, devido as restrições de manobrabilidade causadas pelo peso e baixa altitude. Conseqüentemente, as aeronaves de transporte pesado e suas cargas valiosas, como munição e/ou passageiros, oferecem alvos extremamente atraentes durante a decolagem (*SAMs*). As aeronaves que se aproximam à aterrissagem estão chegando ao final do combustível e devem manter velocidades e rotas previsíveis. Em qualquer um desses casos, os *SAMs* preocupam. Por exemplo, os rebeldes no conflito atual na Síria supostamente possuem cerca de “quinze a trinta sistemas portáteis de defesa aérea SA-7 [*man-portable air-defense systems - MANPADS*]” e “presumivelmente abateram, no mínimo, cinco aeronaves de asa giratória e seis de asa fixa”, alegando, pelo menos, uma abatida via *MANPADS*.¹⁶ De acordo com o Centro de Combate à Proliferação da Força Aérea dos E.U.A. [*US Air Force Counterproliferation Center*]:

Atualmente, 27 grupos terroristas, inclusive o *Al Qaeda*, confirmaram ou relataram a posse de *MANPADS*. Desde 1994, dez atentados de alto perfil, tendo em mira aeronaves de linhas aéreas comerciais, quatro abatidas – inclusive uma que transportava os Presidentes da Ruanda e de Burundi. Além do mais, os *MANPADS* encaixam-se perfeitamente bem ao modo de operação de *Al Qaeda*, são relativamente fáceis de usar e transportar, amplamente disponíveis, não dispendiosos e, sem dúvida, letais.¹⁷

À medida que a tecnologia desenvolvida pelos competidores estrangeiros continua a avançar e a proliferar, as táticas, técnicas e procedimentos para a defesa integrada terá que se manter em dia com seu emprego. Recentemente, o *MANPADS* russo SA-24 “*Grinch*” foi enviado à Venezuela, Líbia e Síria.¹⁸ É claro que o governo da Líbia foi deposto e a Síria continua em pé de guerra. A segurança de *MANPADS* em tais países permanece em dúvida, à medida que surgem possíveis mercados negros e a instabilidade atrai elementos nefários. A ameaça de *MANPADS* às futuras forças norteamericanas e de coalizão, bem como às operações de linhas aéreas civis provavelmente aumentará, à medida que esses sistemas ficam mais acessíveis em solo fértil à guerras civis e insurgências.

O Aumento da “Ameaça Interna”

Em futuro previsível, as forças norteamericanas e de coalizão operarão dentre ameaças internas. No Afeganistão, de 2007 a 2011, as estatísticas do Pentágono revelaram um total de 42 ataques pelos membros das Forças de Segurança Nacional do Afeganistão [*Afghan National Security Forces*] contra pessoal norteamericano e da OTAN, com a perda de vida de 70 tropas da coalizão e ferindo 110 outros.¹⁹ Um dos exemplos mais flagrantes e horrendos de ameaça interna ocorreu na manhã de 27 de abril de 2011, quando um capitão da Força Aérea Afegã matou oito Militares da Força Aérea e um empreiteiro no Aeroporto Internacional de Cabul.²⁰ Outro incidente demonstrou como um suicida determinado e astuto conseguiu infiltrar uma base da *Central Intelligence Agency* no leste do Afeganistão, eliminando oito norteamericanos.²¹ Essa tendência alarmante intensificou em 2012, à medida que as forças de segurança afegãs uniformizadas levaram a efeito 46 ataques internos contra as forças da coalizão, executando 60 membros da OTAN.²²

O que mais inquieta é a ameaça, cada vez maior, que ocorre dentro das forças armadas norteamericanas. No dia 11 de maio de 2009, cinco membros das forças armadas norteamericanas foram assassinados por um Soldado dos E.U.A. em um centro de terapia militar no *Camp Liberty*, Bagdá.²³

O tiroteio levado a efeito por um psiquiatra do Exército dos E.U.A. no dia 5 de novembro de 2009 em Fort Hood, Texas, resultou em morte de 13 pessoas, ferindo outras 32.²⁴ Sem dúvida, o Departamento de Segurança do Território Nacional [*Department of Homeland Security*] está apreensivo com a ameaça apresentada pelos veteranos, notando que os membros das forças armadas que regressam do Iraque e do Afeganistão podem ser suscetíveis a recrutamento por extremistas da extrema direita.²⁵

É importante lembrar que uma só pessoa consegue causar grande dano—considerem o número de incidentes causados por “lobos solitários”. Por exemplo, no dia 22 de julho de 2011, Anders Breivik, um norueguês, explodiu um veículo-bomba próximo a edifícios governamentais em Oslo, matando oito e, mais tarde, massacrando 69

pessoas em um acampamento de jovens na ilha de Utoeya próxima ao local.²⁶ No dia 20 de julho de 2012, o norteamericano James Holmes entrou em um cinema superlotado nos subúrbios de Denver, Colorado e começou a disparar. Matou 12 e feriu 58.²⁷ Os membros das forças armadas norteamericanas treinados e experientes, bem como veteranos podem causar ainda maior destruição. Quer seja no território nacional ou estrangeiro, os comandantes devem assegurar-se de que proporcionam e colocam em funcionamento um plano de segurança interna bem compreensivo—inclusive um programa de triagem psicológica dinâmico, a fim de identificar esse tipo de ameaça.

Acesso a Mapas

As forças inimigas que planejavam investidas terrestres de bases aéreas costumavam basear-se em colaboradores com acesso à mesma, a fim de facilitar o mapeamento do terreno e o local específico de dependências principais, bem como obter a contagem de passos [necessários para alcançar dado local] o que tornava possível os golpes via *IDF*. Atualmente, a Internet oferece acesso à imagens via satélite e outros dados que tornam a tarefa de futuro agressor bem mais fácil. Um local, o da Federação de Cientistas Americanos [*Federation of American Scientists – FAS*] descreve sua organização: “laboratório de ideias independente, não filiado e organização registrada, sem fins lucrativos [501(c)(3)] (. . .) dedicada a providenciar análise rigorosa, objetiva e baseada em provas e recomendações de diretrizes práticas para questões relacionadas à segurança nacional e internacional, à ciência aplicada e à tecnologia”.²⁸ A *GlobalSecurity.org*, organização derivada desta última, fundada por John Pike, um de seus antigos membros, declara ser “a fonte líder em dados fundamentais, gerando relatórios em áreas de defesa, espaço, inteligência, *WMD* [*weapons of mass destruction*] e segurança do território nacional”.²⁹ Sua página da *Internet* contém imagens de satélite de bases militares ao redor do mundo, muitas delas restritas. Outras, tais como *Google Maps*, colocam à disposição imagens e mapas de sistemas rodoviários. Em suma, existem agora inúmeros meios de aquisição de mapas detalhados de bases aéreas que facilitariam as investidas.

Os Meios Sociais:

Flash Mobs, Terrorismo e Ataques de Redes

A comunicação instantânea dramaticamente aperfeiçoará as operações de informática do inimigo e seus ataques, permitindo o recrutamento de simpatizantes dentre a população local, a fim de criar situações que embaraçam a liderança das bases ou superam suas defesas. Assim, as organizações dedicadas à inteligência e à ordem pública devem estar sempre um passo à frente de um inimigo cada vez mais ágil. Devem ser mais hábeis em suas tentativas de compilação de dados. A tecnologia básica, tais como telefones celulares, afetou a sociedade de maneira fora do comum, criando meios inéditos de comunicação e de ações coordenadas. Vejamos, por exemplo, o fenômeno de “*flash mobs*”, um grupo de pessoas convocado via celular, *social media* e correio-eletrônico para o propósito de desempenhar algum tipo de peça teatral em local específico. A *Internet* e até mesmo empresas de telecomunicações estão repletas de gravações de grupos que aparecem em público para desempenhar peças artísticas, como números de dança, árias e concertos. Embora seja para puro entretenimento, o que acontece se alguém utiliza essa mesma tática para propósitos nefários?

No verão de 2011, por exemplo, a Filadélfia foi assolada por verdadeira epidemia de *flash mobs* organizadas para praticar roubos, assaltos, pilhagens e causar caos. Incluía a agressão de pedestres, uma corrida desenfreada pela loja *Sears* e a reunião de centenas de pessoas em locais designados com o propósito de engarrafar o trânsito. Margaret Rock, editora da *Multimedia.com* em Chicago, disse o seguinte: “Não sei por que, mas aquilo que começou como algo de bom está agora revelando seu lado mau”.³⁰ Mais tarde, naquele mesmo Verão, distúrbios em Londres, Birmingham, Manchester e outros locais causaram grande problema às autoridades encarregadas de segurança. A *Scotland Yard* identificou e prendeu cerca de 3.000 pessoas suspeitas (participação física em tumultos ou incitação à violência) que utilizaram o *BlackBerry Messenger*, *Twitter* e *Facebook*.³¹ De acordo com um texto: “Se quiser ganhar dinheiro, estamos a ponto de dar duro no Leste de Londres”.³² David Cameron, o Primeiro-Ministro da Grã-Bretanha observou que “todos aqueles que presenciam essas ações terríveis ficarão chocados em saber que foram organizadas via *social media* (. . .) Assim, estamos colaborando com a polícia, as agências de inteligência e a indústria para ver se seria possível fazer com que as pessoas não consigam comunicar-

se através desses *sites* e serviços, quando sabemos que estão planejando violência, desordem e criminalidade”.³³

O ritmo acelerado do avanço tecnológico difundiu-se a todos os cantos da Terra. Os celulares são agora poderosos computadores em si, comunicando-se com outros dispositivos em todas as partes. Isso se torna bem aparente em países em fase de desenvolvimento que possuíam péssima comunicação, devido a falta de infraestrutura necessária para as linhas terrestres, agora obsoletas, porque as torres e satélites permitem a tais países conectar-se com a rede global. Desde 2008, 80 por cento da população mundial possui acesso à rede celular e ao final de 2006, os países em desenvolvimento compraram 68 por cento dos celulares existentes.³⁴

A mesma tecnologia que capacita a partilha mundial de dados também apoia a comunicação entre terroristas e grupos delinquentes. De acordo com novo estudo feito pela Universidade de Haifa em Israel, *Al-Qaeda, Hamas, Hezbollah* e outros semelhantes investiram em *social networking* tais como *Facebook* e *Twitter*, a fim de recrutar, angariar fundos e inteligência. O Prof. Gabriel Weimann, autor do estudo, alega que “hoje, cerca de 90 por cento do terrorismo organizado na *Internet* está sendo transmitido pela *social media*” e que essa última “capacita as organizações terroristas a tomar iniciativas, solicitando ‘amigos’, baixando vídeos e outros dados. Não mais são relegados a subsistir com os dispositivos passivos disponíveis em *sites* normais”.³⁵

Como será que essa tecnologia e comunicação em rede afetará a segurança de bases no futuro? Os dissidentes, grupos rebeldes terroristas podem facilmente ser convocados sem que a inteligência militar ou a ordem pública receba notificação prévia, reunindo-se rapidamente próximo à entrada da base ou perímetro para protestar, causar distúrbios ou atacar. Em muitas ocasiões, tais áreas contam somente com um punhado de guardas disponíveis para combater os grupos em massa—um cenário que pode facilmente superar o pequeno número de pessoal no local e escalar além de sua capacidade de combater tal ação.

Ataque Cibernético: Possivelmente um “Botão de Fácil Acesso” ao Ataque

Os avanços tecnológicos impulsionaram as forças armadas norte-americanas, transformando-as em “força cibernética”. Dependem, em grande parte, de rede de computadores e vínculos de comunicação para assegurar, não só o uso eficaz de forças durante operações de contingência, mas também a missão cotidiana de prontidão e treinamento da força. Até agora, as forças insurgentes não possuíam a capacidade e o treinamento para levar a cabo ataques cibernéticos em grande escala contra instalações militares. No entanto, isso provavelmente irá mudar, à medida que as organizações terroristas patrocinadas pelas nações e as forças insurgentes entram em parceria para derrotar inimigo comum.

A utilização de ataque cibernético para afetar as operações aéreas ou sensores de defesa de base e câmeras para facilitar ataque cinético são opções eficazes pouco dispendiosas.

Os ataques via ciberespaço resultam em operações de voo degradadas, como ocorreu no Aeroporto Internacional de Indira Gandhi, quando um código malicioso, utilizando notação especificamente projetada para explorar os pontos fracos daquele sistema, fechou os balcões de entrada e os portões de embarque, quase que por completo afetando as operações.³⁶ Agressão similar interromperia os centros de controle de tráfego aéreo, redes de escalas de manutenção e operações de treinamento, bem como ameaçaria VANTs, armados ou não, operados pela Força Aérea e outras agências governamentais. Vejamos, por exemplo, a aposta entre um Catedrático universitário do Texas e seus alunos – que acabou levando ao recente *hacking* de robô do Departamento de Segurança do Território Nacional [*Department of Homeland Security*]. Por menos de \$1.000,00 dólares esses indivíduos foram bem sucedidos em “enganar” o VANT, reprogramando sua missão.³⁷ Essa brincadeira acadêmica barata demonstra como é fácil para adversário ou grupo terrorista reprogramar VANTs transformando-os em mísseis voadores contra suas próprias bases aéreas ou outros alvos.

Red Flag, o exercício de treinamento de combate da Força Aérea no qual participam os Estados Unidos e as forças aliadas, integra os elementos ciberespaciais do Comando Espacial da Força Aérea [*Air Force Space Command*] para tratar dos efeitos associados aos ataques contra

recursos ciberespaciais. No exercício de março de 2011, um oficial da Força comentou: “Sabemos que muitas ameaças ao redor do globo diligentemente tentam obter acesso, corromper e negar nosso uso de sistemas de informática [segredo ou não]”.³⁸ Os recursos e pessoal associados aos sistemas de defesa integrada também podem vir a ser alvos. Além do mais, os adversários podem tentar perturbar ou manipular o aumento cada vez maior em uso do ciberespaço para comunicações, inclusive transmissões de rádio codificadas e restritas e mensagens não restritas, bem como sistemas de identificação biométrica em nossos portões de entrada. Uma investigação do *Washington Post* descobriu que certos tipos de plataformas para programas utilizados pelo governo e setor privado, inclusive um sistema denominado *Niagara* da empresa *Tridium*—são mais vulneráveis do que outros. Marc Petock, o Vice-Presidente da *Tridium*, encarregado do mercado global e comunicações notou que “algumas dependências do Departamento de Defesa nos Estados Unidos também dependem do *Niagara*, inclusive o gigantesco Arsenal do Exército Tobyhanna [*Tobyhanna Army Depot*] em Pensilvânia” e certas dependências militares de “alta segurança”.³⁹

O domínio ciberespacial em rápida evolução promete muitos benefícios: redução em requisitos de mão de obra, aumento em eficiência, melhor seleção de alvos e fácil acesso/uso. No entanto, essa mesma tecnologia oferece grandes oportunidades a adversário esperto e determinado a criar uma porta dos fundos pela qual consegue penetrar e derrotar todo um sistema de segurança.

A Introdução de Tecnologia Moderna nas Forças Especiais

Há pouco tempo, os encarregados de planejamento em bases da OTAN analisaram os planos da União Soviética de ataque as nossas bases aéreas. Durante a Guerra Fria, os soviéticos buscaram inúmeros meios de invadir e incapacitar as bases, especialmente com o emprego de *Spetsnaz* (forças especiais). Uma revisão feita pela *Central Intelligence Agency* dos perfis de ataque a campos de pouso da *Spetsnaz* em relatórios da era da Guerra Fria, agora liberados, seria útil porque ofereceria diferentes perspectivas em métodos de ataques diretos. Essas forças incluem 30 operadores especiais que saltam de paraquedas próximo à base e dividem-se em “quatro equipes, cada qual com responsabilidades específicas, inclusive a captura de veículos e pessoal

com o propósito de infiltrar o objetivo [base aérea]”, utilizando SAMs e dispositivos explosivos para destruir as aeronaves.⁴⁰

Em outro método, um grupo de *Spetsnaz* (aproximadamente 10 equipes de cinco a doze membros) operaram contra campo de pouso altamente defendido. O grupo não conseguiu chegar a menos de 2 - 3 km do objetivo. Durante a primeira noite os *Block Strelas* [três lança-SAMs em tubos, montados em tripé] foram posicionados, o mais próximo possível, nas duas extremidades do campo de pouso, iniciando-se os ataques contra oleoduto, redes elétricas, linhas de comunicação, pessoal de segurança e tripulações que se encaminhavam ao campo de pouso.⁴¹

Isso perturbaria operações aéreas, criaria a impressão de que maior força soviética estaria na área e atrairia maior número de forças da OTAN para a defesa, retirando-as das linhas de frente. Imaginem forças especiais inimigas bem treinadas e apetrechadas com os muitos avanços tecnológicos que acabamos de mencionar. A defesa de base seria incrivelmente difícil e a complexidade de combate à ameaça iria escalar muito mais.

Conclusão

Devemos compreender e combater essas ameaças, o que desempenhará papel principal na habilidade de projetar o poder aéreo de forma eficaz no futuro. Uma das soluções apresentada—abrigar as aeronaves o mais longe possível das hostilidades—causa maior estresse às aeronaves e às tripulações, devido a períodos de voo mais longos. No entanto, não se dirige à probabilidade do requisito de que as aeronaves de transporte de tropas aterrissem próximo a, ou dentro da, zona de combate para apoiar as operações terrestres. As bases remotas tampouco solucionam os meios tecnológicos de ataque ciberespacial, de terroristas capacitados tecnologicamente e de forças especiais que atacam base aérea supostamente segura. Assim, os Militares da Força Aérea devem levar a efeito uma análise de ameaça que abrange verdadeiramente todo o espectro, levando em consideração essas possíveis vulnerabilidades em planejamento de proteção de força.

As aeronaves são extremamente frágeis. Um disparo de morteiro bem posicionado inutiliza várias, ou seja, centenas de milhões de dólares ou completamente destroi dependências militares ocupadas por pessoal essencial, tais como pilotos e técnicos. A Força Aérea e as forças de coalizão deverão tomar decisões bem difíceis acerca de defesa de base, tudo influenciado pelos requisitos de missão, restrições econômicas e a ameaça elevada de inimigos determinados em posse de tecnologia de ponta. Os Militares da Força Aérea e líderes conjuntos devem, ou manter-se à frente dessas questões durante os anos entre guerras, ou arriscar a eliminação e degradação de recursos aéreos no início da próxima campanha acirrada.

Notas

1. Barbara Starr, Chris Lawrence e Joe Sterling, "ISAF: Insurgents in Deadly Attack in Afghanistan Wore U.S. Army Uniforms," Cable News Network, 15 September 2012, <http://www.cnn.com/2012/09/14/world/asia/afghanistan-fatal-attack/index.html>.

2. Giulio Douhet, *The Command of the Air*, trans. Dino Ferrari (1942; new imprint, Washington, DC: Office of Air Force History, 1983), 53–54.

3. James S. Corum e Wray R. Johnson, *Airpower in Small Wars: Fighting Insurgents and Terrorists* (Lawrence: University Press of Kansas, 2003), 334–35.

4. Maj Michael P. Buonaugurio, USAF, "Air Base Defense in the 21st Century: USAF Security Forces Protecting the Look of the Joint Vision" (tese de mestrado, Escola de Comando e Estado-Maior dos Fuzileiros Navais [Marine Corps Command and Staff College], 2001), 8, <http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA401262>.

5. Jeremy Kelly, "NATO Military Base Attacked by Suicide Bomber in Afghanistan," *Guardian*, 11 September 2011, <http://www.guardian.co.uk/world/2011/sep/11/us-base-suicide-bomber-afghanistan>.

6. Alan Vick, *Snakes in the Eagle's Nest: A History of Ground Attacks on Air Bases* (Santa Monica, CA: RAND, 1995), 68, http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/monograph_reports/2006/MR553.pdf.
7. Barbara Starr, "Shrapnel Hits Joint Chiefs Chairman's Plane at Afghan Base" Cable News Network, 21 August 2012, http://articles.cnn.com/2012-08-21/asia/world_asia_afghanistan-dempsey-plane_1_fight-against-afghan-green-on-blue-afghan-man-afghanistan.
8. SSgt Todd Christopherson, "Soldiers Fire First Precision-Guided Mortar in Afghanistan," US Army, 7 April 2011, <http://www.army.mil/article/54502/>.
9. Jennifer Rizzo, "U.S. Continues Support for Israel's Iron Dome," Cable News Network, 17 May 2012, http://articles.cnn.com/2012-05-17/us/us_israel-missile-system_1_anti-rocket-iron-dome-missile-defense?s=PM:US; and Ernesto Londoño, "For Israel, Iron Dome Missile Defense System Represents Breakthrough," *Washington Post*, 2 December 2012, http://www.washingtonpost.com/world/national-security/for-israel-iron-dome-missile-defense-system-represents-breakthrough/2012/12/01/24c3dc26-3b32-11e2-8a97-363b0f9a0ab3_story_1.html.
10. Rebecca Boyle, "[After Animal Activists Track Pigeon Hunt with Drone, Pigeon Hunters Shoot Down Drone](#)," *Popular Science*, 21 February 2012, <http://www.popsci.com/technology/article/2012-02/after-pigeon-hunt-thwarted-shooters-take-down-activist-groups-spy-drone>.
11. Capt Daniel Helmer, "Hezbollah's Employment of Suicide Bombing during the 1980s: The Theological, Political, and Operational Development of a New Tactic," *Military Review*, July–August 2006, http://www.army.mil/professionalWriting/volumes/volume4/november_2006/11_06_1.html.
12. Associated Press, "Israel: Iranian Troops Helping Hezbollah Attack," *NBC News*, 16 July 2006, <http://www.nbcnews.com/id/13875121/>.

13. Lisa Myers, “Hezbollah Drone Threatens Israel,” *NBC News*, 12 April 2005, <http://www.msnbc.msn.com/id/7477528/ns/nbcnightlynews/t/hezbollah-drone-threatens-israel/>.

14. “Massachusetts Man Charged with Plotting Attack on Pentagon and U.S. Capitol and Attempting to Provide Material Support to a Foreign Terrorist Organization,” comunicado de imprensa, Federal Bureau of Investigation, 28 September 2011, <http://www.fbi.gov/boston/press-releases/2011/massachusetts-man-charged-with-plotting-attack-on-pentagon-and-u.s.-capitol-and-attempting-to-provide-material-support-to-a-foreign-terrorist-organization>.

15. Ibid.

16. Eddie Boxx e Jeffrey White, “Responding to Assad’s Use of Airpower in Syria,” Washington Institute for Near East Policy, 20 November 2012, <http://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/view/responding-to-assads-use-of-airpower-in-syria>.

17. James C. “Chris” Whitmire, *Shoulder Launched Missiles (a.k.a. MANPADS): The Ominous Threat to Commercial Aviation*, Counterproliferation Papers, Future Warfare Series no. 37 (Maxwell AFB, AL: USAF Counterproliferation Center, Air University, December 2006), 1, <http://cpc.au.af.mil/PDF/monograph/manpads.pdf>.

18. David Fulghum e Robert Wall, “Russia’s SA-24 ‘Grinch’ Lands in Insurgent Hands,” *Aviation Week and Space Technology*, 12 March 2012, http://www.aviationweek.com/Article.aspx?id=/article-xml/AW_03_12_2012_p27-433282.xml&p=1.

19. Anna Mulrine, “Taliban Infiltrators in Afghanistan? Pentagon Warns of ‘Insider Threat,’” *Christian Science Monitor*, 1 February 2012, <http://www.csmonitor.com/USA/Military/2012/0201/Taliban-infiltrators-in-Afghanistan-Pentagon-warns-of-insider-threat>.

20. Jill Laster, “Motive in Kabul Shooting Deaths Remains Elusive,” *Air Force Times*, 17 January 2012, <http://www.airforcetimes.com/news/2012/01/air-force-motive-in-kabul-shooting-deaths-remains-elusive-011712/>.

21. Joby Warrick, "Suicide Bomber Attacks CIA Base in Afghanistan, Killing at Least 8 Americans," *Washington Post*, 31 December 2009, <http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2009/12/30/AR2009123000201.html>.

22. "What Lies behind Afghanistan's Insider Attacks?," British Broadcasting Corporation, 11 March 2013, <http://www.bbc.co.uk/news/world-asia-19633418>.

23. Timothy Williams, "U.S. Soldier Kills 5 of His Comrades in Iraq," *New York Times*, 11 May 2009, http://www.nytimes.com/2009/05/12/world/middleeast/12iraq.html?_r=2.

24. Joseph I. Lieberman e Susan M. Collins, *A Ticking Time Bomb: Counterterrorism Lessons from the U.S. Government's Failure to Prevent the Fort Hood Attack*, relatório especial (Washington, DC: US Senate Committee on Homeland Security and Governmental Affairs, February 2011), <http://www.hsgac.senate.gov/download/fort-hood-report>.

25. Associated Press, "Homeland Security Leaders Defend Memo on Veterans," *USA Today*, 19 April 2009, http://usatoday30.usatoday.com/news/washington/2009-04-19-homeland-memo_N.htm.

26. "Anders Breivik Describes Norway Island Massacre," BBC, 20 April 2012, <http://www.bbc.co.uk/news/world-europe-17789206>.

27. M. Alex Johnson e Pete Williams, "Cops: Weeks of Planning Went into Shootings at Colo. Batman Screening," *NBC News*, 20 July 2012.

28. "About FAS," Federation of American Scientists, acessado em 29 de janeiro de 2013, <https://www.fas.org/about/index.html>.

29. "Company History," GlobalSecurity.org, acessado em 13 março de 2013, <http://www.globalsecurity.org/org/overview/history.htm>.

30. John Timpane, "Flash-Mob Violence Raises Weighty Questions," *Philly.com*, 14 August 2011,

http://articles.philly.com/2011-08-14/news/29886718_1_social-media-flash-mob-facebook-and-other-services.

31. Neil Lancefield, “3,000 Arrests in London Riots Investigation,” *Independent*, 7 October 2011, <http://www.independent.co.uk/news/uk/crime/3000-arrests-in-london-riots-investigation-2366933.html>.

32. Timpane, “Flash-Mob Violence.”

33. Josh Halliday, “David Cameron Considers Banning Suspected Rioters from Social Media,” *Guardian*, 11 August 2011, <http://www.guardian.co.uk/media/2011/aug/11/david-cameron-rioters-social-media>.

34. Sara Corbett, “Can the Cellphone Help End Global Poverty?,” *New York Times*, 13 April 2008, <http://www.nytimes.com/2008/04/13/magazine/13anthropology-t.html?pagewanted=all>.

35. “Terrorist Groups Recruiting through Social Media,” Canadian Broadcasting Corporation News, 10 January 2012, <http://www.cbc.ca/news/technology/story/2012/01/10/tech-terrorist-social-media.html>.

36. Rahul Tripathi, “Cyber Attack Led to IGI Shutdown,” *Indian Express*, 25 September 2011, <http://www.indianexpress.com/news/cyber-attack-led-to-igi-shutdown/851365/>.

37. “Texas College Hacks Government Drone in Front of DHS,” Autonomous Nonprofit Organization (“TV-Novosti”), 27 June 2012, <http://rt.com/usa/news/texas-1000-us-government-906/>.

38. TSgt Scott McNabb, “Red Flag Cyber Operations: Part I—Isn’t Red Flag a Flyer’s Exercise?,” Air Force Space Command, 1 March 2011, <http://www.afspc.af.mil/news/story.asp?id=123244481>.

39. Robert O’Harrow Jr., “Tridium’s Niagara Framework: Marvel of Connectivity Illustrates New Cyber Risks,” *Washington Post*, 11 July 2012, <http://www.washingtonpost.com/investigations/tridiums-niagara->

framework-marvel-of-connectivity-illustrates-new-cyber-risks/2012/07/11/gJQARJL6dW_story.html.

40. Director of Central Intelligence, *Warsaw Pact Nonnuclear Threat to NATO Airbases in Central Europe*, NIE 11/20-6-84, 25 October 1984, 35,
http://www.foia.cia.gov/sites/default/files/document_conversions/89801/DOC_0000278545.pdf. O documento foi agora liberado.

41. *Ibid.*, 36, 39.

Machiavelli's Virtue (1996) – Harvey C. Mansfield, Jr. *University of Chicago Press*, 15 de abril de 1966 – Ciência Política – 371 páginas

O que é a Modernidade? Seria ela arranha-céus, celulares inteligentes, medicamentos milagrosos, bombas atômicas? Longe disso! A Modernidade, pelo menos no Ocidente, é a jornada que se distancia da virtude religiosa rumo ao egoísmo secular. A virtude religiosa serve muito bem para a família e o mundo da moralidade privada. Mas a nação – aquela estrutura política atual – requer algo mais frio, bem mais frio. Pois a nação deve organizar a vida de milhões de estranhos e proteger a necessidade dos mesmos para que, egoisticamente, consigam adquirir bens materiais.

O roubo generalizado resultaria em anarquia. Assim, a nação monopoliza o uso de força, arrebatando-a do elemento criminoso. A nação não apela a Deus, mas sim ao egoísmo individual. Dessa forma, desbrava o caminho para o progresso.

Thomas Hobbes concebeu o mundo moderno em sua obra, *Leviatã*, publicada em 1651. Erroneamente, Hobbes é famoso por ser um filósofo sombrio, devido a ênfase em anarquia. Na verdade, era um otimista liberal, que percebia o Estado como a solução à anarquia, permitindo às pessoas a aquisição de posses e o estabelecimento de comunidades. Ele sabia que a ordem deve preceder um mundo melhor. Somente assim a humanidade conseguiria dedicar-se a restringir tal ordem para que deixasse de ser tirânica.

Sua filosofia baseou-se no primeiro dos modernistas, Florentino Niccolò Machiavelli, (início do século XVI), cuja obra prima, *O Príncipe*, foi redigida há 500 anos, em 1513. É tão importante como o aniversário do descobrimento da América por Colombo, celebrado em 1992.

Ao distanciar a política do fatalismo bitolado da Igreja Católica Romana, Machiavelli criou aquela mesma política secular da qual Hobbes conseguiu conceber suas ideias acerca da nação. Pode ser que *O Príncipe* não seja uma obra que trate do cinismo, mas sim um guia para superarmos o destino – o fatalismo da Igreja da época. Assim, talvez Machiavelli, mais do que Michelangelo, seja o verdadeiro arquiteto da

Renascença. Os fundadores da República Americana que conceberam a diretriz que deu origem ao conceito da separação entre a Igreja e o Estado, onde o governo existe para estabelecer as regras que outorgam aos indivíduos a liberdade de competir livremente em aquisição de riqueza, devem muito a Machiavelli e a Hobbes.

No entanto, os princípios da modernidade Ocidental iniciam, de fato, mais com Machiavelli do que com Hobbes. Na verdade, somos afortunados, pois contamos com a presença do Catedrático da *Harvard*, Harvey. C. Mansfield Jr. Ele sabe que mais vale expor duras verdades do que ser querido e receber boas críticas. É por isso o grande respeito que sinto por ele, apesar de não conhecê-lo pessoalmente. Mansfield é famoso como deve ser um grande sábio–pelas obras.

Mansfield é um acadêmico clássico de próprio mérito, apesar de citar em sua obra, *Machiavelli's Virtue* (1996), as ideias de um antigo intérprete de Machiavelli, o cientista político da Universidade de Chicago, Leo Strauss.

Mansfield, com sua interpretação do italiano original de Machiavelli, explica que a necessidade libera as pessoas da fé religiosa. Talvez orem a Deus e frequentem a igreja, sinagoga ou mesquita, mas também devem ter acesso a alimentos e posses para o bem-estar de seus entes queridos. Por conseguinte, competem com o resto da humanidade, da mesma forma que as nações competem entre si. No entanto, não é algo que se deve lamentar. Em última análise, o interesse pessoal leva à paz, enquanto que os princípios morais rígidos levam, muitas vezes, à guerra. O interesse pessoal informa o compromisso com outros seres humanos. Assim, um estado governado pelo interesse pessoal provavelmente entrará em acordos com outras nações, enquanto que uma pessoa ou nação governada unicamente por virtude religiosa ou moral tenderá a taxar de imorais aqueles com quem discorda – e é aí que jaz o conflito. Em outras palavras, a virtude é algo muito bom. Mas ao extremo – por atizar a beatice – é perigosa. É, em última instância, nessa máxima que encontramos a justificativa pela moderação contemporânea em política e estadismo.

Aqueles que pensam que tal conclusão seja sombria ou cínica podem crer que a política interrompe a necessidade primitiva. Machiavelli, de acordo com Mansfield, duvida. Sim, pode ser que os políticos anunciem

sua intenção de lutar pela verdade e justiça. No entanto, seus interesses e determinação tácitos, até mesmo em democracias – especialmente em democracias – têm a ver, na verdade, com a satisfação das demandas egoístas dos constituintes.

Admita, a necessidade básica é um componente da condição humana. Por conseguinte, a única maneira de reduzir conflito e sofrimento é através da previsão cheia de angústia, ou seja, a capacidade de prever o perigo e as necessidades futuras. Consequentemente, as agências secretas, mais do que as humanitárias contam com a maior probabilidade de evitar atrocidades.

Em política, explica Machiavelli (através de Mansfield), aquele que faz o bem muitas vezes não pode ser bom. Até mesmo deve aprender a ser mau, ou no mínimo saber manipular para alcançar o bem comum. Não é necessariamente uma questão de *o fim justifica os meios*, pois Machiavelli toma cuidado em estipular que somente um mínimo de crueldade deve ser empregado para um máximo de benefício.

De fato, Machiavelli foi humanista precisamente porque estava interessado nos seres humanos e não em Deus. Ele crê que se define algo em política, não pela sua inerente excelência, mas pelo seu resultado. Porque a virtude política é diferente da perfeição individual. Um líder pode ser honesto, altruísta e moral, mas se inicia uma guerra que mais tarde resulta desnecessária e onde muitos perdem a vida, ele carece de virtude, apesar de possuir coração compassivo. Por outro lado, pode ser que um líder seja cínico, egoísta e excessivamente ambicioso. No entanto, se ele mantém os compatriotas longe de riscos, pode-se dizer que possui virtude – apesar de uma personalidade pouco atraente. O problema é que a amabilidade nada tem a ver com a virtude. Isso porque o interesse da política, e especialmente da geopolítica – de acordo com Machiavelli – é o mundo material e não o paraíso. De fato, Machiavelli era humanista precisamente porque estava interessado nos seres humanos e não em Deus.

Mas tinha seus limites. Por exemplo, não poderia ter previsto o totalitarismo do Século XX que retratou o egoísmo da Igreja medieval com a qual estava em conflito, mas em escala muito maior. Imaginou a

luta sem fim entre as cidades-nações italianas, mas não os conflitos titânicos entre poderes nucleares gigantescos. Porque, supostamente, os riscos são maiores agora. Devido as armas de destruição em massa, existe o perigo de darmos demasiada latitude a Machiavelli, empregando sua filosofia para justificar todo tipo de subterfúgios perigosos.

Mas existe um perigo ainda maior em simplesmente descartarmos sua filosofia como se não fosse digna da nossa – assim denominada – era iluminada. Porque essa era não é determinada pela globalização, mas sim pela batalha pelo espaço e poder, o que ocorre entre as nações e grupos dentro das mesmas – como demonstra o distúrbio etno-sectário em todo o Oriente Médio.

Um líder norteamericano forçado a lidar com tal anarquia e, ao mesmo tempo tomar cuidado para adotar o tom correto para com uma China cada vez mais militarizada e uma América Latina em fase de expansão econômica poderia ser bem pior do que apenas maquiavélico. E graças ao Professor Mansfield, sabemos agora o verdadeiro significado do adjetivo.

Robert D. Kaplan

Robert D. Kaplan é um Jornalista norteamericano. Atualmente faz parte da Stratfor, em Austin, Texas. Em 2009 foi designado pelo Secretário de Defesa, Robert Gates, para participar da Junta de Diretrizes em Defesa [*Defense Policy Board*]. Em 2011 foi nomeado pela revista *Foreign Policy* como um dos “100 mais intelectos mundiais”. É autor de renome, com mais de uma dezena de livros publicados. Seus dois últimos volumes são *Monsoon: The Indian Ocean and the Future of American Power* e de *The Revenge of Geography: What the Map Tells Us about Coming Conflicts and the Battle Against Fate*.

Sob permissão de Stratfor