

# AS FUNÇÕES TECNOLÓGICAS DO COMBATE: SUA EVOLUÇÃO E APLICAÇÃO NOS ESTUDOS E PLANOS DA ÁREA DE DEFESA

José Carlos Albano do Amarante\*

Marcílio Boavista da Cunha\*\*

## RESUMO

---

Este artigo apresenta uma proposta de decomposição do ciclo do combate em funções tecnológicas básicas e adicionais, identificadas como o Sensoriamento (S), o Processamento (P) e a Atuação (A), além do Posicionamento (Po) e da Logística (L). Comenta sobre a evolução dessas funções, com base no surpreendente progresso tecnológico que estamos presenciando, levando em consideração os quatro conflitos mais significativos ocorridos ao longo dos dois últimos séculos. Finalmente, propõe que as funções tecnológicas do combate sejam aplicadas aos estudos e planos de médio e longo prazo elaborados na área da defesa, como os estudos prospectivos sobre a guerra do futuro, os planos de pesquisa e desenvolvimento científico-tecnológico, os planos de reaparelhamento e os planos de articulação e equipamento.

**Palavras-Chave:** Funções Tecnológicas do Combate; Guerra do Futuro; Sensoriamento, Processamento, Posicionamento, Atuação e Logística.

## ABSTRACT

---

This article presents a proposal for the decomposition of the combat cycle in basic and additional technological functions, identified as Observe/Detect (O), Decide (D) and Act (A), plus Positioning (Po) and Logistics (L). It comments about the evolution of these functions, based on the surprising technological progress

---

\* General-de-Divisão. Doutor (1979) e Mestre em Engenharia Aeronáutica e Astronáutica pela Stanford University, Palo Alto, CA, USA. Professor do Núcleo de Estudos Estratégicos da Universidade Federal Fluminense. Conselheiro da Associação Brasileira das Indústrias de Materiais de Defesa e Segurança. Ex-Diretor-Presidente da Indústria de Material Bélico do Brasil - Imbel.

\*\* Vice-Almirante. Doutor (1976) e Mestre em Engenharia Elétrica pela Naval Postgraduate School, Monterey, CA, USA. Conselheiro do Centro de Estudos Político-Estratégicos da Escola de Guerra Naval. Conselheiro da Associação Brasileira das Indústrias de Materiais de Defesa e Segurança. Ex-Diretor-Presidente da Empresa Gerencial de Projetos Navais - Emgepron. E-mail: mboavista@globo.com

we are observing, taking as reference the four more significant conflicts of the last two centuries. Finally, the article suggests that the technological combat functions be applied to the medium and long term studies and plans elaborated at the defense area, as the prospective studies about future warfare, the scientific and technological development plans and the acquisition and modernization plans.

**Keywords:** Combat Technological Functions; Future Warfare; Orient, Decide, Act, Positioning and Logistics.

## INTRODUÇÃO

Atualmente é comum encontrar, no Ministério da Defesa e nas Forças Armadas, em Universidades e Centros de Estudos Estratégicos, e em Organizações e Associações ligadas à indústria de defesa, pessoas realizando estudos e elaborando planos de médio e longo prazo. Podemos citar, como exemplo, estudos prospectivos sobre a guerra do futuro, planos de pesquisa e desenvolvimento científico-tecnológico, planos de reaparelhamento e planos de articulação e equipamento. Cada um desses estudos e planos tem sua lógica própria e segue uma abordagem específica, distintas umas das outras, o que dificulta a integração dessas pessoas e a correlação entre esses documentos.

Buscando atenuar essa dificuldade, este artigo apresenta uma sugestão de abordagem que pode ser aplicada aos estudos e planos mencionados. Trata-se da representação, de forma simplificada e atualizada, da proposta de decomposição do ciclo do combate em funções tecnológicas básicas, discutida anteriormente (AMARANTE, 1992), às quais foram acrescentadas funções adicionais.

Em seguida, este artigo analisa a evolução dessas funções tecnológicas, com base no surpreendente progresso tecnológico que temos presenciado, levando em consideração os quatro conflitos mais significativos ocorridos ao longo dos dois últimos séculos:

- as Guerras Napoleônicas (1794-1815);
- a Primeira Guerra Mundial (1914-1918);
- a Segunda Guerra Mundial (1939-1945); e
- as Guerras do Golfo Pérsico (1991 e 2003).

É interessante apontar que o uso das funções tecnológicas de combate tem contribuído, no ambiente acadêmico, para o melhor entendimento entre profissionais e planejadores. Age como uma linguagem de fácil aplicação e bom entendimento, tanto pelos interessados em assuntos políticos e estratégicos, quanto pelos envolvidos com aspectos operativos e técnicos.

## FUNÇÕES TECNOLÓGICAS BÁSICAS DO COMBATE

Ao focalizar nas ações operativas, pode-se observar que os combates ocorrem em fases distintas, muitas vezes sequenciadas. Nessas fases, algumas funções precisam ser exercidas, sob a influência crescente de novas tecnologias. Essas são as chamadas Funções Tecnológicas do Combate, aqui divididas em Funções Básicas e Funções Adicionais. Considera-se como funções tecnológicas básicas as seguintes:

- Sensoriamento (S)- com o objetivo de obter informação sobre a ameaça;
- Processamento (P) – com o objetivo de processar a informação para a tomada de decisão e sua implementação; e
- Atuação (A)- com o objetivo de executar a decisão e neutralizar da ameaça.

Essas funções são, normalmente, desempenhadas em ciclos (BOYD,1957), onde a decisão resultante do processamento movimenta, posiciona e aciona os atuadores, enquanto as informações sobre o ambiente operacional, obtida pelos sensores, são realimentadas para refinar o processamento.

É relativamente simples descrever essas funções. Entendendo-se como funciona o corpo humano, pode-se compreender o funcionamento do “corpo de combate”. O nosso corpo interage com o meio ambiente através de cada um dos sentidos. Dois sentidos se sobressaem: a visão, excitada pelo campo visível do espectro eletromagnético; e a audição, estabelecida por perturbações de baixa frequência no campo de pressão ambiente envolvente ao sensor auditivo. A visão é o sentido que inspirou a evolução tecnológica militar e o atual estado da arte de fazer guerra. Ela abriu a janela eletromagnética para a exploração tecnológica dos meios de combate modernos.

O processamento é constituído pelo cérebro e os meios de comunicação entre ele e os sensores e atuadores; é responsável pelo processamento da informação e pela emissão de ordens para os atuadores, com o objetivo de realizar uma tarefa estabelecida. O cérebro humano é tão perfeito que é capaz de controlar automática e simultaneamente a forma e intensidade de operação dos atuadores - braço, perna, língua e outros. Como ocorreu com a visão, o cérebro também está inspirando a evolução da tecnologia militar no campo do Comando e Controle de sistemas, mediante a teoria computacional das redes neurais.

O “corpo de combate” funciona de maneira semelhante, nos seus mais variados níveis – desde o combatente individual, passando por sistemas de armas, por brigadas, esquadras, esquadrilhas e até o escalão de forças

conjuntas. Imagine-se um infante com um fuzil. Para desempenhar o seu papel em combate, ele deverá necessariamente utilizar as três funções tecnológicas básicas (SPA) ao enfrentar o inimigo. Um sistema de armas moderno, por sua vez, na busca da automação, desempenha todas essas funções: busca, detecção e identificação do alvo; tomada de decisão para o tiro; e guiamento do atuador até a neutralização da ameaça. O mínimo de funções cumpridas pelo homem implica no máximo de automação atingido pelo sistema.

Numa simplificada visão da operação de uma brigada, mediante o emprego de “elementos de combate”, a cavalaria desempenha o papel dos “olhos”; o estado-maior, apoiado pelas comunicações, faz o papel do processamento; e a infantaria, artilharia e engenharia fazem o dos atuadores. Deixa-se para o leitor uma concepção de operação de forças combinadas, sob o enfoque das funções tecnológicas de combate (POWELL, 1996).

## FUNÇÕES TECNOLÓGICAS ADICIONAIS E SUBFUNÇÕES

Em certas situações mais complexas de combate, com o envolvimento de várias plataformas em extensos teatros de operação, ou quando o tempo crítico do combate depende intensamente do posicionamento do atuador, duas outras funções tecnológicas, adicionais, de preparação e apoio, tornam-se importantes:

- Posicionamento (Po) – com o objetivo de pré-posicionar, posicionar e preparar os sensores, processadores e atuadores; e,
- Logística (L) – com o objetivo apoiar o combate, mantendo em funcionamento as demais funções tecnológicas.

No nível do combatente individual, e até mesmo no das plataformas de combate (tanques, aeronaves e navios), as funções básicas são suficientes para descrever o ciclo do combate - o ciclo SPA, de sensoriamento, processamento e atuação. Nos níveis mais complexos, o ciclo do combate pode ser descrito por SPPoA, ou seja, sensoriamento, processamento, posicionamento e atuação.

A função tecnológica de preparação, aqui chamada de posicionamento (HAMMER, 1988), é de grande importância, especialmente, para a guerra naval. O emprego específico de funções tecnológicas no combate naval exige que o posicionamento tanto do atuador, quanto do alvo, sejam acuradamente conhecidos. O combate naval envolve grandes áreas de batalha e diferentes cenários de ataque. Além do mais, as tendências de defrontamento com alvos “além-do-horizonte” e controles estritos de emissão, acoplados com táticas mais tradicionais na guerra em mares minados e na guerra antissubmarino,

requerem muito bons dados sobre o posicionamento geográfico. Por essa razão, o conhecimento preciso das posições relativas e geográficas é determinante para o sucesso no combate naval.

Embora não seja atuante no combate, a função tecnológica logística comporta um elevado conteúdo científico-tecnológico e seu principal objetivo operacional é apoiar o combate, mantendo em funcionamento os meios para a execução das quatro funções sensoriamento, processamento, posicionamento e atuação.

Tanto as funções tecnológicas básicas quanto as adicionais podem ser subdivididas. As subfunções tecnológicas resultam da partição das funções, visando a agregar determinado subconjunto de atividades tecnológicas que aparecem no caminho crítico do combate. Dessa maneira, as subfunções podem ser introduzidas no ciclo funcional do combate e, até mesmo, ser combinadas com funções diferentes daquelas a que estejam vinculadas.

São subfunções ou atividades típicas vinculadas ao Sensoriamento:

- Análise do Ambiente Operacional;
- Conhecimento das Condições de Propagação de Energia;
- Alinhamento e Preparação dos Sensores;
- Busca e Detecção de Alvos; e
- Correlação e Identificação de Alvos.

São subfunções ou atividades típicas vinculadas ao Processamento:

- Transmissão e Tratamento da Informação Sensoriada;
- Montagem de Quadros de Situação;
- Análise de Linhas de Ação;
- Tomada e Transmissão de Decisão; e
- Ordem de Tiro.

São subfunções ou atividades típicas vinculadas ao posicionamento:

- Concentração em Bases e Estações;
- Pré-posicionamento de Plataformas e de Atuadores;
- Recebimento de Ordens de Movimento;
- Posicionamento de Plataformas e de Atuadores; e
- Preparação para a Atuação.

São subfunções ou atividades típicas vinculadas à atuação:

- Recebimento de Ordens de Atuação e de Tiro;
- Alinhamento e Prontificação dos Sistemas de Armas;
- Realização do Tiro; e
- Guiamento dos Atuadores.

## A EVOLUÇÃO DA FUNÇÃO SENSORIAMENTO

Sensores são dispositivos capazes de captar e processar: sinais emitidos pelo próprio alvo ou por ele refletidos, quando iluminados por emissores distantes; ou modulações e modificações de campos energéticos, naturais ou artificiais, causadas pela presença ou proximidade do alvo (CUNHA, 1989).

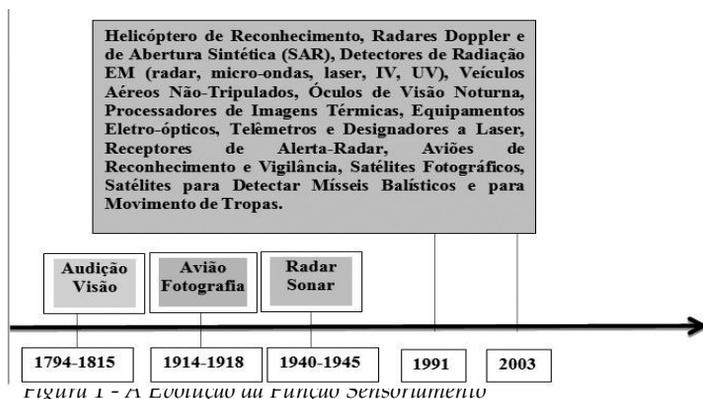
Como nos primórdios da história das guerras, as Guerras Napoleônicas ainda continuavam a se valer da audição e da visão como “sensores de combate”. Na verdade, até esse período, o homem não havia desenvolvido nenhuma tecnologia significativa para a função sensoriamento. A luneta, inventada como telescópio em 1608, foi a primeira tecnologia utilizada para melhorar a qualidade da informação obtida, antes e durante o combate. No que concerne à audição, é notória a recomendação dos comandantes aos infantess, durante as ações de penetração em força: “avançar na direção do troar dos canhões inimigos”. O som proveniente da linha de tiro denunciava a localização do centro de gravidade das forças inimigas, uma vez que o alcance dos canhões daquela época atingia a irrisórios mil metros.

Na Primeira Guerra Mundial, o avião ampliou consideravelmente o campo de visão e a invenção da fotografia tornou possível, pela primeira vez, a gravação da informação.

Na Segunda Guerra Mundial, o sonar, empregado em operações navais, ampliou o alcance do sensoriamento auditivo. Mas foi o radar que descerrou as cortinas para exploração das várias faixas do espectro eletromagnético, ampliando o conceito de visão ótica para visão eletromagnética. A incipiente tecnologia fazia crescer o campo visual para incluir a banda de micro-ondas. Os ingleses, na Batalha da Inglaterra, devem a vitória a esse notável avanço tecnológico. A chave para o progresso exponencial da função sensoriamento havia sido encontrada.

Como mostra a Figura 1, a Ciência e a Tecnologia responderam rapidamente, com uma notável expansão da exploração do campo eletromagnético. As Guerras do Golfo fizeram desfilar uma extensa gama de equipamentos de sensoriamento. Agora, eles atuam em variadas bandas do espectro eletromagnético, varrendo o ultravioleta, a faixa ótica, o

infravermelho, as micro-ondas e as radiofrequências.



Vários exemplos materializam a citação (DEFENSE, 1991, OMS, 1992, CNN, 2005): radar doppler; detector de radiação eletromagnética (microondas, infravermelho, faixa óptica, ultravioleta); veículo aéreo de observação, remotamente pilotado (Spy, Pioneer); óculos de visão noturna (por intensificação de luz residual e por imagem térmica); sensor por imagem térmica; designador a laser; telêmetro a laser; receptor para alerta a radar; helicóptero de reconhecimento; avião de vigilância e reconhecimento – para alvos aéreos (AWACS) e para alvos terrestres (J-Stars); satélite fotográfico (Photint: Kh-11, Kh-12); satélite para detectar comunicações radiofônicas e telefônicas (Magnum, Chalet); satélite para detectar sinais de radar (Ferrets); satélite para detectar mísseis balísticos (Dsp); satélite para monitorar movimentos de tropa (Lacrosse) e aeronave ou satélite para obtenção de imagens fotográficas, utilizando micro-ondas (Radar de abertura sintética – Sar).

## A EVOLUÇÃO DA FUNÇÃO PROCESSAMENTO

O processamento, assim como o sensoriamento, não utilizou nenhuma tecnologia significativa para melhorar o processo de tomada de decisão até o final da Revolução Científica (1750). A única tecnologia empregada desde os primórdios foi a cartografia (tecnologia militar de impacto desenvolvida pelos sumérios, por volta de 2.300 a.C.), que não estava acoplada a nenhum equipamento militar, mas enriquecia o funcionamento da equipe de decisão e auxiliava o trabalho de posicionamento.

Nas Guerras Napoleônicas, os sinais visuais eram o principal meio de comunicação entre unidades de combate, com prevalência de flâmulas e

bandeiras. O então revolucionário meio de comunicação e controle adotado pela inteligência criativa de Napoleão foi o emprego do estado-maior acrescido de um serviço de “ordens”. O oficial de ligação, responsável por esse serviço, atuava como um mensageiro capacitado a modificar o conteúdo de uma ordem em face da realidade do campo de batalha.

Na Primeira Guerra Mundial, a telefonia e o telégrafo vieram prestar uma contribuição significativa para as comunicações, sem, no entanto, provocar alterações sensíveis na estrutura e no funcionamento do Estado-Maior.

Na Segunda Guerra Mundial, a radiofonia trouxe reflexos profundos às comunicações, aumentando a distância e o número de pessoas atingidas pela difusão da informação e das ordens. O espectro eletromagnético começava a ampliar suas contribuições para a evolução das funções de combate, atingindo também o processamento.

Novamente, como ocorreu com os sensores, as Guerras do Golfo foram o palco de uma enorme explosão nos meios de processamento, como mostra a Figura 2. Este fato é tão importante que a arte da guerra presencia o início de um processo de reformulação estrutural e operacional do Estado-Maior. Agora, os sensores instalados em aviões, satélites e veículos remotamente pilotados podem transmitir instantaneamente informações para os estados-maiores nos diversos níveis. Os múltiplos dados podem ser acumulados, tratados e atualizados em computadores e ser apresentados, em tempo real, para tomada de decisão. Este processo é acelerado pelo uso do computador na exploração de jogos de guerra, permitindo a simulação de desenlaces prováveis da batalha. Em baixos tempos de reação, os atuadores podem conhecer a decisão a ser implementada.



Figura 2 - A Evolução da Função Processamento

São exemplos de novos processadores: computadores (microeletrônica); redes de transmissão de dados (modem); avião de C<sup>3</sup>I – para interceptação aérea (AWACS) e para ação terrestre e naval (J-Stars); monitores de televisão com fibra óptica e intensificador infravermelho; satélite de comunicação (Intelsat); centro de C<sup>3</sup>I, para processamento e exposição de dados em tempo real, e modems para intercomunicação criptografada entre centros de C<sup>3</sup>I, em diversos níveis.

## A EVOLUÇÃO DA FUNÇÃO ATUAÇÃO

Desde o porrete, a primeira ferramenta de combate, os armamentos atendem, prioritariamente, à função atuação. Nas Guerras Napoleônicas, os atuadores ainda eram rudimentares. O maior poder de fogo era conferido à artilharia de alma lisa, que atirava sem precisão até distâncias de um quilômetro. A cavalaria constituía importante atuador, mantido em reserva, pronto para ser empregado para a decisão do combate.

Na Primeira Guerra Mundial, um importante avanço tecnológico se fez sentir. A metralhadora mudou a feição do combate, fazendo com que o poder de fogo preponderasse sobre o movimento. Isso veio originar a “guerra de trincheiras”. Outros atuadores dessa época foram: a artilharia de alma raiada (com uma precisão sensivelmente melhorada e batendo alvos a distâncias de até seis quilômetros), a mina de contato, o torpedo submarino e o foguete.

Na Segunda Guerra Mundial, o principal atuador convencional foi o carro de combate – que já havia aparecido timidamente na Primeira Guerra Mundial – vindo a conferir uma enorme mobilidade ao combate e dando origem à “guerra de movimento”, caracterizada pela famosa blitzkrieg (guerra relâmpago) alemã. Além disso, a tecnologia militar produziu o míssil balístico, as armas submarinas, os aviões de caça e bombardeiro, o porta-aviões, o lançador múltiplo de foguetes e a força aeroterrestre. A bomba atômica representou um poder de fogo de enorme capacidade letal, e contra o qual não se dispunha de proteção.

Nas Guerras do Golfo, como mostrado na Figura 3, um rol enorme de equipamentos veio, mais uma vez, caracterizar o crescimento exponencial da tecnologia militar: os mísseis – antimíssil (Patriot), antirradiação (Harm), anticarro (Hellfire, Maverick), de cruzeiro (Tomahawk) e ar-superfície (Asm-30 laser); as bombas – de onda de choque (óxido de etileno líquido), penetrante (para alvos enterrados), guiadas (Paveway, Excalibur) e antirodovias; lançador múltiplo automático de foguetes (Astros, Mlrs); artilharia 155mm auto-propulsada (40km); o armamento da avião multifunção (caça e bombardeiro) com aviônica para combate noturno e

em qualquer tempo (F-15, F-18); os recursos de ataque do avião “invisível” ao radar de microondas (F-117 A), do helicóptero de ataque (Apache) e do veículo de combate de infantaria (Bradley); e os equipamentos de guerra eletrônica, para negar, ao inimigo, a livre utilização do espectro eletromagnético – analisadores do ambiente eletromagnético, interferidores e dissimuladores.



Figura 3 - A Evolução da Função Atuação

## A EVOLUÇÃO DAS FUNÇÕES POSICIONAMENTO E LOGÍSTICA

A função posicionamento engloba um sem número de atividades ligadas ao estabelecimento e utilização de bases e estações, ao desenvolvimento, projeto e construção de meios navais, terrestres e aeronáuticos, e à propulsão, geração e distribuição de energia, navegação e estabilização desses meios e de seus sistemas de armas.

Construções destinadas à concentração de tropas vêm sendo utilizadas desde a Antiguidade. Segundo alguns historiadores, os soldados e marinheiros de Sun Tzu já eram “aquartelados” e a Grande Muralha da China pode ser vista como um enorme agrupamento de quartéis de infantaria e cavalaria. As primeiras bases ou fortalezas com as funcionalidades organizacionais atuais, isto é, sem o necessário perfil ou forma tradicional de castelos ou grande muralhas, foram construídos pela primeira vez em 1692 pelo general e estrategista Vauban.

As bases navais, aéreas e aeronavais são os pontos de apoio das forças

armadas de um país. A noção de base naval é tão antiga quanto à de marinha de guerra. Já em 412 a.C., os Atenenses construíram, na ilha de Quios, um porto dedicado à sua frota de guerra. Roma dispunha de uma rede de bases navais em todo o Mediterrâneo. A partir do século XV, a grande expansão marítima portuguesa levou à criação da primeira rede mundial de bases navais, de apoio às rotas de navegação entre Portugal e os novos territórios; e do século XVI, outras potências como a Espanha, a França, a Holanda e a Inglaterra lançam-se na expansões marítimas, criando a sua própria rede de bases ultramarinas. Segundo o almirante norte-americano Alfred Thayer Mahan, "é inútil armar navios se eles não dispuserem de base onde se possam apoiar".

Os meios de combate sofreram uma longa evolução, desde: as primeiras carruagens sumérias, de 3.000 a.C., e os primeiros barcos egípcios de guerra, de 1.500 a.C.; passando pelos "navios de linha" das Guerras Napoleônicas, como o HMS Victory; pelos "super-dreadnoughts" (navios encouraçados e armados com canhões de grosso calibre) da Primeira Guerra Mundial; pelos cruzadores pesados, porta-aviões e submarinos da Segunda Guerra; até os modernos submarinos de propulsão nuclear, os aviões supersônicos de combate e os veículos aéreos, navais e terrestres não-tripulados dos tempos atuais.

O posicionamento geográfico e a navegação evoluíram bastante, especialmente nas últimas décadas do século XX. A navegação oceânica, incapaz de enxergar pontos referenciais na superfície terrestre, valeu-se inicialmente da astronomia para confeccionar cartas e livros de navegação. O sábio grego Hiparco, em 150 AC, ao criar o astrolábio, viabilizou a navegação astronômica. A bússola, o sextante, as cartas náuticas e os portulanos (roteiros descritivos de viagens) deram um forte impulso à navegação. Durante a 2ªGM, os EUA desenvolveram o LORAN (SATO, 2005), um sistema terrestre de radionavegação baseado na emissão de impulsos radioelétricos. Em 1978, entrou em operação o sistema de navegação de uso universal, o Sistema Global de Posicionamento (GPS) (PAZ, 1997), baseado em emissores localizados em satélites geoestacionários, seguido dos sistemas dele independentes, como os de navegação inercial e de seguimento do terreno.

Na Antiguidade, as atividades logísticas nasceram com os exércitos. Os deslocamentos de milhares de homens por centenas de quilômetros demandavam o transporte de uma cauda de apoio que incluía carroças, armas de reserva, re-equipamentos, alimentação e até "vivandeiras" - mulheres que acompanhavam as tropas em marcha, vendendo ou não mantimentos.

A história credita a Antoine-Henri Jomini (WORLD BIOGRAPHY, 2003), um dos generais de Napoleão, o emprego da palavra logística pela vez primeira, ao defini-la como “a ação que conduz à preparação e sustentação das campanhas”, . No final da Primeira Guerra Mundial, em 1917, o tenente-coronel Thorpe, fuzileiro naval norte-americano, escreveu importante livro que caiu no esquecimento. O título era Logística Pura: a ciência da preparação para a guerra. O conceito do autor era que a logística, juntamente com a estratégia e a tática, constituíam-se nos três pilares de sustentação da Arte da Guerra. Curiosa e coincidentemente, ao final da Segunda Guerra Mundial, em 1945, o almirante Henry Eccles, chefe da Divisão de Logística do almirante Nimmitz, encontrou o livro jogado e empoeirado num canto e reconheceu que os Estados Unidos deixaram de economizar milhões de dólares por não terem seguido os ensinamentos de Thorpe.

A partir da Segunda Guerra Mundial, a Logística passou a contribuir para as atividades civis relacionadas com o transporte, a distribuição, a manutenção e a disponibilização de produtos e de obras. A Logística ganhou os contornos de uma ciência “dual”, com aplicações nos campos civil e militar. Na atualidade, a Logística ganhou muita importância. Para a Base Industrial de Defesa de um país, a Logística constitui a interface entre o setor produtivo militar e as forças armadas. No conceito de mobilização, a logística é responsável pela mobilização imediata, pela pronta resposta da Base Industrial de Defesa às demandas de suprimento de materiais de emprego militar.

Quanto à logística militar na Guerra do Golfo, é preciso reconhecer que a especificidade técnica, a complexidade e diversidade de equipamentos de SPPoA impõem uma reformulação doutrinária. Os cinco escalões de manutenção, empregados doutrinariamente, precisam ser repensados. Eles eram adequados quando a guerra era da época da Revolução Industrial e a tecnologia de base era a mecânica. O investimento para a realização do quarto e quinto escalões de manutenção, em toda a gama de materiais e equipamentos proporcionados pela atual tecnologia militar, atinge valores proibitivos.

A mobilização industrial era, por sua vez, facilmente realizada, pois uma fábrica de rádios para entretenimento podia ser adaptada para fabricar rádios de comunicação em combate, dado que os equipamentos de fabricação eram universais. Hoje, isso é impossível, pois os equipamentos de fabricação são todos dedicados, não podem ser adaptados para outro produto. Por outro lado, a mobilização industrial redundou na presença de fábricas de munição na retaguarda das tropas aliadas no teatro de operações, no Oriente Médio. Esta atitude logística emprestou velocidade ao recompletamento dos

estoques de munição. A nova logística militar, no entanto, demanda uma relação homem de apoio/combatente significativamente crescente, como consequência da complexidade e diversidade dos meios militares.

## AS FUNÇÕES TECNOLÓGICAS NO COMBATE FUTURO

As guerras do futuro, de difícil previsão, serão influenciadas por uma enorme variedade de novas tecnologias. Estão em desenvolvimento, e a poucos passos do uso operacional, tecnologias surpreendentes como as de aumento do desempenho humano em combate, de construção de redes e sistemas resistentes às invasões cibernéticas, de controle do espectro eletromagnético e uso generalizado de agilidade de frequência, de navegação precisa em ambientes onde a utilização de sistemas tipo GPS seja impossível, de sensores inteligentes, de mísseis de cruzeiro de altíssima velocidade, de armas energéticas, de satélites e aeronaves fracionadas e configuráveis, e de veículos aéreos, terrestres, navais, submarinos e anfíbios remotamente controlados e de alto desempenho (USAF, 2010).

Com o uso dessas novas tecnologias, o combate futuro está convergindo para o emprego operacional, cada vez mais frequente, dos seguintes recursos:

- Robotização – com a substituição de funções originalmente realizadas pelo homem, pelas mesmas funções realizadas pela máquina; e
- Automação – com a realização das funções tecnológicas do combate sem a interferência do homem, mediante o emprego automático do sensoriamento, do processamento e/ou da atuação.

Assiste-se, já hoje, à robotização da guerra. A primeira fase desse processo deu-se com o emprego de veículos aéreos não-tripulados (VANT), como vetores de atuação para realizar incursões perigosas ao território dominado pelo adversário. A tecnologia do VANT é robótica e de primeira geração, podendo o veículo ostentar a capacidade de ser pilotado à distância ou de possuir trajetórias pré-definidas. Como forte inconveniente operacional, no campo psicológico, a perda de instintos de comisseração para com o inimigo é um problema a ser enfrentado em guerras robóticas, que tenham efetivos humanos.

O espectro de repercussões tecnológicas sinaliza a automação das funções do combate. É o caso do funcionamento automático de um sistema de armas, integrando as funções SPA, como os sistemas Phalanx e Patriot, que foram os primeiros exemplares da automação do combate. O escudo de proteção contra mísseis balísticos caracteriza outro exemplo de automação. Esta, como é possível concluir, constitui-se no grau mais elevado da sofisticação tecnológica.

Como ocorreu com a visão, o cérebro também está inspirando a evolução da tecnologia militar no campo do Comando e Controle de sistemas, mediante a teoria computacional das redes neurais. A integração funcional de SP, PA ou SPA, sinaliza a automação dos meios de combate.

A fundamentação de sistemas confunde-se com a criação do conceito de cibernética. Em 1948, Wiener, Rosenblueth e Bigelow (JERZ, 2011) precisavam de um nome para uma nova disciplina que tratava de “objetivo, ação, predição, retroalimentação e resposta de todas as espécies a estímulos”, isto é, comando e controle, caracterizando sistemas vivos e não-vivos. O nome escolhido para a novel matéria foi Cibernética. Há bastante tempo, o homem já vinha lidando com sistemas físicos mais simples, porém com os mesmos conceitos de comando e controle: apontando a artilharia (arco e flecha), projetando circuitos elétricos (robô humanoide com motor elétrico) e manobrando robôs rudimentares (barco não tripulado e robô autônomo eletrônico).

É importante observar que, no período em que ocorreu a Guerra Fria, o projeto de sistemas de armas deu um salto de gigante – entre a sua primeira concepção, com o míssil balístico (1942) até o sistema Patriot (1991), a tecnologia de base era a eletrônica, e o meio de transporte das informações era o espaço eletromagnético, a quarta dimensão. O Sistema Patriot apresenta funcionamento automático resultante da integração de funções operacionais no ciclo do combate SPA. No sensoramento, o radar de vigilância, de última geração, estacionado na área de defesa, faz a aquisição do alvo automaticamente. No processamento, a estação de controle do engajamento identifica o alvo, libera o lançamento automático do míssil e executa os cálculos de correção de curso, referentes à fase terminal do voo. A atuação automática do míssil dá-se pelo sistema de perseguição via míssil (TVM).

A guerra do futuro deverá mostrar ao mundo o mais avançado sistema de armas já concebido. O atual nível de conhecimento tecnológico militar conduz ao desenvolvimento do Sistema dos Sistemas, vulgarmente chamado de Sistemão, que consiste na reunião tecnológica e operacional de todos os sistemas de combate presentes no teatro de operações. Tudo isso controlado e comandado por uma imensa rede apoiada num enorme banco de dados e integrada por robustos computadores, realizando o tratamento dos dados para orientar a atuação dos homens e máquinas em todos os escalões.

## COMENTÁRIOS FINAIS

Neste artigo foi apresentada a proposta de decomposição do combate em funções tecnológicas básicas e adicionais, identificadas por: Sensoriamento (S), Processamento (P), Posicionamento (Po), Atuação (A) e Logística (L).

Em seguida, uma análise da evolução dessas funções foi realizada, com base no surpreendente progresso tecnológico que temos presenciado nesses últimos anos.

Propomos que os estudos e planos de médio e longo prazo sobre defesa, oriundos da área acadêmica, do setor industrial, do Ministério da Defesa e das Forças Armadas, ao serem elaborados ou atualizados, levem em consideração essa decomposição do combate em funções tecnológicas.

Como primeiro exemplo de aplicação dessas funções, os diversos planos de pesquisa e desenvolvimento científico-tecnológico para a defesa (BRASIL, 2004) poderiam, com certa uniformidade, listar as tecnologias e projetos de interesse das Forças Armadas utilizando a seguinte estrutura:

- Função: Sensoriamento

Tecnologias e Projetos: Ambiente Operacional; Propagação de Energia; Sensores; Guerra Eletrônica; etc.

- Função: Processamento

Tecnologias e Projetos: Processos Decisórios; Comando e Controle; Comunicações; Cibernética; etc.

- Função: Posicionamento

Tecnologias e Projetos: Plataformas; Materiais Especiais; Propulsão e Energia; Navegação; etc.

- Função: Atuação

Tecnologias e Projetos: Armamento; Munição Inteligente; Sistemas de Armas; Direção de Tiro; etc.

- Função: Logística

Tecnologias e Projetos: Bases e Estações; Armazenagem e Distribuição; Manutenção e Reparo; Desempenho Humano e Saúde; etc.

Medidas como a acima sugerida podem contribuir para uma melhor integração entre os estudos e planos da área da defesa, além de proporcionar uma linguagem comum e um proveitoso entendimento entre estrategistas, soldados e técnicos.

## REFERÊNCIAS

AMARANTE, José C. Albano. A tecnologia militar: repercussões da Guerra do Golfo. Revista A Defesa Nacional, Rio de Janeiro, n. 755, 1992.

BEYOND the gulf: a review of the political, economics and military impact of the Persian Gulf War. Newtown, CT: Forecast International, 1991

BOYD, John. The OODA Loop. Disponível em: <[http://www.valuebasedmanagement.net/methods\\_boyd\\_ooda\\_loop.html](http://www.valuebasedmanagement.net/methods_boyd_ooda_loop.html)>. Acesso em: 18 nov 2011.

BRASIL. Ministério da Defesa. Portaria Normativa nº 1317/MD, de 04 de novembro de 2004. Aprova a Política de Ciência, Tecnologia e Inovação para a Defesa Nacional. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 nov. 2004.

CNN. A Timeline on The Iraq War, 2005. Disponível em: <<http://www.cnn.com/SPECIALS/2003/iraq/forces/coalition/index.html>>. Acesso em: 18 nov 2011.

CUNHA, M. Boavista. Sensores para detecção e acompanhamento de Alvos. Revista da Associação Brasileira de Engenharia Militar, Rio de Janeiro, n. 92, 1989.

DEFENSE & Armament International, LOCAL, n. 103, feb./mar., 1991.

HAMMER, J.L.; HOLE, W.R. A Partnership of Marine Interest. Baltimore, MD, 1988. Disponível em: <[http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs\\_all.jsp?arnumber=23720](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=23720)>. Acesso em: 18 nov 2011.

JERZ, Jonh L. Cybernetics, 2011. Disponível em: <<http://mysite.verizon.net/vzesz4a6/current/id253.html>>. Acesso em: 18 nov 2011.

PAZ, S.M.; CUGNASCA, C.E. O sistema de posicionamento global (GPS) e suas Aplicações. Disponível em: <<http://www.lps.usp.br/lps/arquivos/grad/dwnld/apostila GPS.pdf>>. Acesso em: 18 nov 2011.

POWELL, William J. The Influence of Sensor to Shooter Tecnology on Theater Level Decision Making. Naval War College, Newport, RI, USA, 1996. Disponível em: <<http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA312224&Location=U2&doc=Get TRDoc.pdf>>. Acesso em: 18 nov 2011.

SATO, J. O Sistema Loran, 2005. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/LORAN>>. Acesso em: 18 nov 2011.

USAF. Report On Technology Horizons, 2010. Disponível em: <<http://www.aviationweek.com/media/pdf/Check6/USAFTechnologyHorizonsReport>>. Acesso em: 18 nov 2011.

WORLD BIOGRAPHY Supplement, Encyclopedia, n. 23, Gale, 2005. "Antoine Henri Jomini".

Recebido em: 30/10/2011

Aceito em: 29/11/2011