



SCUA UMA NOVA VISÃO EM SISTEMAS C4ISR

FOTO: <http://archive.cotsjournalonline.com>

Contra Almirante (EN) **RICARDO SOARES FERREIRA**
Ex-Diretor do Instituto de Pesquisas da Marinha - IPqM

Doutor **PABLO RANGEL**
Encarregado da Divisão de Sistemas - IPqM

INTRODUÇÃO

Nas camadas da organização da guerra naval moderna, permanecem os conceitos da estratégia, da tática e da operação. As doutrinas navais permeiam todas essas camadas, dando liga a eficiência do combate. São as doutrinas que consideram a relação de causa-efeito e que determinam as ações empregadas em cada uma dessas camadas.

Os importantes ativos que sustentam a guerra naval em sua tríade organizacional (estratégico-tático-operacional) são os sistemas e suas tecnologias associadas. Nessas três camadas, os sistemas têm funcionado como ferramentas de apoio ao combate. Delineados pela doutrina, os sistemas materializam a visão da guerra naval e apóiam as decisões tomadas.

Os sistemas de Comando e Controle são exemplos desses sistemas que atuam nos níveis estratégico, tático e operacional. Tais sistemas são tipicamente referenciados como C4ISR (*Command, Control, Computers, Communications, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*).

Neste cenário, sistemas de C4ISR ocupam um papel primordial, não sendo, apenas, ferramentas de apoio. Assim como as tecnologias utilizadas no cotidiano da sociedade civil alteraram os modelos de negócio, os sistemas de C4ISR alteram a visão sobre as doutrinas e as tarefas ligadas à guerra naval. Compreender a aplicação da Engenharia de Sistemas aos sistemas C4ISR e o papel ocupado por eles no processo decisório é fundamental para o cumprimento da missão.

C4ISR E “CONSCIÊNCIA SITUACIONAL”

Os sistemas de C4ISR têm, em seu cerne, o objetivo de auxiliar a tomada de decisão visando à diminuição de falhas. Esse apoio passa por entender todas as perspectivas da guerra, desde a detecção de alvos até a identificação de objetivos no longo prazo. A consciência situacional engloba as capacidades de detectar e monitorar os entes existentes em um cenário geográfico, compreender o significado das interações entre esses entes, deduzir as ações e as intenções desses entes e prever as possíveis evoluções a partir do cenário atual.

Para serem eficientes, os sistemas C4ISR devem promover a consciência situacional, obtendo dados, informa-

ções e conhecimentos diversos, mesclá-los e torná-los uma visão unificada e simples do teatro de operações navais. Sistemas de C42ISR devem ser capazes de:

1. Monitorar por meio de distintas fontes, quer por sensores ativos (radares) e passivos (sonares, câmeras), quer por equipamentos de informações voluntárias (AIS, LRIT, ADS-B), os entes existentes no espaço marítimo, incluindo o ambiente aéreo, de superfície e submarino, sobre o qual se deseja ter consciência situacional;
2. Construir um cenário georreferenciado (mapas, cartas, etc.) com uma representação unívoca dos entes existentes, onde sejam eliminadas detecções redundantes oriundas de fontes distintas;
3. Identificar entes de maior relevância, constituídos pela aglutinação de outros entes (flotilha, esquadrilha, força naval) ou pela detecção de movimentações (manobras dos entes, interações indevidas entre os entes, violações de espaço);
4. Sugerir classificações e identificações mais prováveis para os entes detectados, tal como classificação das categorias das embarcações (mercante, pesqueiro, navio militar, etc.) ou a associação com embarcações reais conhecidas (ex: ente é a fragata Niterói, etc.) e classificação da natureza das aglutinações (frota pesqueira, força naval, esquadrilha de bombardeiros, etc.);
5. Identificar e classificar ações em curso que sejam de especial interesse, por representar potenciais ameaças, tais como manobras que possam causar colisões, tráfego de ente não autorizado, contrabando, pirataria, pesca ilegal, violações de áreas de interdição, manobras militares não autorizadas e danos ambientais; e
6. Realizar projeções futuras do cenário e das intenções dos entes, a partir de seus comportamentos passados e do contexto operativo, tais como prever engajamentos, posicionamento para atividade ilegal ou manobra evasiva, bem como prever a evolução tempo-

ral de uma ação em curso (operação de SAR, manobra de desembarque, engajamento entre forças, etc.).

Cada uma das ações acima relacionadas engloba tarefas que podem se servir de modelos matemáticos e computacionais com abordagens e objetivos. As disciplinas envolvidas nessas tarefas passam por áreas de conhecimento tais como processamento de sinais, técnicas estatísticas (como sistemas Bayesianos) ou técnicas de inteligência computacional de base simbólica (tais como sistemas de regras lógicas e ontologias) e não simbólicas (como redes neurais), visando realizar tarefas como filtragem, rastreamento, classificação, agrupamento e previsão.

INTEROPERABILIDADE EM C4ISR

Um dos requisitos essenciais para um sistema de C4ISR é a interoperabilidade com outros sistemas. A interoperabilidade diz respeito à capacidade de um C4ISR de se comunicar com outros sistemas e ampliar sua “consciência situacional”. Sistemas C4ISR devem permitir a operação conjunta de forças e entes de maior ou menor granularidade, a operação conjunta de forças em terra ou no mar, de agrupamentos diferentes e propósitos complementares, de modo que a consciência situacional permeie outros sistemas fracamente acoplados. Com sistemas de C4ISR operando de forma conjunta, a visão unificada do teatro de operações passar a ser global e as forças podem agir e prever com alta probabilidade de sucesso.

O Ministério da Defesa (MD) tem tomado iniciativas para que os sistemas de C4ISR das três forças possam operar em conjunto. Essas iniciativas passam por acordos de cooperação tecnológicos entre a Marinha do Brasil (MB), o Exército Brasileiro (EB) e a Força Aérea Brasileira (FAB), nos quais estão estabelecidos protocolos de dados unificados e intercambiáveis, links de comunicação compartilhados e a criação de doutrinas conciliatórias para emprego nesses sistemas.

Nesse sentido, por meio da Portaria Normativa nº 2.328, o MD prevê uma política para sistemas militares de Comando e Controle (SISMC2), de forma que as três forças (MB, EB e FAB) possam criar um ambiente de consciência situacional unificado. Na política nacional de comando e controle, o uso dos serviços comuns entre as forças é padronizado em um formato de dados e modelo de computação do tipo publicação/subscrição, o qual permite cada força estabelecer os dados de interesse para uso. Os Links de comunicação (STERNA, Link Yb, BR2, etc.) passam por um estudo de adequação e compatibilidade, para que os requisitos de interoperabilidade (disponibilidade, confiabilidade, tempo de resposta, etc.) possam ser cumpridos a contento.

Se por um lado existe um esforço para que a consciência situacional seja alcançada no âmbito nacional, por outro existe o esforço do Brasil em estabelecer tratativas com forças amigas estrangeiras, como por exemplo, a Marinha dos EUA (USN).

Forças amigas estrangeiras, no entanto, utilizam outros formatos e protocolos. Sistemas de C4ISR podem, eventualmente, serem capazes de operar em conjunto com sistemas de forças amigas. Tipicamente, um sistema C4ISR preparado para esta tarefa é aderente à base conceitual da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), chamada de *Joint Intelligence Surveillance Reconnaissance* (JISR). O JISR é um *roadmap* que indica os caminhos necessários para a interoperabilidade entre sistemas.

Do ponto de vista tecnológico, o projeto de um sistema que pretenda ter interoperabilidade deve levar em consideração os requisitos fundamentais da engenharia de sistemas: escalabilidade, manutenibilidade e reusabilidade. Como mencionado anteriormente, uma importante parte da interoperabilidade é o uso de protocolos unificados. Protocolos não envolvem apenas os dados que estão sendo partilhados, mas também as tecnologias e modelos computacionais utilizados para tal.

PROJETO SCUA

O Sistema de Consciência Situacional Unificada por Aquisição de Informações Marítimas (SCUA) é um projeto do Comando de Operações Navais (COMOPNAV), cujo desenvolvedor é o Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM).

O SCUA é um C4ISR, sendo desenvolvido com o objetivo de apoiar o ComOpNav nas suas tarefas de:

- Supervisionar as atividades de Controle Naval e de Proteção ao Tráfego Marítimo;
- Supervisionar o Serviço de Patrulha Naval executado pelos Distritos Navais (DN);
- Supervisionar o Serviço de Busca e Salvamento, para a salvaguarda da vida humana no mar e vias navegáveis, executado pelos DN;
- Coordenar, nacionalmente, as atividades de Busca e Salvamento Marítimos no Brasil, por intermédio do SALVAMAR, incluindo as tripulações de submarinos sinistrados; e
- Executar as tarefas atribuídas pelo Ministério da Defesa em situações de conflito, estado de defesa, intervenção federal ou em regimes especiais.

Para alcançar esses objetivos, o SCUA provê a “Consciência Situacional” do contexto militar naval, por meio da aquisição de dados de sensores ativos e passivos, em meios terrestres ou marítimos, civis ou militares. O SCUA possui funcionalidades para auxílio à alocação

de recursos, permite a criação e acompanhamento de engajamentos e intercepções, possui modelos de detecção de comportamentos anômalos e de auxílio à tomada de decisão. Ele está integrado aos sistemas embarcados CISNE e SisC2Geo, permitindo a comunicação por link de dados da MB (Link Yb) e oferecendo uma série de ferramentas para o planejamento de missões e exercícios. Por meio de equipamentos legados (radares, AIS, sonares, câmeras, etc.) de outros projetos, o SCUA será capaz, ao final do projeto, de cobrir a vigilância da Baía de Guanabara.

O SCUA produz a “consciência situacional” por meio de inferências sobre possíveis relações entre os acompanhamentos identificados, ou entre estes e o ambiente, ou ainda a composição desses elementos no tempo ou no espaço em outros entes de maior nível hierárquico ou estratégico, como padrões de formaturas ou iminências de engajamentos. Além disso, o SCUA procura fundir o Teatro de Operações com as projeções futuras possíveis para o contexto corrente, o que envolve fazer previsões das possíveis movimentações do inimigo, de suas posições futuras, das suas atitudes, das consequências para as forças amigas de suas atitudes, das falhas que podem ocorrer nas forças amigas e das atitudes preventivas e corretivas que possam ser tomadas. São exemplos de funcionalidades do SCUA:

- Apresentação das informações contextualizadas em camadas e georreferenciadas;
- Apresentação das cartas náuticas nos formatos de apresentação S52 e armazenamento S57/S63, além de cartas abertas do *Open Sea Maps*;
- Apresentação de mapas terrenos do *Open Street Maps*, além de imagens de satélite;
- Apresentação do teatro de operações em 3D, com base informações abertas de satélites (disponibilizado gratuitamente pela NASA);
- Apresentação de dados meteorológicos do INPE;
- Apresentação de contatos no padrão IHO e ComOpNav-516A;

- Apresentação de vídeo-bruto radar;
- Cálculos Táticos georreferenciados (Passar Safo, Manobra Dado Tempo, Manobra Dado Velocidade, Ponto de Maior Aproximação e Cálculo de Interceptação);
- Ferramentas de apoio à navegação (Rotas, waypoints e demais elementos de navegação);
- Suporte às *Additional Military Layers* (AML);
- Ferramentas de apoio ao SAR (*Search and Rescue*);
- Ferramentas de apoio tático (ATP, etc.);
- Apresentação de imagens de câmeras;
- Banco de dados de imagens com um catálogo de navios civis e militares;
- Fusão de dados no nível de *plots* e de acompanhamentos;
- Modelos de regras de detecção de comportamentos anômalos (Lógica de Primeira Ordem, Lógica Temporal e Lógica Fuzzy);
- Sistema de comunicação de Voz sobre IP;
- Modelos de Classificação de contatos com Ontologias e Redes Neurais;
- Otimização dos meios com algoritmo genético.

SITUAÇÃO ATUAL DO SCUA

O projeto está em desenvolvimento, com mais de 50% cumprido, em um cronograma total de três anos, encontrando-se, já nesta fase, plenamente operacional, tendo sido empregado, com sucesso, nos seguintes eventos:

• Jogos Olímpicos do Rio de Janeiro em 2016

O SCUA foi fundamental para as atividades do ComOpNav de vigilância da Baía de Guanabara. Durante os jogos olímpicos, o sistema esteve instalado no próprio ComOpNav, na Capitania dos Portos do Rio de Janeiro (CPRJ), no Comando do 1º Distrito Naval (Com1ºDN) e no Comando de Operações Especiais (COE). O SCUA proveu a consciência situacional com base no sistema de bordo CISNE, instalado nos seguintes meios navais: NAe “São



Paulo”, Fragata “Greenhalgh”, NPaOc “Apa” e NPaOc “Amazonas”. Todos esses meios navais contribuíram para a formação da consciência situacional, por meio de seus sensores (Radar, AIS, etc.) e links de comunicação (Link Yb, Banda X, Rede 4G, etc.) Além disso, as tropas de Fuzileiros Navais portaram uma versão para dispositivos móveis (smartphones), distribuídos pelo ComOpNav.

• **Exercício OBANGAME EXPRESS 2017**

O SCUA foi instalado no ComOpNav, no NPaOc “Apa” e em um centro de comando e controle na costa africana. Os entes participantes dessa operação se comunicaram por banda satelital.

• **Garantia da Lei e da Ordem 2017 (GLO 2017)**

O SCUA esteve instalado no ComOpNav e nos dispositivos móveis dos Fuzileiros Navais (celulares). Os entes participantes se comunicaram por rede privada de dados 4G.

Ao final do projeto, o SCUA estará instalado definitivamente no ComOpNav, além de unidades no Com1^oDN e na CPRJ. O SCUA estará integrado com o sistema SisC2Geo do NPaOc “Apa” e do NDCC “Alte Sabóia”, além de estar integrado com o sistema CISNE da Fragata “Greenhalgh”, da Fragata “Liberal” do NE “Brasil” e do NPo “Maximiano”. As lanchas da CPRJ também receberão uma versão instalada em *tablets*, que permitem maior mobilidade e a permuta entre embarcações. Os Fuzileiros Navais receberão a versão final do sistema para dispositivos móveis e contarão com funcionalidades específicas para o combatente em terra. Por fim, uma versão web será disponibilizada para acesso pela RECIM. A arquitetura simplificada do SCUA está representada na figura abaixo:

TECNOLOGIA E INTEROPERABILIDADE DO SCUA

O SCUA foi projetado e está sendo desenvolvido no estado da arte da Engenharia de Sistemas, atendendo

aos padrões de projeto de software, implementado na linguagem Java e utilizando, prioritariamente, tecnologias de código aberto (*open-source*). O software do SCUA baseia-se em técnicas e conhecimentos amplamente utilizados em sistemas comerciais, o que facilita a gestão do conhecimento, a escalabilidade funcional do sistema, a manutenibilidade e a correção de erros, bem como favorece a reusabilidade em outros sistemas e projetos.

SCUA possui um barramento de comunicações com um esquema de “publicação/subscrição”, no qual a informação estará disponível para sistemas e subsistemas por meio de uma assinatura e enviada conforme demanda. Sistemas externos ou subsistemas se cadastram (subscrevem) no barramento de comunicações do SCUA para um determinado tipo de informação e são notificados sobre a existência de uma nova informação, à medida em que elas são produzidas (publicação). Dessa forma, o SCUA está sendo desenvolvido conforme a portaria normativa nº 2.328/MD, quanto à interoperabilidade prevista para o SISM2. O SCUA foi projetado para ser aderente aos protocolos que permitem a integração com os sistemas de defesa do Exército Brasileiro e da Aeronáutica.

Nesse sentido, o sistema possui uma arquitetura orientada a serviços (SOA – Service Oriented Architecture) e propicia um contexto necessário e favorável para a interoperabilidade com sistemas extra-MB. Adicionalmente, o SCUA carrega consigo uma interoperabilidade com sistemas intra-MB, pois é baseado na mesma plataforma (HIDRA) de vários outros produtos desenvolvidos pelo IPqM. Por esse motivo, o SCUA nasce, desde sua concepção, integrado com os seguintes sistemas desenvolvidos:

CISNE (Centro de Integração de Sensores e Navegação Eletrônica)

O CISNE é o WECDIS (Warship Electronic Chart Display Information System) da MB. Uma vez instalado a bordo do navio, o CISNE troca informações com o SCUA, permitindo a formação

da consciência situacional. Os sensores de bordo do navio são fontes de aquisição de dados que, transmitidos para o SCUA, são processados, fundidos e devolvidos para os navios por meio de diversos tipos de enlaces de comunicação (link de dados por rádio VHF/UHF/HF, enlace satelital e redes ethernet). O CISNE está instalado na Fragata “Liberal”, na Fragata “Greenhalgh”, no Navio Escola “Brasil” e no NPo “Maximiano”;

SisC2Geo (Sistema de Comando e Controle Georreferenciado)

O SisC2Geo é um sistema tático com funções de comando e controle dos navios de guerra da MB. Assim como o CISNE, o SisC2Geo troca informações de forma nativa com o SCUA. Como sistema tático, o SisC2Geo acrescenta uma nova camada de informações, especialmente no que concerne às informações de alvos que são recebidas pelos links de comunicações da MB (link Yb e STERNA). Os sensores de bordo do navio também são fontes de aquisição para o mesmo processo de consciência situacional mencionado anteriormente. A composição dos dados dos sensores de navegação, dos radares (contatos e vídeo bruto), dos sistemas de guerra eletrônica e de sonares ampliam o escopo relativo à consciência situacional do sistema SCUA. O SisC2Geo está atualmente instalado no NDCC “Alte Saboia” e no NPaOc “Apa”.

O SCUA também possui interoperabilidade com sistemas de treinamento, pois foram desenvolvidos na mesma plataforma:

SSTT-3 (Sistema de Simulação e Treinamento Tático Versão 3)

Simulador tático com o propósito de instrução e adestramento das tripulações dos meios navais da MB, Aspirantes e Guarda Marinhas. Suas funcionalidades permitem o adestramento no comando e controle de navios, aviões, helicópteros e submarinos, em operações conjuntas simuladas no mar e no ar, com diferentes níveis de aprofundamento tático, garantindo aos instrutores a criação de cenários diversos.

O SSTT-3 está instalado no Centro de Adestramento “Almirante Marques de Leão” (CAAML), na Escola Naval (EN) e no Navio Escola “Brasil. Com o SCUA integrado, torna-se possível monitorar exercícios e controlar aspectos simulados do teatro de operações, o que envolve a contínua melhoria dos processos táticos e operacionais da MB.

SimNav (Simulador de Navegação)

Simulador de navegação com o propósito de permitir o adestramento dos oficiais em formação da Marinha Mercante. Instalado no Centro de Instrução Almirante Graça Aranha (CIA-GA), o SimNav oferece um ambiente imersivo para instrução nas doutrinas de navegação, principalmente no que se refere à operação de equipamentos ECDIS (Electronic Chart Display Information System). A utilização concomitante do SCUA permite a monitoração de exercícios e o controle de aspectos simulados do controle do tráfego marítimo, das tarefas de busca e salvamento e de outros aspectos inerentes ao meio civil.

FUTURO DO SCUA E O SISGAAZ

Uma das iniciativas de maior importância estratégica para o país é o projeto do Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz). Capitaneia-

do pela MB, o SisGAAz tem o objetivo de monitorar e prover a consciência situacional de uma área de aproximadamente 3,6 milhões de km², fundamental para a garantia da soberania das riquezas das águas brasileiras.

Por meio da vigilância ativa e passiva, o SisGAAz atuará no monitoramento da área do pré-sal, no combate ao tráfico ilegal de entorpecentes, na prevenção de poluição das águas, além do combate à pirataria e demais atividades marítimas irregulares.

A vigilância do SisGAAz passa por um complexo sistema de sensoria-mento, cujo mote é a cobertura ativa e passiva do espaço marítimo. Com um projeto audacioso, o SisGAAz contempla a instalação de sensores de diferentes propósitos e alcances, em diferentes pontos da costa brasileira, além de rios e faixas de fronteira. O projeto do SisGAAz futuramente será desenvolvido e implantado por uma empresa escolhida por meio de um processo de licitação, cuja seleção levará em consideração, além do saber técnico de engenharia, a capacidade em termos logísticos e de gestão durante o ciclo de vida do projeto.

Em consonância a esses objetivos, o SisGAAz é, em sua concepção, um sistema de sistemas. A essência do SisGAAz é a interoperabilidade, de forma a conectar áreas de vigilâncias em ter-

ra ou no mar. Pensado para uma área de abrangência muito maior, o SisGAz parte de um pressuposto de projeto *Top-Down*, em que os requisitos são definidos e a implementação ocorre por fases.

O projeto SCUA aparece como uma complementação ao SisGAAz, uma vez que seu objetivo primário é a vigilância da Baía de Guanabara. O SCUA viabiliza uma das fases do SisGAAz e pode suportar os objetivos finais desse projeto, em função da escalabilidade e de sua arquitetura orientada a serviços. Ao utilizar o SCUA como uma fonte de consciência situacional, o SisGAAz se valerá das doutrinas de comando e controle da MB já implementadas e possuirá integração indireta com os sistemas em que o SCUA tem conexão nativa.

Assim sendo, ao utilizar o SCUA como uma ramificação do SisGAAz, a vigilância da costa brasileira torna-se um processo incremental e com resultados imediatos. A expansão da consciência situacional passa pela ampliação do SCUA, a consequente integração de novos sensores e a instalação em outros comandos e distritos navais. O sucesso do SCUA nos jogos Olímpicos de 2016, no OBANGAME EXPRESS 2017 e na GLO o credenciam, definitivamente, como parte integrante do SisGAAz.

