

Novos desafios ao Estado-Maior da Armada: computação quântica aplicada ao processo decisório

Carlos Alexandre Klomfahs *

O documento EMA-332, Processo Decisório e Estudo de Estado-Maior, aborda, dentre tantos temas extremamente relevantes para o planejamento das Operações Navais e Tarefas Básicas da Marinha, em tempos de guerra e de paz, o método Multicritério de Apoio à Decisão, que ocorre em um ambiente complexo, com poucas e instáveis informações, com critérios conflitantes como: custo x desempenho; peso x mobilidade; vida útil x custo de aquisição, que compreendem vários princípios e axiomas, somados a aspectos cognitivos e emocionais, vieses das heurísticas⁽¹⁾ de uma decisão.

Consoante o Artigo 5º do Decreto⁽²⁾ nº 5.417, de 13 de abril de 2005, o Estado-Maior da Armada (EMA) é o órgão de Direção-Geral do Comando da Marinha e tem a competência de:

- I - assessorar o Comandante da Marinha na direção do Comando da Marinha e no desempenho de suas atribuições no Conselho Militar de Defesa e no Conselho de Defesa Nacional;
- II - elaborar a doutrina, a política e o planejamento estratégico da Marinha;
- III - exercer a coordenação e o controle

das atividades dos órgãos de direção setorial;

IV - planejar a logística naval e supervisionar sua execução; e

V - planejar a mobilização marítima.

O Doutor Steven Odenwald, astrofísico por Harvard (1982) e astrônomo do Centro de Voos Espaciais Goddard da NASA (Agência Espacial Americana) em seu livro *A história da Física Quântica*⁽³⁾ afirma que: “a vantagem da computação quântica não está no armazenamento de dados, mas na capacidade de realizar o processamento paralelo”.

Com efeito, os novos desafios ao EMA são conferir prioridade de parcerias institucionais com organizações nacionais para fins de viabilizar seu emprego no amplo espectro das Operações Navais, do estratégico, ao operacional e ao tático.

Assim, as futuras aplicações da Computação Quântica (CQ) podem vir a contribuir sobremaneira no apoio à Decisão Multicritério, no planejamento, coordenação e controle, logística naval e mobilização marítima, alimentado por inúmeras variáveis que compõem o inventário dos Estudos de Estado-Maior da Marinha, com capacidade de

processar uma quantidade enorme de informações simultaneamente, criando resolução para problemas complexos, provendo soluções para desafios logísticos, otimização de rotas de entrega e/ou cadeias de suprimento, Planejamento e Execução do Ciclo Logístico (determinação de necessidades, obtenção e distribuição) ou ainda o leiaute mais eficiente de um armazém, podendo ser empregado para reconhecer padrões e tomar decisões celeremente.

OPORTUNIDADES: COMO A COMPUTAÇÃO QUÂNTICA PODE APOIAR O PROCESSO DECISÓRIO NO EMA POR SIMULAÇÕES ESTRATÉGICAS AVANÇADAS

► **Uso potencial:** simulações de cenários complexos envolvendo clima, navegação, logística e combate podem ser drasticamente aceleradas com algoritmos quânticos.

► **Exemplo prático:** planejamento de rotas de esquadras em tempo real, levando em conta múltiplas variáveis como correntes marítimas, ameaças, visibilidade e abastecimento.

Por simulações estratégicas avançadas, entendemos o planejamento e processo decisório de Operações Navais em seu ponto mais crítico e estratégico, ou seja, nas ações que embasam as Operações Navais como inteligência, meteorologia, logística e Operações Especiais, conjugando dados, experiências e conhecimentos do Centro de Simulação do Corpo de Fuzileiros Navais (CSmCFN) com o Sistema de Jogos Didáticos (SJD)⁽⁴⁾.

Aprofundando a análise, a Inteligência Artificial (IA) quântica pode otimizar rotas de abastecimento naval considerando clima, maré e ameaças em tempo real. Pode melhorar o posicionamento de navios e frotas para cobertura estratégica com menor custo. Atribui recursos (como tripulação e mantimentos) com base em cenários dinâmicos. Analisa padrões históricos de manutenção para prever falhas e reduzir paradas não planejadas. Auxilia no planejamento de carga e descarga em portos com alta eficiência. Também simula cadeias logísticas complexas para decisões mais rápidas em situações de crise.

Vejamos sucintamente cada uma.

OTIMIZAÇÃO DE RECURSOS E LOGÍSTICA

Aproveitando a efeméride de 255 anos do Corpo de Intendentes da Marinha, em 3 de março de 2025, estima-se que a Computação Quântica pode elevar a eficiência e efetividade do apoio logístico, financeiro e administrativo à Marinha do Brasil.

► **Uso potencial:** a computação quântica pode resolver problemas de otimização (como o de transporte ou de alocação de unidades) mais rapidamente e com maior precisão.

► **Exemplo prático:** decidir a melhor forma de distribuir navios, helicópteros e pessoal em diversas missões, reduzindo custos e aumentando a eficiência.

Os desafios da Logística Naval em apertada síntese são, dentre outras, as longas cadeias de suprimento, a variabilidade climática, a manutenção imprevisível das várias peças, os sistemas e os equipamentos sujeitos à salinidade e oxidação, e, por fim, a comunicação limitada em áreas remotas. A complexidade aumenta com operações conjuntas e a necessidade de resposta rápida das tropas anfíbias em regiões de selva ou ribeirinhas isoladas. O alto custo e a dificuldade de prever demanda em tempo real agravam o cenário. Como soluções criativas, propõe-se o uso de IA preditiva com sensores embarcados para antecipar falhas logísticas. Outra ideia é empregar gêmeos digitais da frota para simular cenários e otimizar recursos antes do deslocamento real. Essas abordagens aumentam a eficiência e a prontidão operativa.



Fonte: Marinha do Brasil

ANÁLISE DE INTELIGÊNCIA EM TEMPO QUASE REAL

► **Uso potencial:** processamento quântico pode acelerar a fusão de dados de diversas fontes (sensores, satélites, comunicações), permitindo respostas mais rápidas e embasadas no Processo Decisório.

► **Exemplo prático:** detecção e análise integrada de movimentações hostis no Entorno Estratégico do Brasil, gerando *insights* estratégicos da informação do tipo inteligência com base em grandes volumes de dados de sensores.

Por um lado, o documento EMA-352 define aspectos gerais e princípios básicos da Atividade de Inteligência, que, segundo Vânia Pereira Lima⁽⁵⁾ em *A contribuição de Operações de Inteligência para o Processo Decisório da Marinha do Brasil* (cf. p. 14) conceitua *informação do tipo inteligência*:

A Doutrina, a propósito, entende a informação do tipo Inteligência como uma oportunidade, um Conhecimento contextualmente relevante, que permite atuar com vantagem no ambiente considerado, sintetizado e aplicado à determinada situação, para ganhar maior profundidade de consciência dela. A Inteligência, portanto, resulta da síntese de Conhecimentos, com o uso de julgamento e de intuição daquele que toma decisões, a fim de obter visualização integral da situação (BRASIL, 2016c).

Por outra perspectiva, o pesquisador de assuntos militares estadunidense Peter Warren Singer, em seu livro *Conectado para o Combate*⁽⁶⁾, de leitura obrigatória aos oficiais da Força Aérea americana, Marinha americana e Marinha Real australiana, sobre o desafio da resistência à mudança na área militar, afirma:

Através da história, mesmo as mentes militares mais brilhantes têm falhado em se adaptar bem às novas tecnologias (...) militares resistem a mudanças, mesmo quando elas poderiam ajudá-los a vencer guerras...

Com isso, vemos que, diante da complexidade em termos de número de variáveis, a CQ pode

contribuir sobremaneira com o planejamento e processo decisório na área de inteligência da Marinha sob a égide do Estado-Maior da Armada.

APOIO À TOMADA DE DECISÃO BASEADA EM IA QUÂNTICA

► **Uso potencial:** algoritmos de inteligência artificial rodando em computadores quânticos podem realizar análises de cenários com maior profundidade e menor tempo.

► **Exemplo prático:** suporte à decisão de Estado-Maior em cenários de guerra híbrida, considerando dados de ciberameaças, operações psicológicas e desinformação.

Como aludimos na introdução, a CQ pode auxiliar no Método Multicritério do EMA na resolução dos complexos problemas navais que exibem um elevado número de variáveis.

Patrícia Fefer, em sua monografia à Escola de Guerra Naval em 2018, sob o título *A intuição e a racionalidade nos processos decisórios: a contribuição da intuição na tomada de decisão dos comandantes de navio da Marinha do Brasil*⁽⁷⁾, concluiu que:

Na pesquisa é possível verificar que Comandantes de navio relatam utilizar a intuição tanto em decisões operativas quanto em administrativas sendo um pouco mais significativo nas operativas. Isso pode ocorrer pelo fato das decisões operativas terem maior probabilidade de serem tomadas nas condições elencadas por Klein como incompatíveis com a tomada de decisão racional, a saber: em ambientes instáveis, sob pressão e sem tempo suficiente para uma análise mais racional.

No Rio de Janeiro, o projeto Rio Quântica⁽⁸⁾ é a primeira rede de comunicação quântica do Brasil, unindo cinco instituições de pesquisa no Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal Fluminense (UFF), Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e, em breve, o Instituto Militar de



Fonte: <https://www.gov.br/cbpf/pt-br/assuntos/noticias/lancada-a-pedra-fundamental-da-rede-rio-quantica>

Engenharia (IME). A rede combina conexões via fibra óptica e um feixe de laser verde que percorre 6,8km entre UFF e CBPF. A tecnologia de criptografia quântica utiliza qubits⁽⁹⁾, permitindo a transmissão de dados com segurança quase inviolável, essencial para proteger transações financeiras e comunicações sensíveis. A rede está em fase de testes, com ajustes em alguns canais de comunicação ainda em andamento.

Esta capacidade de transmissão de dados com segurança, velocidade e alta capacidade de processamento de dados em Sistemas Complexos pode ser determinante nos diversos cenários de emprego do Poder Naval.

CONSIDERAÇÕES

O objetivo do presente artigo foi coletar dados para análise e avaliação dos impactos estratégicos, operacionais e de segurança. Analisou-se seu uso no recorte “Processo Decisório”, identificou-se oportunidades em otimização na logística naval, simulações avançadas e inteligência acelerada na Inteligência Naval. Os resultados da análise realizada indicam que a tecnologia pode aprimorar significativamente a tomada de decisão. Conclui-se que o EMA deve se preparar desde já para integrar essa capacidade crítica ao seu planejamento futuro, especialmente em intercâmbio com instituições nacionais de pesquisa com projetos em andamento que já possam entregar resultados.

Fritjof Capra, no prefácio de seu livro *O Ponto de Mutação*, afirma que os novos conceitos em Física promoveram uma mudança profunda em nossa visão do mundo, de uma visão mecanicista de René Descartes e Isaac Newton para uma visão holística da Mecânica Quântica.

Os resultados indicam que a Computação Quântica pode aprimorar de forma considerável a tomada de decisão e promover um salto de qualidade na proteção e defesa de nossas riquezas, a Amazônia Azul, porém, insistimos: somente com a participação da sociedade junto com os Objetivos Navais da Marinha de contribuir para a defesa da Pátria, pode-se sensibilizar as autoridades políticas para “reconhecimentos mais efetivos” da Força como garantia de nossa soberania. ■

NOTAS

- (1) De modo geral, são formas de pensamento e ação baseadas em informações rápidas que temos armazenadas, por exemplo, sorrir, comprar, correr, lutar etc., realizadas quase que automaticamente, baseadas em nossos pré-conceitos sobre o mundo, as pessoas, os problemas e as ideias
- (2) https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Decreto/D5417.htm
- (3) Rio de Janeiro. Alta Books, 2024:175.
- (4) <https://www.marinha.mil.br/ciasc/conteudo/o-centro-de-simulacao-do-corpo-de-fuzileiros-navais>
- (5) <https://www.marinha.mil.br/egn/sites/www.marinha.mil.br/egn/files/023%20-%20A%20CONTRIBUI%C3%87%C3%83O%20DE%20OPERA%C3%87%C3%95ES%20DE%20INTELIG%C3%8ANCIA%20PARA%20O%20PROCESSO%20DECIS%C3%93RIO%20DA%20MARINHA%20DO%20BRASIL.pdf> (6) p. 308.
- (7) <https://www.marinha.mil.br/egn/sites/www.marinha.mil.br/egn/files/CC%20%28T%29%20Patricia%20Fefer%20-%20A%20INTUICAO%20E%20A%20RACIONALIDADE%20NOS%20PROCESSOS%20DECISORIOS.pdf>
- (8) <https://www.uff.br/16-09-2024/rede-de-internet-quantica-integra-instituicoes-de-ensino-e-pesquisa-no-rio/>
- (9) Um qubit, ou bit quântico, é a unidade básica de informação na computação quântica.

* Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Segurança Internacional e Defesa (PPGSID) da Escola Superior de Guerra