



# TECNOLOGIA ANTIMATERIAL

JOHN B. ALEXANDER

---

*Transcrito da Military Review, edição brasileira (1.º Trimestre de 1990).*

*Consta de sua sinopse:*

*"Com o custo dos novos armamentos aumentando a um ritmo inaceitável, meios alternativos para derrotar e reduzir as capacidades do inimigo devem ser extensivamente analisados. O autor do presente artigo afirma que a tecnologia antimaterial, conforme desenvolvida através de protótipos simulados, proporciona inúmeros métodos para lograr uma "destruição alternativa" e uma considerável redução na capacidade dos armamentos e unidades."*

---

As forças armadas modernas estão se tornando cada vez mais dependentes de meios motorizados para se locomover. Daí a razão porque as armas ofensivas e defensivas vêm sendo projetadas de modo a avariar ou destruir, à força, as viaturas militares, produzindo a chamada "destruição explosiva", decorrente de explosão(ões) próxima(s) ou do impacto de projéteis. Tecnologias recentes têm motivado outro tipo de arma, que incapacita os armamentos militares sem a necessidade de empregar a força bruta, logrando o que previamente vinha sendo chamada de "destruição alterna-

tiva" ou, mais recentemente, "tecnologia antimaterial". O presente artigo delinea uma maneira de abordar as tecnologias antimaterial tais como o pulso eletromagnético, as microondas de alta potência, a luz isotrópica, os neutralizadores de motores de combustão interna e os agentes químicos que incapacitam tripulações ou guarnições.

O termo destruição alternativa esteve em voga por algum tempo, porém foi descartado quando certos comandantes militares interpretaram seu significado, erroneamente, como sendo "menos que eficaz". Outros ter-



mos empregados para transmitir o conceito geral incluem “destruição decorrente da missão” ou “destruição operacional”. Todos esses termos são muito obscuros, uma vez que não especificam um objetivo claramente definido, e referem-se à “destruição” ao invés de diminuição na capacidade do sistema. Com relação à maioria dos sistemas de armas propostos que se enquadraram nessa categoria, o efeito mais provável será a diminuição da capacidade de um componente ou subsistema vital da plataforma de armamento que for atacada.

## O FIM DO CONCEITO DE BRASAS ARDENTES

No passado, a destruição de uma viatura blindada, navio ou aeronave era normalmente aceita como a neutralização total ou parcial dessa plataforma de armas. As categorias eram inoperante ou operante — não havia ambigüidades. Era fácil determinar em que categoria as plataformas se enquadravam, uma vez que, em geral, havia um monte de destroços. Essa simples categoria incutia nos comandantes e soldados no campo de batalha uma grande dose de confiança quanto à eficácia de seus armamentos. Outrossim, deu início ao que poder-se-ia chamar de síndrome de “brasas ardentes” ou “carcaças incandescentes”. Isso significa que os soldados queriam ver um monte de destroços ou brasas ardentes no

campo de batalha a fim de se certificarem de que a plataforma de armamento inimigo havia sido efetivamente neutralizada ou “destruída”.

Um exemplo freqüentemente citado, do desejo de se ter certeza absoluta da completa neutralização de um sistema inimigo, provém da perseguição israelense às forças blindadas egípcias pelo Sinai em 1973. Segundo se relatou, à medida que cada unidade israelense estabelecia contato visual com um CC egípcio, uma ou duas granadas anticarro eram lançadas contra ele. Os CC destruídos no início da retirada foram atingidos repetidas vezes, à medida que cada unidade em reforço da força principal o ultrapassava. Tais CC se tornaram coletores de balas para uma grande quantidade de munições israelenses. Nessa conjuntura da guerra, os israelenses pensavam que podiam dar-se ao luxo de despender múltiplas munições por alvo. O fato mais relevante que pode ser extraído disso é que, durante o combate, os soldados não estavam psicologicamente preparados para correrem o risco, independente de quão remota for a possibilidade de o inimigo possuir uma capacidade de combate em sua área de retaguarda.

Embora a abordagem de atingir repetidas vezes um alvo já destruído proporcione elevada confiança, ele simplesmente não será economicamente viável nos futuros campos de batalha de mé-



dia a alta intensidade, onde haverá um número limitado de munições altamente dispendiosas. A doutrina dos EUA tem sempre reconhecido a necessidade da disciplina do fogo, porém raras vezes esta tem sido observada em combate. Em anos recentes, particularmente durante a Guerra do Vietnã, temos dependido do poder de fogo esmagador para superar todos os obstáculos. Empregamos a artilharia e as aeronaves contra franco-atiradores e demos início a períodos de fogo intenso antes de deslocar-nos pela manhã, apenas para termos certeza de que não havia forças inimigas ocultas por perto. Tendemos a justificar esses grandes consumos de munição citando as vantagens proporcionadas pelos fogos de neutralização. Embora argumentos convincentes possam ser apresentados em prol das vantagens da neutralização durante o desenvolvimento do combate, esses fogos são empregados, mais frequentemente, para que o atirador se sinta seguro (protegido), ao invés de aproveitar seus verdadeiros benefícios táticos. Nossa história não reflete a disciplina que será exigida para derrotar um grande número de alvos resistentes. Isso não significa, porém, que tal coisa não possa ser feita.

## A TAXIONOMIA DA TECNOLOGIA ANTIMATERIAL

Para fins deste artigo, decidi empregar o termo "tecnologia an-

timaterial" para descrever um amplo espectro de técnicas de ataque. O estabelecimento de uma taxionomia de sistemas de armamentos incorporando a tecnologia antimaterial é extremamente difícil, uma vez que não há um consenso definido quanto à demarcação entre sistemas de destruição explosiva e de destruição por meios alternativos. Frequentemente, eles podem ser mais bem delineados com base naquilo que os sistemas de tecnologias antimaterial não são.

As tecnologias antimaterial são aquelas que não se valem da força bruta para penetrarem em blindagens protetoras. Exemplos desta última incluem as munições perfurantes químicas e de energia cinética utilizadas pelas armas anticarro e os efeitos de choque ou de fragmentação produzidos pelo fogo de artilharia. Tais efeitos destroem o alvo ao superar as medidas de proteção mediante a força física. Essa abordagem requer o consumo de quantidades relativamente grandes de energia a fim de destruir alvos altamente resistentes, tais como CC, VBTP ou peças de artilharia autopropulsadas. Os navios vêm sendo projetados como sistemas relativamente resistentes mediante a aplicação de blindagem de grande espessura, ao passo que as aeronaves dependem bastante de sua capacidade de manobra, contramedidas eletrônicas e sistemas de emergência para sua sobrevivência física. Tanto as aeronaves como os sub-



marinos dependem sobremaneira da diminuição de seus sinais para evitarem ser detectados por todas as técnicas possíveis, à exceção das mais sofisticadas. Eles também possuem compartimentos minuciosamente projetados, que lhes permitem absorver consideráveis danos estruturais e ainda permanecer em ação, freqüentemente em condições de concluir a sua missão.

A capacidade de durar na ação de que dispõem muitos sistemas de armamentos atuais, e de que disporão sistemas futuros, torna a destruição de alvos resistentes bastante difícil e inexequível sem o emprego de armas nucleares. Levando-se em consideração o número de alvos em potencial, tornar-se-á praticamente impossível fabricar sistemas de armamentos convencionais, ou linhas de armamentos, que possam provocar a destruição explosiva de todas as plataformas inimigas. A tecnologia antimaterial oferece uma alternativa viável capaz de neutralizar o inimigo a nível operacional, independente de quem ele possa ser em um determinado momento.

As tecnologias antimaterial tendem a ser menos dependentes de energia e podem, ou não, provocar uma falha catastrófica. Com freqüência, os mecanismos antimaterial produzem uma diminuição na capacidade de funcionamento do sistema de arma, sem incapacitá-lo totalmente. Os dois

exemplos que melhor demonstram a diminuição da capacidade de um sistema, sem provocar falhas desse tipo, são a neutralização da mobilidade e do poder de fogo. No primeiro caso, uma viatura blindada pode estar fisicamente imobilizada e impossibilitada de deslocar-se por um período de tempo considerável, porém ainda é capaz de lançar fogos precisos contra alvos dentro do seu campo de visão e alcance. No segundo, uma viatura blindada pode deslocar-se livremente, porém é incapaz de disparar. Isso lhe permite dispor da liberdade para deslocar-se até uma nova posição visando realizar reparos, ou continuar no ataque a fim de tirar proveito da ação de choque proporcionada pelas velocidade e quantidade de viaturas blindadas.

Tanto na neutralização da mobilidade quanto na do poder de fogo, o sistema de armas pode dar a impressão de encontrar-se em pleno estado operacional. É impossível avistar a plataforma e rapidamente determinar o seu estado de combate. Para determiná-lo definitivamente, é necessário que se realize uma observação contínua durante um período de tempo. Essa incapacidade constitui uma das desvantagens dos sistemas de tecnologia antimaterial, sendo ela especialmente acentuada quando as unidades estão em combate direto. Não obstante, quando empregadas no combate em profundidade, as preocupações concernen-



tes à avaliação do índice de destruição são consideravelmente menores.

Aprendemos com a Guerra Árabe-Israelense de 1967 que, "o que pode ser observado, pode ser atingido; o que pode ser atingido, pode ser destruído". Evidentemente, a letalidade no campo de batalha deu um grande salto para a frente no período que se seguiu ao fim da 2.<sup>a</sup> Guerra Mundial. Nos 22 anos que se passaram desde a Guerra do Oriente-Médio, a tecnologia aumentou, consideravelmente, tanto a capacidade de proteger alvos resistentes como a de localizar e atingir esses alvos com extrema precisão.

Consideráveis esforços e verbas têm sido investidos no "laço DO" de blindados/anti carro (A<sup>o</sup>). Os armamentos A<sup>o</sup> estão constantemente aumentando em tamanho, potência e sofisticação tecnológica. Para cada aperfeiçoamento na área de blindados, há uma nova munição perfurante; para cada novo tipo de munição perfurante, há um novo tipo de blindagem. E o ciclo continua. Uma miríade de programas abordando a proteção e outras capacidades de sobrevivência redundaram em consideráveis aperfeiçoamentos na capacidade dos sistemas de armas de permanecer eficazes em ambientes de combate extremamente rigorosos.

Pode-se observar uma concorrência semelhante entre os avanços tecnológicos na área de defesa antiaérea e as mudanças

na doutrina de aviação acompanhadas de programas de sobrevivência. Os aperfeiçoamentos na artilharia vêm colocando uma maior ênfase no posicionamento e nos fogos da contrabateria, ao passo que a necessidade de mais meios de comunicações age contra os esforços visando atender aos requisitos de segurança e antiinterferência.

Dentre os subprodutos desses programas, citam-se os elevados aumentos nos custos e na complexidade dos novos sistemas de armas e a necessidade de realizar uma extensa manutenção e modernização dos sistemas já distribuídos que devem permanecer no arsenal. Para cada avanço, tem havido uma contramedida, normalmente seguida de uma contra-contrainiciativa. Há despesas diretas associadas à aquisição de cada sistema, e despesas indiretas relacionadas com os maiores peso e complexidade. A verdade é que em algum momento, no futuro não muito distante, os sistemas de armas tornar-se-ão tão complexos e caros que os contribuintes e o Congresso não mais considerarão a sua aquisição como sendo economicamente viável.

## A ALTERNATIVA ANTIMATERIAL

Existem outras soluções no tocante à destruição explosiva de todos os alvos inimigos. A aplicação dessas soluções requer tanto o desenvolvimento de nova doutrina



quanto uma nova mentalidade por parte dos comandantes militares em todos os níveis. Embora as mudanças doutrinárias não representem um desvio radical do que ora existe, elas de fato exigem que os Estados Unidos adotem uma política de aceitação da projetada diminuição da capacidade de uma força inimiga como fator de êxito. Isso implica em uma determinação em empregar sistemas de armas que diminuirão a capacidade de funcionamento dos sistemas inimigos, sem provocarem a destruição total de *todos* os elementos dessa força. Naturalmente, a necessidade de atacar alvos, com armamentos que produzem a destruição explosiva, continuará a ser uma preocupação prioritária. A tecnologia antimaterial complementar, porém não substituirá, a destruição explosiva.

A mudança de mentalidade será mais difícil para um grande número de soldados, particularmente para aqueles que defrontam, diretamente, um adversário potencialmente belicoso. Nos escalões mais altos da liderança, a necessidade de se contar com meios alternativos aos armamentos de destruição explosiva já foi reconhecida e geralmente aceita. O que ora precisamos é de nos conscientizarmos da necessidade de desenvolver e empregar armamentos dotados de tecnologia antimaterial em todas as Forças Armadas. Tais sistemas devem ser compreendidos e aceitos em virtude de sua capacidade de propor-

cionar contribuições de vulto no campo de batalha.

Há vários exemplos históricos que sustentam as soluções antimaterial. Uma das técnicas mais antigas, e que continua a ser utilizada, é o emprego da fumaça para diminuir a mobilidade e o poder de fogo. Atualmente, agentes fumígenos de múltiplos espectros são empregados para obstruir sensores que possam "ver" além do alcance da visão, conseqüentemente diminuindo os sistemas de armas inimigos e aumentando a capacidade de durar na ação de nossos sistemas. Outros exemplos incluem o emprego, durante a 2ª GM, de técnicas de despistamento por radio-farol, visando atrair aeronaves para áreas bem-defendidas, o que aumentava a sua vulnerabilidade, desviando-as, ao mesmo tempo, dos seus alvos designados.

Há um grande número de vantagens a serem obtidas da adoção atual da abordagem da tecnologia antimaterial. Acima de tudo, as armas dotadas dessa tecnologia serão eficazes no combate travado no nível operacional da guerra. Ataques eficientes contra alvos em profundidade constituem um pré-requisito para o cumprimento da missão da força terrestre.<sup>1</sup> Ao empregar sistemas de tecnologia antimaterial de longo alcance ou obstáculos dessa tecnologia, projetados de modo a diminuir a mobilidade do inimigo, poder-se-á neutralizar, consideravelmente, o ritmo exigido pela dou-



trina inimiga. Pequenas interrupções nos padrões de mobilidade do inimigo, quando em profundidade na sua área de retaguarda, poderão produzir efeitos "cascata" mais adiante. O atraso de uma hora por parte de uma força inimiga, localizada em profundidade no seu próprio território, poderá resultar em que a força não chegue a sua posição de deslocamento designada até várias horas após o seu momento previsto para o ataque. Esse período poderá ser crucial para a força norte-americana que tiver de engajar alvos inimigos no limite anterior das posições amigas (LAPA), uma vez que tal interrupção reduzirá o número de viaturas blindadas inimigas que irá enfrentar diretamente em qualquer momento específico. O tempo economizado proporcionará aos comandantes uma oportunidade para obter maiores informações, realizar estudos de situação mais precisos, transmitir ordens operacionais e valer-se da mobilidade necessária para derrotar uma força blindada numericamente superior. Esta é uma vantagem de fundamental importância, comprovada repetidas vezes em exercícios de campanha e em simulações. A capacidade do comandante norte-americano de tomar decisões chaves e reconstruir forças, mais rapidamente do que o inimigo possa reagir, representa um importante e decisivo papel na determinação do desfecho da batalha.

O emprego de tecnologias

antimaterial é bem compatível com a doutrina emergente de estratégias de evolução competitiva, ao dar ênfase à nossa tradicional virtude de inovação científica (tecnologia imaginativa). Os sistemas de armas decorrentes dessas tecnologias são bem adequados à exploração das vulnerabilidades típicas soviéticas relacionadas às redes logísticas limitadas, à dependência de concentrações de força e aos sistemas de decisão e controle centralizados. Na maioria das vezes, os sistemas de armas antimaterial propostos poderão ser empregados de modo a proteger os soldados, auxiliando, dessa forma a manter a necessária maior flexibilidade da nossa força em relação à do inimigo<sup>2</sup>.

Em comparação com as armas de destruição explosiva, as armas antimaterial destruirão os alvos de modo mais econômico. Muitos dos sistemas antimaterial propostos consistem em armamentos de área que poderão engajar, simultaneamente, múltiplos alvos. Para citar um exemplo, o emprego de luz isotrópica para causar cegueira por ofuscamento nos soldados inimigos afetaria os sensores ópticos/infravermelhos de qualquer sistema que estiver orientado na direção da explosão. Ainda outro exemplo consistiria no emprego das armas de microondas de alta potência (HPM) para eliminar sistemas de comunicações e outros equipamentos eletrônicos vulneráveis cuja faixa de operação estiver dentro do raio de ação do



pulso da microonda. Em ambos esses exemplos, é provável que o nível de energia total necessário para afetar, adversamente, o alvo seja muito menor do que aquele exigido para destruí-lo com energia cinética ou química.

Outra aplicação da tecnologia antimaterial como arma de área de emprego eficiente de energia seria a utilização de substâncias que interrompam o funcionamento dos motores. O professor Hoenig, da Universidade de Arizona, sugeriu tal técnica há vários anos, porém suas idéias foram rejeitadas.<sup>3</sup>

Os sistemas de armas antimaterial poderão ser empregados de modo semelhante aos obstáculos e campos de minas atualmente utilizados pela engenharia de combate. Estas técnicas jamais são empregadas por si só, mas, sim, de modo a canalizar a força inimiga e em combinação com fogos. Da mesma forma, os sistemas de armas poderão canalizar o inimigo para as zonas de destruição designadas, bem como aumentar a probabilidade de destruição ( $P_d$ ) dos sistemas de armas projetados para penetrar em qualquer tipo de blindagem protetora.

Para citar um exemplo, se pudessemos provocar a perda de velocidade do motor de uma viatura blindada, mesmo que temporariamente, então os mecanismos de destruição explosiva, tais como Mísseis de Detecção e Destruição de Blindados (SADARM), *Hellfire* ou *Copperhead* seriam muito mais efi-

cazes, uma vez que a probabilidade de impacto ( $P_i$ ) e a  $P_d$  dependem da mobilidade da plataforma. A  $P_i$  aumentará à medida que a mobilidade dos alvos diminuir. Em outra abordagem, se pudessemos alterar a trafegabilidade do terreno em determinadas áreas, então as forças inimigas seriam forçadas a transitarem em redes rodoviárias já existentes, o que aumentaria as probabilidades de impacto e de destruição dos armamentos sofisticados, ao reduzir a área de busca para os sensores de bordo.

Em se tratando de distâncias mais curtas, talvez seja vantajoso que a infantaria leve disponha de sistemas antimaterial, pois, ao possuírem um sistema que provoca falhas mecânicas nos motores, o infante poderá escolher entre escapar de uma posição prestes a ser ultrapassada pelas viaturas mais velozes, ou permanecer na posição o tempo necessário para permitir que seu sistema de arma anticarro dispare um tiro certo contra um alvo estacionário. Tal conceito poderá ser de considerável ajuda para o comandante de frontado com o dilema concernente à introdução de unidades de infantaria leve em campos de batalha de média e alta intensidade, onde há uma preponderância de forças de infantaria mecanizadas e blindadas, apoiadas por artilharia autopropulsada.

Outrossim, existe a possibilidade de um papel de defesa anti-aérea para a tecnologia antimate-



rial. As aeronaves, tanto os helicópteros quanto as de "alta velocidade", são bastante vulneráveis à introdução de objetos estranhos em suas turbinas. O desenvolvimento de substâncias aerotransportadas, projetadas para provocar falhas mecânicas nas turbinas, constituiria uma abordagem ao papel de defesa antiaérea. Essas substâncias poderiam ser dispersadas pelas rotas de voo das aeronaves, ocasionando uma interrupção temporária ou uma falha catastrófica. A perda de velocidade das turbinas produzida por meios eletromagnéticos ou o embaçamento do *canopy* deslizante da cabine do piloto representam outras possibilidades do emprego de tecnologia antimaterial. Em qualquer caso, evitar-se-á que a aeronave inimiga conclua sua missão.

Aplicações avançadas para a defesa antiaérea poderão ser concebidas mediante a combinação de tecnologias emergentes. Por exemplo, se as tecnologias de sistemas eletrônicos não padronizados de identificação de aeronaves (IFF) forem combinadas com um aerossol neutralizador de turbinas, poderão ser empregadas minas aéreas para controlar o espaço aéreo que não for protegido, fisicamente, pelos sistemas de Defesa Antiaérea Avançada (FAAD). Mesmo com a padronização dos sistemas IFF, a sua introdução aumentaria, de modo considerável,

a complexidade do controle do tráfego aéreo.

Embora se possa empregar uma substância invisível na mina aérea, há um grande número de vantagens em combiná-la com um gás colorido. Ao tornar a nuvem visível, os pilotos teriam a opção de atravessá-la ou contorná-la. Após presenciarem outras aeronaves chocando-se contra o chão, eles se manterão afastados da nuvem. Produzir-se-á, dessa forma, um fator dissuasor eficaz. Mais adiante, a fumaça colorida, sem a substância nociva, poderia ser empregada da mesma forma, de modo a dissuadir as aeronaves inimigas de penetrarem na área.

Os sistemas antimaterial também proporcionam grandes oportunidades no que diz respeito à segurança das instalações. Uma vantagem de sua aplicação nesse papel é o ambiente relativamente controlado em que atuarão. Podem-se preparar concentrações químicas de qualquer densidade necessária para cumprir a missão. Para citar um exemplo, uma embaixada poderia instalar geradores de agentes químicos não-letais nos portões do recinto. Eles poderiam ser ativados manualmente pelos guardas, ou por sofisticados sensores projetados para detectar explosivos. Essa abordagem não-letal teria um significativo valor diplomático, se os terroristas pudessem ser capturados vivos ou, pelo menos, dissuadidos do seu objetivo.



## NOVOS REQUISITOS PARA O EXERCÍCIO DO COMANDO

Há, associado à maioria das armas de área, um assunto relacionado com o fratricídio. Esse problema poderá ser solucionado se for adequadamente abordado na formulação da doutrina, porém requererá considerável atenção. O comando e controle de tais sistemas exigirão uma rígida observância das normas. Alguns sistemas não serão adequados para o combate aproximado, mas poderão ser decisivos no combate em profundidade.

O comandante encarregado do emprego desses sistemas antimaterial deverá possuir alguns conhecimentos do funcionamento dessas tecnologias, de modo que as possa empregar segura e eficazmente. O comandante que empregar os sistemas antimaterial enfrentará um campo de batalha bem mais complexo. Embora não esteja previsto que o comandante seja um cientista, conhecimentos básicos de física, química e engenharia de armamentos poderão tornar-se muito mais importantes do que o foran no passado. Não é prematuro demais começar a considerar a introdução de cursos de reciclagem em ciência básica nos currículos de todas as escolas técnicas militares, em todos os níveis.

Naturalmente, todos os esforços serão envidados a fim de facilitar ao máximo a compreensão dessas tecnologias por parte dos soldados. Mesmo assim, eles te-

rão de saber muito mais do que simplesmente apontar a arma, tanto da perspectiva dos efeitos da arma sobre o inimigo quanto da sua própria segurança. Por exemplo, saber proteger-se das armas eletromagnéticas poderá tornar-se tão importante quanto os conhecimentos dos perigos atuais relativos às ameaças nucleares, biológicas ou químicas, conforme ilustrado pela incorporação de equipamentos de proteção contra raios laser, já exigido para as unidades deslocadas à frente. A preparação e o adestramento dos soldados terão de seguir técnicas mais sofisticadas tendo em vista a tecnologia.

## ARMAMENTOS ELETROMAGNÉTICOS

Os armamentos eletromagnéticos representam uma classe de sistemas antimaterial que estão sendo integrados, gradativamente, ao campo de batalha. Até agora, essa abordagem tem sido de modo parcelado, com cada tecnologia e sistema sendo introduzido e desenvolvido de forma quase que independente. O raio laser foi originariamente empregado em armas terrestres como telêmetro, mais tarde, como arma defensiva e, posteriormente, como arma ofensiva, à medida que níveis mais elevados de potência tornavam-se disponíveis. É muito provável que as necessidades de propagação e de potência da onda permitam apenas o emprego de



sistemas terrestres a laser de baixa a média potência em um futuro próximo. Os "perfurantes" de alta potência ainda não atingiram seu potencial previsto, após muitos anos de pesquisa e desenvolvimento.

O emprego do raio laser como arma no campo de batalha foi adiado em virtude da incapacidade de definir assuntos relacionados com o comando e controle e da falta de confiança nas análises da relação custo-benefício e da eficácia operacional. O *Stingray*, por exemplo, consiste em um sistema de arma a laser de baixa potência, projetado para ser empregado em apoio a uma força blindada.<sup>4</sup> Há vários anos atrás, a tecnologia tipicamente antimaterial do *Stingray* foi posta à prova, sob condições de combate, logrando significativo êxito. O que ainda falta é a definição da estrutura da força e da doutrina sobre como empregar esse sistema em combate. Não havia certeza quanto à quantidade de armas *Stingray* que seria necessária para proteger uma força de determinado valor, quantos alvos seriam destruídos pelas armas de destruição explosiva e como os comandantes empregariam o sistema de modo a garantir que as forças amigas também não fossem atingidas. É imperioso que esses problemas sejam resolvidos, caso quisermos determinar se a relação custo-benefício exigirá a introdução de um novo sistema. Ainda assim, os raios laser certamente se tornarão mais preponderantes no

campo de batalha, e, conseqüentemente, requererão maior atenção doutrinária.

Com a detonação de armas nucleares, deparamos com os problemas associados ao pulso eletromagnético (EMP). A conseqüência disso foi a implementação de programas destinados a proteger nossos sistemas contra os efeitos do EMP, bem como a criação de técnicas para o desenvolvimento de armamentos que pudessem empregar o pulso eletromagnético produzido tanto por armas nucleares como não nucleares. Além disso, as microondas de alta potência foram consideradas como sendo altamente vantajosas para as Forças Armadas, tendo-se já estabelecido programas para desenvolver seu potencial.

Em 1988, foi conduzido um jogo de guerra na instalação de Provas de Waterloo a fim de analisar o impacto das tecnologias emergentes sobre o combate no futuro. Uma das tecnologias mais bem-sucedidas foi a das Microondas de Alta Potência (HPM). Concluiu-se que "os sistemas operados remotamente HPM davam a impressão de proporcionar o potencial de neutralizar, de modo considerável, o sistema de comando, controle e comunicações do inimigo na zona de combate".<sup>5</sup> Tem-se dado pouca consideração ao impacto das HPM do ponto de vista doutrinário. Além de tornarmos os nossos sistemas de comunicações mais resistentes, devemos estudar os conceitos de-



fensivos que serão necessários para combater nesse ambiente altamente electromagnético.

O que agora é preciso e já está começando a tomar forma é um programa nacional coordenado abrangendo todo o espectro das armas eletromagnéticas, exigindo, portanto, que se dedique uma maior atenção à doutrina para seu emprego.

## PROTÓTIPOS SIMULADOS

Existe um grande número de tecnologias adequadas aos sistemas antimaterial. Pela sua própria natureza, várias delas são classificadas. A esta altura, é necessário que haja um diálogo cerrado entre a comunidade de "usuários" e a de "responsáveis pelo desenvolvimento", a fim de que possamos tirar proveito das oportunidades tecnológicas atualmente disponíveis. Para isso, deverá haver um equilíbrio entre a procura de aplicações militares gerais para a tecnologia e a seleção de tecnologias específicas destinadas a atender às necessidades atuais. Precisamos de usuários dotados de capacidade técnica adequada para compreender as vantagens e implicações da alta tecnologia. Em contrapartida, precisamos que o pessoal técnico responsável pelo desenvolvimento de tais tecnologias esteja ciente das necessidades operacionais dos soldados, os quais deverão empregar os sistemas de armas após seu desenvol-

vimento e distribuição às unidades. Isso somente poderá ser feito mediante uma coordenação cerada e um processo iterativo.

Em virtude da rapidez com que as novas tecnologias estão se tornando disponíveis, haverá uma necessidade urgente para que os responsáveis pelo desenvolvimento do treinamento e da doutrina sejam integrados ao planejamento, juntamente com os responsáveis pelo material bélico, no início do processo. A consequência disso será que precisaremos de uma capacidade de simulação mais avançada. Uma maneira de levarmos a cabo o desenvolvimento simultâneo de diversas tecnologias consistirá no emprego de protótipos simulados. A atual abordagem referente ao desenvolvimento de doutrina e à engenharia de sistemas tende a ser um processo baseado em tentativas. Essa situação está mudando, porém, até agora, o ritmo vem sendo demasiadamente lento para acompanhar os avanços na área de sistemas de armas.\*

O conceito do protótipo simulado consiste na criação de uma simulação de engajamento representando um futuro campo de batalha, juntamente com sistemas amigos e inimigos, os quais seriam desdobrados no momento previsto. Esse conceito permite ao pessoal responsável pelo desenvolvimento de sistemas conceber, hipoteticamente, um sistema fictício e atribuir-lhe certos parâmetros técnicos. As características desse sis-



tema fictício seriam então introduzidas numa simulação e postas à prova em combate em diversas situações. O operador do sistema fictício seria treinado da mesma forma que o seria se o sistema fosse real.

Haveria oportunidade para incorporar o sistema fictício a uma equipe de armas combinadas, de modo a analisá-lo da perspectiva do "FIGHTPRINT", "TRAINPRINT" e MANPRINT (integração de recursos humanos e pessoal). Isso implica que o FIGHTPRINT permite o desenvolvimento e a avaliação do conceito de como o sistema fictício seria empregado no combate real, ao passo que o TRAINPRINT forneceria as respostas necessárias para estabelecer as normas de treinamento mais adequadas. Os resultados, em conjunto, ajudariam a guiar a preparação e a confirmação das relações de necessidades, a partir das quais poderão ser desenvolvidos os sistemas de armas reais. Essa abordagem também poderá fornecer dados relativamente baratos que indicarão se um sistema fictício deverá, ou não, passar para a fase seguinte de desenvolvimento de engenharia.

Além de confirmarem as necessidades, os protótipos simulados permitirão aos formuladores de doutrina observar diversos conceitos relacionados com o emprego em combate de sistemas fictícios e lhes ajudarão a formular e confirmar futuras doutrinas. Os protótipos simulados represen-

tarão uma opção bastante econômica para pôr à prova múltiplas tecnologias novas, com vistas a determinar quais delas produzirão os maiores benefícios. Ao mesmo tempo, os responsáveis pelo desenvolvimento do treinamento poderão antecipar-se bastante ao processo ao invés de acompanhá-lo, o que vem sendo o caso com demasiada frequência.

Ao aplicarmos os protótipos simulados à tecnologia antimaterial, deveremos prestar bastante atenção às estimativas do atrito produzido pelo sistema fictício. As cifras deverão refletir as capacidades razoavelmente previstas do sistema fictício atuando em um determinado nível de desempenho. Parte do exercício consistirá em determinar que resultados significativos, do ponto de vista militar, terão de ser alcançados e em fornecer orientação para os métodos de emprego/colocação e os sistemas de lançamento.

Por exemplo, para um sistema HPM ser eficaz do ponto de vista militar, o modelo poderia proporcionar o raio de ação do pulso, em um determinado nível de energia, que seria necessário para diminuir a capacidade de uma porcentagem específica de sistemas de comunicações inimigos. Em seguida, o responsável pelo desenvolvimento poderia determinar a potência da fonte de energia necessária para garantir que energia suficiente seja dirigida em direção à zona de ação do alvo, de modo a neutralizar esses sistemas. Além



disso, ele poderia determinar se existe um mecanismo de lançamento capaz de transportar a fonte de energia e os outros componentes da arma. Esses dados indicarão à pessoa interessada se a tecnologia atual ou prevista poderá atender às necessidades do desenvolvimento de tal arma. Finalmente, os riscos associados ao seu desenvolvimento poderão ser identificados e avaliados.

## **VULNERABILIDADE DO SISTEMA**

A fim de empregarmos adequadamente o potencial proporcionado pela tecnologia antimaterial, teremos de conceituar os sistemas de armas nos termos mais abrangentes possíveis. Esse processo deverá incluir as características do sistema em conjunto, bem como cada um dos subsistemas que apóiam a eficiência da plataforma no decorrer das missões. Além disso, todos os mecanismos de apoio, seu desenho, função e relacionamento ao sistema principal, deverão ser incluídos nesse processo mental. O objetivo será identificar qualquer deficiência no sistema.

Será possível diminuir a capacidade de um sistema de armas sem atacar a plataforma principal. A diminuição da capacidade de sistemas sem atacar uma viatura blindada poderia envolver, por exemplo, o emprego de agentes químicos altamente corrosivos contra os comboios de remunicia-

mento ou reabastecimento. Essas substâncias poderiam ser concedidas para corroer, rapidamente, os pneus de viaturas sobre rodas, ou danificar os filtros ou as mangueiras nos seus motores. Outra abordagem consistiria no desenvolvimento de agentes químicos que se misturassem com o combustível sendo transportado ou interagissem com o propelente da munição, alterando, dessa forma, as características químicas necessárias para o funcionamento adequado dos referidos suprimentos. Soldado algum deseja munição que não funcione corretamente ou combustível contaminado em situação de combate.

Os agentes anteriormente mencionados podem ser introduzidos em qualquer fase da vida de serviço do alvo. Com um planejamento adequado, a matéria-prima poderia ser danificada, ou o produto final interceptado e contaminado antes de ser distribuído às unidades ou durante o seu trajeto até o campo de batalha. Temos de procurar os pontos vulneráveis. Por exemplo, talvez seja mais vantajoso atacar os comboios de ressuprimento do que lançar agentes químicos antimaterial sobre uma unidade blindada operacional, uma vez que as viaturas sobre rodas do referido comboio constituem alvos menos resistentes, que devem deslocar-se por redes logísticas conhecidas e limitadas. Os requisitos são uma análise de "princípio a fim" do sistema de armas a ser atacado, seguida do de-



envolvimento de aplicações específicas para as novas e emergentes tecnologias, objetivando as vulnerabilidades observadas.

Adequadamente identificados, os sistemas vulneráveis às armas antimaterial poderão proporcionar uma classe de alvos adequada à doutrina de "decisão-deteção-lançamento", quando da condução de um combate em profundidade. Os comboios de viaturas, pontos de reabastecimento ou elementos de comando, pela sua própria natureza, possuem características ou assinaturas identificáveis que permitem o desenvolvimento de algoritmo para a busca de alvos. A interdição do comando e controle ou das atividades de reabastecimento, mediante a introdução desses tipos de armas de área em profundidade na retaguarda do inimigo, proporcionará aos comandantes divisionário e de corpo-de-exército uma alternativa eficaz aos mecanismos de destruição explosiva. Essas armas poderão interromper sobremaneira o ritmo do inimigo, além de contribuir para a sua derrota tanto no limite anterior das posições amigas como a nível operacional.

Outra vantagem proporcionada por algumas tecnologias antimaterial é a possibilidade de aumentar a variedade de opções de que dispõe o comandante em qualquer situação. Ao dispor de sistemas não-letais, o comandante será capaz de ampliar as regras de engajamento, diminuindo, dessa forma, o perigo para seus solda-

dos. Tais sistemas oferecem excelentes opções para situações altamente instáveis em que o início de hostilidades não tenha sido declarado oficialmente, porém o clima de tensão esteja muito acentuado.

Por exemplo, um comandante poderia autorizar o emprego de um sistema capaz de neutralizar uma viatura atravessando uma zona proibida, ao passo que talvez haja certa indecisão na hora de atuar se as únicas opções disponíveis provocarão, com toda a probabilidade, a perda de vidas. Do ponto de vista diplomático, é muito mais fácil lidar com um incidente envolvendo a destruição de propriedade do que com um em que tenha havido mortos ou feridos.

De modo semelhante, a destruição explosiva — particularmente os danos secundários concomitantes — é politicamente inaceitável em muitos conflitos de baixa intensidade ou em situações de contraterrorismo. Nesses casos, tecnologias como, por exemplo, as munições pirotécnicas de efeitos ópticos podem ser empregadas de modo a cegar por ofuscamento ou, de outra forma, incapacitar temporariamente os agressores.

O emprego de armas dotadas de tecnologia antimaterial no futuro campo de batalha apresentará várias vantagens. Elas constituirão uma alternativa econômica ao emprego de mecanismo de destruição explosiva, se aceitarmos o fato de que a diminuição da capa-



cidade de sistemas provocará uma interrupção significativa, do ponto de vista militar, no ritmo das operações inimigas. Para aproveitarmos adequadamente esse potencial, os sistemas inimigos deverão ser analisados do "princípio ao fim", as vulnerabilidades identificadas e os imaginativos recursos tecnológicos empregados. Quando for efetivamente desenvolvida, a tecnologia antimaterial proporcionará uma maior variedade de opções eficazes ao comandante no campo de batalha de média e alta intensidade e em situações de conflito de baixa intensidade. Para citar as palavras do Major General Robert Stunell, "para enfrentar a ameaça soviética, os Estados Unidos terão de efetuar uma mudança revolucionária no emprego de sua tecnologia num futuro campo de batalha".<sup>7</sup> A tecnologia antimaterial

proporciona os meios para efetuar essa mudança revolucionária, ao constituir-se numa opção viável aos mecanismos de destruição explosiva.

#### NOTAS

1. Gen Hans Henning von Sandart, do Exército da RFA, "Considerations of the Battle in Depth", *Military Review*, Out. 87.
2. *United States Army Themes for Competitive Strategies*, Ago 88.
3. Roland K. Mar, "Bang-less Tank Killer", *U.S. Naval Institute Proceedings*, Set 86.
4. David Morrison, "Tactical Laser Weapons", *Lasers and Optonics*, Mai 89.
5. *Warfhting with Emerging Technologies: Report on the Tech Base War Games*, jogos de guerra conduzidos na Instalação de Provas de Watterways, Mar 88, Comando de Laboratórios do Exército dos EUA.
6. Gen Paul Gorman, "Training Technology", *International Military and Defense Encycloperia*, Anteprojeto, Nov 88, e comunicação particular.
7. Maj Gen Ruber Sunnell, *Defense News*, 17 Out 86.

**O Coronel R/1 John B. Alexander**, do Exército dos EUA, é o diretor da Seção de Tecnologia Antimaterial do Laboratório Nacional de Los Alamos, em Los Alamos, Novo México. Quando rta Ativa, serviu como diretor do Departamento de Conceitos de Sistemas Avançados, Comando de Laboratórios do Exército; chefe do Departamento de Integração de Tecnologia, Comando de Material Bélico do Exército; assistente do subchefe-de-estado-maior da Seção de Administração e Planejamento de Tecnologia, Comando de Material Bélico do Exército e chefe da Seção de Tecnologia Humana Avançada, Comando de Informações e Segurança.