

A gestão do combate a doenças epidêmicas com tecnologia militar

José Carlos Albano do Amarante¹, Luis Cristóvão Porto²

Palavras-chave:

logística, gestão em saúde, ciclo SPA, tecnologia militar, sensoriamento, processamento, atuação

Keywords:

logistics, health management, military technology, SPA cycle, sensing, processing, acting

RESUMO

OBJETIVO: O propósito deste trabalho é demonstrar a ocorrência da dualidade tecnológica – militar e sanitária – em um importante segmento das tecnologias de combate, tanto a favor do combate militar quanto do aprimoramento da luta contra as doenças epidêmicas. Ao longo do texto, é demonstrado que os dois importantes segmentos da atividade humana podem empregar as funções tecnológicas básicas do combate, desenvolvidas para a guerra, para otimizar os recursos financeiros e para oferecer melhores condições de combate às doenças epidêmicas, utilizando o ciclo sensoriamento-processamento-atuação (SPA) para controlar e erradicar as doenças que se alastram. Mostra-se como deve ser feito o custeio do plano de combate médico e conclui-se pela viabilidade de realizar essa luta com a tecnologia do combate militar.

ABSTRACT

OBJECTIVE: The purpose of this work is to demonstrate the occurrence of technological duality – military and health – in an important segment of the technologies of combat, both in favor of military combat and upgrading the fight against epidemical diseases. Throughout the text, it is demonstrated that the two important segments of human activity can employ the basic combat technology, developed for the war, to optimize the financial resources and to offer better conditions to combat epidemical diseases, using the cycle sensing-processing-acting (SPA) for control and eradication of spreading diseases. It is shown how must be done the cost of the plan of medical combat and it is concluded by the feasibility to carry out this fight with the technology of military combat.

Introdução

Desde a Idade da Pedra, o ataque e a defesa, no campo militar, e a doença e o remédio, no campo da saúde, sempre evoluíram paralelamente. Acompanhando esses processos, “alguns seres humanos tentavam entender e dar aplicações racionais sobre os fenômenos naturais do homem e do Universo, enquanto outros, utilizando suas habilidades, os recursos materiais disponíveis e conhecimentos empíricos gerados, procuravam alterar as condições de ambiência para aumentar a sua probabilidade de sobrevivência e de conforto, criando e produzindo bens e os serviços dele decorrentes” (Longo, 1986). Faziam o que hoje classificaríamos, respectivamente, de ciência e tecnologia militar e de ciência e tecnologia médica.

Por outro lado, tecnologias de impacto provocaram a evolução da humanidade, desde a pré-história até os dias de hoje, ativada por revoluções socioculturais (Amarante, 2009).

No campo militar, no decorrer dos séculos, os avanços tecnológicos provocaram nítidos desequilíbrios entre forças combatentes adversárias, como por exemplo: a espada e o escudo, o arco e flecha e a armadura, catapulta, a arma de fogo e a fortificação, o avião e o míssil, a bomba atômica, dentre outros. No campo médico, ao longo dos séculos, as doenças, os ferimentos e as infecções, dentre outros, provocavam nítidos desequilíbrios entre o que o homem sabia e o que desconhecia em termos de tecnologia voltada para a saúde. A partir da Revolução Científica (1450-1750), o homem passou a contar com mais um aliado na geração de tecnologia: a ciência, tanto a militar quanto a médica (Amarante, 2009).

A tecnologia militar

Na antiguidade, os avanços tecnológicos provocaram nítidos desequilíbrios entre forças combatentes adversárias. Naque-

Recebido em: 15/10/2010 / Aprovado para publicação em: 04/11/2010

1. Núcleo de Estudos Estratégicos – Universidade Federal Fluminense; 2. Serviço de Patologia Clínica – Policlínica Piquet Carneiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Autor Correspondente: Prof. José Carlos Albano do Amarante – Universidade Federal Fluminense – Núcleo de Estudos Estratégicos. Campus do Gragoatá – Rua Professor Marcos Waldemar de Freitas Reis, Bloco O. São Domingos – Niterói – CEP 24210-201 – RJ – Brasil – jamarante@oi.com.br

les tempos, porém, a vantagem redundante do uso de um novo armamento podia ser desfeita com relativa facilidade, considerando a sua simplicidade de construção e operação. Desde que não houvesse grande diferença no estágio intelectual dos contendores, a simples cópia do novo engenho não apresentava grandes dificuldades. O equilíbrio tecnológico-militar era logo restabelecido e a sorte dos combates voltava a depender de outros fatores, como a capacidade dos generais, a combatividade da tropa e o apoio logístico.

Durante a Revolução Cultural (1100-1450), a descoberta da pólvora e a conseqüente criação das armas de fogo foram alguns dos primeiros avanços tecnológico-militares de difícil capacitação, gerando diferenças irremediáveis entre nações desenvolvidas e subdesenvolvidas (Amarante, 2009).

Recentemente, armamentos de maior sofisticação tecnológica, como mísseis, aviões multifuncionais (caça e bombardeiro), carros de combate, navios de guerra e submarinos, promoveram uma concentração ainda maior de poder político-militar. A competência para projetar, construir e equipar, autonomamente, os modernos materiais de defesa sempre esteve nas mãos de poucas nações que, por essa razão, construíram sociedades ricas.

Atualmente, a humanidade ensaia os primeiros passos na Idade Tecnológica (1940- ...), caracterizada pelo crescimento exponencial dos meios postos ao dispor do homem. A tecnologia militar não poderia deixar de acompanhar essa notável evolução, ora como agente motriz, ora como beneficiária. Como consequência natural desse processo, a tecnologia molda e condiciona a arte da guerra, interferindo nas técnicas de combate, de forma cada vez mais intensa e dominante.

As funções tecnológicas básicas do combate militar

Para entender como os avanços tecnológicos podem proporcionar melhores condições para o combate, é de todo conveniente utilizar uma visão holística e funcional. Em consequência, com o foco nas aplicações operacionais, pode-se considerar como funções tecnológicas básicas do combate militar (Amarante, 1994):

- *Sensoriamento* (S): com o objetivo de obtenção de informação sobre a ameaça;
- *Processamento* (P): com o objetivo do processamento da informação para a tomada de decisão e sua implementação;
- *Atuação* (A): com o objetivo de execução da decisão e neutralização da ameaça;
- *Sistemização* (S): com o objetivo de integrar, funcionalmente, duas ou mais funções básicas precedentes;

- *Logística* (L): com o objetivo de manter em funcionamento o sensoriamento, o processamento, a atuação e a sistemização constituem-se na função tecnológica de apoio ao combate.

Por analogia, entendendo-se a fisiologia do 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, cujo grau de nobreza está diretamente relacionado com a distância de percepção de fenômenos. Dois sentidos se sobressaem: a visão, excitável pela estreita banda entre o infravermelho e ultravioleta; 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. A audição funciona bem dentro de água. O sensor de distância de veículos flutuantes é o sonar que, para funcionar, emite sinais sonoros. O sinal emitido propaga-se em todas as direções até encontrar um obstáculo, sendo refletido inclusive para a direção do sonar. O intervalo de tempo de resposta permite a avaliação da distância sonar-obstáculo.

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 capaz de controlar automaticamente 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. A função *sistemização* realiza a integração funcional do SPA, sinalizando a futura automação dos meios de combate.

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

Na busca da automação, um sistema de armas opera de maneira integrativa à sistemização, no objetivo de desempenhar 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 executadas pelo homem implica no máximo de automação atingido pelo sistema.

Em uma simplificação 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 papel dos atuadores.

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, atuação e sistemização.

A tecnologia médica

Na Grécia antiga, Hipócrates e Galeno estabeleceram as fundações da ciência médica moderna. Séculos se passaram e na Revolução Científica (1450-1750), o belga Andréas Vessalius produziu um atlas anatômico de elevada qualidade, marco da nova fase evolutiva da ciência médica. Na Inglaterra, William Harvey lançou os fundamentos científicos da circulação sanguínea. Na Revolução Industrial (1750-1940), o homem criou a vacinação, o estetoscópio, a anestesia e, com a descoberta dos raios-X, em 1896, estabeleceu os revolucionários métodos de diagnóstico por imagem, que dominaram a tecnologia médica do século XX. Esse século proporcionou também a síntese de hormônios e vitaminas, a extraordinária penicilina, com o efeito antibiótico e o transplante de órgãos, culminando com o coração. No início da Segunda Guerra Mundial, o homem desvendou o mistério do sangue, tanto sob o ponto de vista genético quanto sob o ponto de vista da transfusão. Na primeira metade do século XX, a tecnologia de base, sobre a qual se desenvolveram as outras tecnologias de impacto, foi a mecânica. Os equipamentos mecânicos referentes à tecnologia militar eram totalmente diferentes dos ligados à tecnologia médica.

A partir da Revolução Tecnológica (1940-...), no entanto, a tecnologia de base passou a ser a eletrônica, com uma característica paradoxal. A eletrônica era e é de difícil compreensão, mas tem a capacidade de aproximar as soluções tecnológicas de problemas em áreas diferentes e, em particular, nas áreas militar e médica.

E o que é ainda mais curioso, é que sistemas, equipamentos e processos militares podem ser, com poucas adaptações, os mesmos sistemas, equipamentos e processos ligados à tecnologia médica. Quando isso ocorre, nos deparamos com o fenômeno da dualidade tecnológica. Uma tecnologia dual tem aplicação civil e militar. É o caso do Ciclo SPA – sensoriamento, processamento e atuação, desenvolvido para o combate militar e, neste trabalho, condicionado para a gestão do combate a doenças endêmicas.

Aliás, a pesquisa interdisciplinar, envolvendo a medicina e outras áreas do conhecimento, como a neurociência e a informática biomédica, está ensaiando os primeiros passos

na direção de problemas até hoje insolúveis. De acordo com Balser e Baruchin (2008), para viabilizar essa atitude, universidades e centros médicos estão congregando biólogos, médicos, físico-químicos, engenheiros, matemáticos, informáticos e cientistas sociais para lidar, de maneira mais efetiva, com problemas biomédicos.

Por sua vez, Izadi e Buckridge (2007) defendem que a real ameaça do bioterrorismo está acelerando a necessidade crítica de detecção tempestiva de ataques. Apontam, para isso, a necessidade de modelagem e análise de decisão a serem empregadas em sistemas de vigilância otimizados. Note-se que a preocupação primeira desses pesquisadores médicos concentra-se na função sensoriamento, com um processamento dos dados de detecção ótima embutido no sensoriamento. Falta a preocupação sistêmica no que diz respeito ao processamento e à atuação relacionados com a identificação dos pacientes e prescrição de procedimentos médicos para salvar os atingidos pelo ataque.

Lester *et al.* (2008), ressentidos da falta de sistemas de gestão sanitária efetivos, apresentam uma revisão de trabalhos sobre gestão de enfermidades e propõem uma estrutura conceitual para guiar o desenvolvimento de tecnologia informática sanitária mais eficiente, de modo a transformar informação clínica em ação clínica. Para tanto, o sistema deve atender as seguintes etapas:

1. definição dos elementos centrais de programação da gestão da doença;
2. identificação de pacientes e registros de doenças;
3. estabelecimento de linhas de conduta para definição de medidas de processo ideais como taxas de triagem e de vacinação;
4. realização da gestão da doença (centros de saúde, unidades de pronto atendimento, hospitais para diagnóstico, acompanhamento e tratamento) e da população (informação, auto-controle, prevenção, vacinação e auto-tratamento).

Bompangue *et al.* (2009), na avaliação da epidemia do cólera na República Democrática do Congo, mais precisamente nas províncias Kivu Norte e Kivu Sul, discutiram o papel do sensoriamento da doença, como vital na gestão.

Por outro lado, dentre as condições ambientais, Shannon *et al.* (2008) apontam a purificação de água como um sério problema sanitário para o século XXI e prescrevem a necessidade de um esforço imenso para identificar métodos novos e robustos para purificar água a custos baixos, minimizando o uso de componentes químicos, o impacto ao meio ambiente e consumindo menos energia. Eles sinalizam a tecnologia atual para a desinfecção e descontaminação da água, além dos esforços para aumentar o suprimento de água mediante a reutilização segura e a dessalinização do mar e de águas salgadas. Mais uma vez, o ciclo SPA possui as condições técnicas para apoiar um programa de obtenção de água potável.

As funções tecnológicas básicas do combate médico

Vimos, no campo militar, que o “corpo bélico” inspira-se no corpo humano para evoluir tecnologicamente. Nada mais adequado é imaginar o tratamento do corpo humano inspirado em tecnologias desenvolvidas para o combate ao corpo bélico. É chegada a vez de utilizar a tecnologia militar para combater os vírus e as bactérias. Neste trabalho, propõe-se uma sistemática com base no ciclo SPA – sensoriamento, processamento e atuação, para combater a pandemia, a endemia e a epidemia.

Pandemia, Endemia e Epidemia

Esses três fenômenos estão associados a vírus e bactérias, além de possuírem a propriedade de estar ligados a doenças infecciosas e que se alastram facilmente, trazendo problemas incalculáveis para a saúde pública. As três palavras referem-se ao mesmo fenômeno, variando, no entanto, a sua intensidade. Na *endemia*, a doença infecciosa ocorre constantemente em determinada região e ataca um número maior ou menor de indivíduos. Na *epidemia*, a doença, geralmente infecciosa, surge rápida em uma região e acomete simultaneamente grande número de indivíduos. Pode ser também um surto de agravação de uma endemia. Na *pandemia*, a enfermidade epidêmica está amplamente disseminada.

O acometimento constante de uma doença, atingindo sempre um grande ou um pequeno número de habitantes de determinada região, caracteriza uma endemia. Se o acometimento surgir rapidamente em uma localidade e atingir considerável parte da população, ele passa a ser uma epidemia. Há, por exemplo, a endemia de dengue nas grandes cidades brasileiras. Se uma doença endêmica agrava-se em uma localidade e atinge uma quantidade ponderável da população, ela evoluiu de endemia para epidemia. A cada ano, na temporada de chuvas, muitas pessoas são acometidas pelo mal da dengue, constituindo assim uma variação sazonal. Quando uma endemia ou uma epidemia atinge grandes proporções, devemos chamá-la de pandemia (Girard *et al.*, 2009).

Surge então a pergunta: Como as funções tecnológicas básicas do combate militar podem contribuir para o combate de pandemias, epidemias e endemias, para uma aplicação que venha a salvar vidas?

Aplicação do ciclo SPA para o combate de doenças que se alastram

Nos três casos, o processo começa com a designação do responsável pela operação global de combate da doença alastrante. O ‘Estado-Maior’ de Gestão da Saúde designa

um responsável para definir sua equipe e elaborar o Plano Preliminar de Combate à Doença, considerando três fases sequenciais de combate.

A primeira fase do combate consiste na realização do **sensoriamento** da população, habitante do bairro, município, estado, região ou país, atingida pela doença alastrante. O sensoriamento vai proporcionar informações básicas e imprescindíveis para o Plano de Combate à Doença.

O destino das informações sensorizadas são as mãos da equipe que está dirigindo e coordenando as ações preventivas e corretivas de combate à doença. Também chamada de Estado-Maior do Combate à Doença, essa equipe vai proceder à segunda fase de combate, elaborando o **processamento**. Esse é um trabalho eminentemente intelectual a ser realizado em quatro etapas. Na primeira etapa, ocorre a comunicação dos dados levantados pela equipe de sensoriamento para o Estado-Maior. Na segunda etapa, é feito o estudo das informações – com o apoio de meios computacionais, para obter uma radiografia da situação e dimensionar o Plano de Combate à Doença, com constatações do tipo:

- número de pessoas infectadas em números relativos e absolutos;
- localização das habitações (residências, bairros, municípios, estados, regiões, países) onde residem as pessoas infectadas;
- identificação do vírus ou da bactéria nefasta;
- tratamento recomendável e forma de aplicação do tratamento;
- aquisição dos fármacos e outros meios de apoio à aplicação do tratamento; e,
- o tratamento poderá ser local ou em órgãos de saúde de apoio (posto de atendimento especializado, posto de saúde, policlínica e/ou hospital).

A terceira etapa é a elaboração do Plano de Combate à Doença; e a quarta etapa consiste na remessa do plano aos elementos responsáveis por sua aplicação: os atuadores.

Terminada a fase do processamento, mais complexa e integrativa, é realizada a terceira fase nomeada de **atuação**, ou seja, as equipes de atuação aplicam os procedimentos nas condições estabelecidas pelo plano de combate. Como decorreu um tempo de processamento, pode haver a necessidade de reajustamento do universo infectado. O plano deve prever esse tipo de demanda.

Em um prazo que permita a avaliação dos resultados do combate à doença, o Estado-Maior, as equipes de sensoriamento e de atuação aplicarão um novo ciclo SPA. Se o novo SPA sinalizar a redução da doença, o ciclo deve continuar até a eliminação técnica da mesma. Por outro lado, se o novo ciclo indicar crescimento da doença, o plano deve ser revisto e ampliado urgentemente. Para empregar de forma correta e integrada o ciclo SPA, é mandatório que uma única equipe realize a direção e coordenação dos trabalhos. Somente as-

sim, é possível a imputação de responsabilidade quanto ao trabalho de combate à doença.

Custeio do plano de combate à doença

O custo total (CT) da aplicação de um ciclo SPA:

$$CT = (N's \times Rs) + (N''a \times Ra) + (Rp \times Tp)$$

onde:

R = o custo por pessoa

N = número de pessoas

Rp = custo mensal do Estado-Maior, independe de N

Tp = tempo de processamento, em meses

Para o controle de gastos relacionados com o Plano de Combate à Doença, é de fundamental importância o levantamento dos seguintes números, se possível antes do processo começar:

Rs = o custo por pessoa do sensoriamento, incluindo a propaganda;

Ra = o custo por pessoa da atuação; e,

Rp = o custo mensal de processamento.

Do sensoriamento, obtemos os seguintes números:

- O percentual de pessoas positivas %P, levantado pelo sensoriamento; deverá definir juntamente o Rs o tamanho do investimento no sensoriamento nas etapas de diagnóstico e de avaliação da resposta à ação (N').
- N'' = número estimado de pessoas afetadas (%P x número de pessoas na população afetada).

Perspectivas de aplicação do ciclo SPA na medicina

Levando em consideração que a "dualidade" tecnológica tornou-se uma realidade nos tempos atuais da Revolução Tecnológica, a pesquisa interdisciplinar, envolvendo a medicina e outras áreas do conhecimento, deverá constituir-se em poderosa ferramenta para acelerar os avanços da saúde apoiados no campo tecnológico. Dessa maneira, a criação de instrumentos para a detecção tempestiva de ataques de bioterrorismo é vista como uma necessidade crítica (Izadi e Buckeridge, 2007). O Ciclo SPA pode ser empregado efetivamente não apenas na detecção do bioterrorista, mas também no processamento e atuação contra esse mau-comportamento. Não menos importante, a carência de sistemas de gestão em saúde efetivos implica no desenvolvimento de sistema, ainda não existente (Lester *et al.*, 2008), com características muito semelhantes às do Ciclo SPA, para trans-

formar informação clínica em ação clínica. Em situações epidêmicas (Bompangue *et al.*, 2009), o processo de sensoriamento pode ser suprido com sobras pelo Ciclo SPA que, além da detecção, proporciona meios de processamento e de atuação contra a doença.

Finalmente, a purificação de água, importante demanda do século XXI, pode ser gerenciada com grande eficiência e efetividade mediante o uso do Ciclo SPA.

Conclusão

Estamos vivendo na Revolução Tecnológica, que nos oferece uma oportunidade ímpar de empregar o fenômeno da "dualidade" tecnológica para tornar interdisciplinares as atividades científico-tecnológicas. Amparada por essa constatação, foi discutida a viabilidade da realização do combate médico a doenças epidêmicas mediante o emprego de tecnologia de combate militar, materializada pelo Ciclo SPA.

É básico que o "Estado-Maior" voltado para gestão da saúde designe o(s) responsável(is) pelo andamento dos ciclos SPA. Para tanto, é de fundamental importância a preparação de uma equipe que venha a ser responsável pela aplicação e controle do ciclo. A credibilidade do Plano depende do sensoriamento. Foram também apontadas outras possíveis e atrativas aplicações do Ciclo SPA na área da saúde.

Referências bibliográficas

- Amarante JCA. The automatic battle: a feasible dream? *Military Review* 1994;74(5):58-61.
- Amarante JCA. O Voo da Humanidade e 101 Tecnologias que Mudaram a Face da Terra. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército Editora. 2009.
- Balsler JR, Baruchin A. Science at the interstices: an evolution in the academy. *Acad Med* 2008 Sep;83(9):827-31.
- Bompangue D, Giraudoux P, Piarroux M, Mutombo G, Shamavu R, Sudre B, et al. Cholera epidemics, war and disasters around Goma and Lake Kivu: an eight-year survey. *PLoS Negl Trop Dis* 2009;3(5):e436.
- Girard MP, Tam JS, Assossou OM, Kieny MP. The 2009 A (H1N1) influenza virus pandemic: A review. *Vaccine* 2010 Jul 12;28(31):4895-902.
- Izadi MT, Buckeridge DL. Decision theoretic analysis of improving epidemic detection. *AMIA Annu Symp Proc* 2007;354-8.
- Lester WT, Zai AH, Grant RW, Chueh HC. Designing healthcare information technology to catalyze change in clinical care. *Inform Prim Care* 2008;16(1):9-19.
- Longo WP. *Ciência e Tecnologia: Expressão do Poder Nacional*. Rio de Janeiro: Escola Superior de Guerra; 1986.
- Shannon MA, Bohn PW, Elimelech M, Georgiadis JG, Marinas BJ, Mayes AM. Science and technology for water purification in the coming decades. *Nature* 2008 Mar 20;452(7185):301-10.