

BIG DATA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO AMBIENTE MILITAR NAVAL

Sr. MARCO FIDOS JÚNIOR

Engenheiro de sistemas sênior na Atech
Mestrando do Inpe, no Departamento de Engenharia
de Sistemas Espaciais

Capitão de Fragata (RM1-EN) **MARCOS CESAR PINTO**

Desenvolvedor de Negócios na Atech
Mestre em Redes de Computadores (COPPE/UFRJ)

INTRODUÇÃO - BIG DATA

Charles Tilly citou o termo *Big Data* em um artigo pela primeira vez em 1980 para discutir a emergência de grandes volumes de dados que poderiam confrontar proposições e teorias baseadas em percepções individuais por meio de métodos quantitativos. Laney (2001) caracterizou *big data* a partir dos impactos do comércio eletrônico na criação, na difusão e na utilização de dados digitais.

Hoje, as observações de Tilly e Laney são percebidas em outros campos da ciência, na gestão governamental, em empresas e nas Forças Armadas de todo o mundo que procuram soluções para redefinir a utilização de dados com base no conceito de big data.

Laney (2001) verifica o uso da informação como catalisador competitivo e a necessidade de se obterem níveis mais elevados de conhecimento sobre a gestão de dados em três dimensões – Volume (até 10 vezes maior em relação ao comércio tradicional), Velocidade (alta disponibilidade gerando registro e utilização de dados em qualquer altura) e Variedade (flexibilidade na criação de estruturas de dados digitais) – 3Vs.

Seu trabalho avaliou o aumento no volume de dados e os benefícios na utilização deles no comércio eletrônico. Várias ciências encontram-se em diferentes fases de compreensão deste fenômeno. Chen *et al.* (2012) cita o impacto do *big data* em diversas áreas (comércio eletrônico, inteligência de mercado, governo, ciência e tecnologia, saúde e bem-estar, segurança e defesa civil).



Utilização de dados na era do Big Data

O uso de dados pressupõe a capacidade de registrar e interpretar um evento ou uma ideia, seja confrontando esse registro com eventos anteriores ou partindo de interpretação inicial. Esse processo, inicialmente elaborado no ser humano, evoluiu ao longo dos tempos para o uso de meios externos, seja para registro (cavernas, papíros, livros), seja para o processamento (máquinas de cartões perfurados, processamento eletrônico).

Meios externos permitiram expandir a capacidade humana de uso dos dados, e surgiu a necessidade de aprimorar as técnicas de armazenamento e processamento. Essa expansão permitiu realizar cálculos mais complexos que as tradicionais descrições estatísticas, como técnicas de interpretação e inferência no uso de máquinas de aprendizado (*Machine Learning*) e na Inteligência Artificial (*Artificial Intelligence*). Vários tipos de análise tornaram-se possíveis: análise textual / sentimental (PANG e LEE, 2008), mineração baseada em regras de associação, detecção de anomalias, mineração gráfica (ADOMAVICIUS e TUZHILIN 2005), técnicas de mineração baseadas em regras e agrupamento, análise de redes criminosas, análise espaço-temporal e técnicas de visualização, análise de textos multilíngues, análise de sentimentos e simpatia, análise de ataques cibernéticos (CHEN *et al.*, 2012 e DASH *et al.*, 2019). Um maior número de domínios científicos e empresariais também se beneficiou do *big data*, como, por exemplo: astrofísica, oceanografia, genética, investigação ambiental, combate ao terrorismo, cibercriminalidade, cibersegurança, inteligência e alerta, segurança de fronteiras e transportes, contraterrorismo doméstico, proteção de infraestruturas críticas (incluindo o ciberespaço) e disponibilidade de emergência (CHEN *et al.*, 2012).

Condições tecnológicas para uso de Big Data

No início, dados eram registrados em cartões e processados mecanicamente evoluindo para o uso de meios eletrônicos e se consolidando nos computadores.

dores corporativos e pessoais. A evolução da capacidade de processamento ocorreu por meio da miniaturização de processadores até se atingir o limite térmico dos materiais, e seu avanço ainda acontece por meio do processamento paralelo em um mesmo computador, ou utilizando computadores em rede.

Os meios de armazenamento também evoluíram de cartões de ponto, discos rígidos e sólidos para tecnologias distribuídas em armazenamento. Softwares para armazenamento e processamento em paralelo deram início ao uso das tecnologias de *big data* e ao desenvolvimento de negócios baseados em dados com atuação global (Google, Facebook, Amazon, entre outros).

Problemas como padronização de modelos e recuperação de dados ainda persistem e outros, como a integração, foram acentuados. Estas empresas promoveram ou apoiaram o desenvolvimento de software baseado em licenciamento livre para uso de hardware de baixo custo, reduzindo a complexidade e custos de uma solução de *big data*.

O desenvolvimento de conhecimento para instalação, configuração e integração desses componentes e o processamento de grandes volumes constituem o foco principal de empresas e organizações para efetivarem o uso e o desenvolvimento de um ecossistema de *big data*.

Vulnerabilidades para uso de big data

Os dados, principalmente armazenados em grandes volumes e organizados para análises, constituem-se em alvos prioritários em um cenário militar e devem ser protegidos com mecanismos de defesa cibernética para assegurar sua disponibilidade e proteção contra roubo e/ou destruição. E não só os grandes silos de dados, mas também os fluxos de dados que dão subsídio para análises complexas em funções críticas devem ser protegidos.

APLICAÇÕES EM OPERAÇÕES NAVAIS

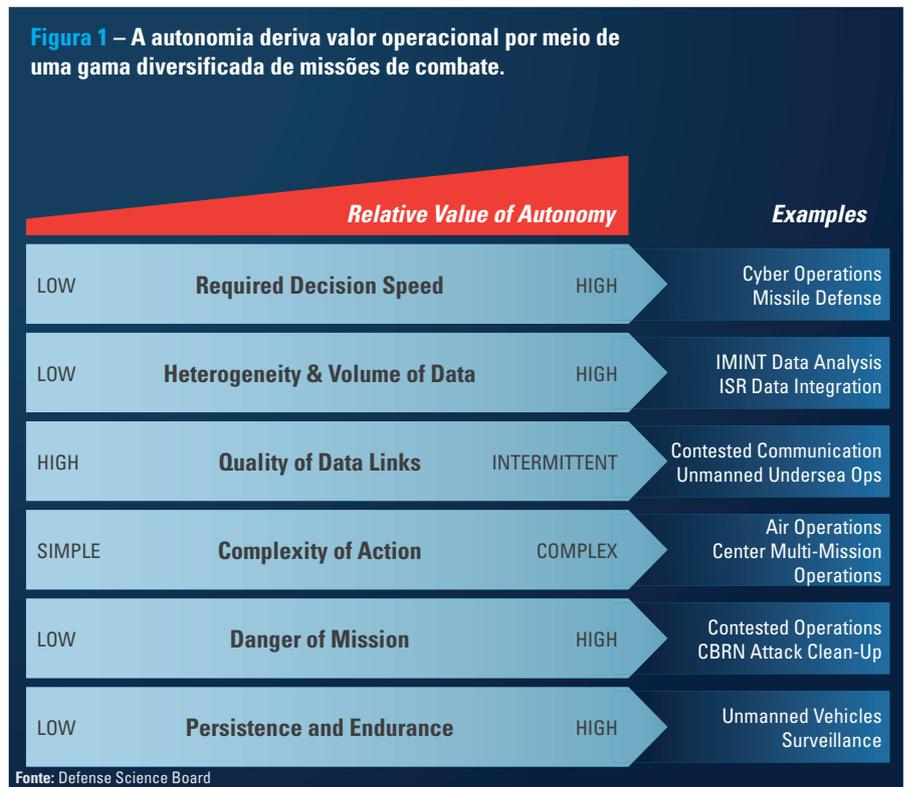
Dados como ativos em operações navais

O uso de dados em operações militares remonta à própria história da computação, na decodificação de mensagens

e interpretação de sinais, e esse uso tem-se ampliado, refletindo-se no aumento dos investimentos nas tecnologias associadas. Os gastos do Departamento de Defesa norte-americano (GOVONI, 2017) em Inteligência Artificial, *big data* e nuvem, em 2017, foram de USD 7,4 bilhões, aumento de 32,4% em relação a 2012; e 47,9% desses gastos foram em *big data*. China (USD 21,7 bilhões em 2020) e Rússia são os principais competidores neste tipo de investimento (SAYLER, 2019).

Agilidade e autonomia na tomada de decisão baseada em dados

Estudo publicado pelo Defense Science Board (DAVID e NIELSEN, 2016) demonstra o impacto da agilidade na tomada de decisão em diversas características de missões de combate, conforme figura 1.



Uso de Big Data – Inteligência artificial

A Inteligência Artificial permite que a capacidade humana de processamento de dados seja consideravelmente ampliada e automatizada, facilitando a interpretação de cenários complexos em que milhares de opções e variáveis são possíveis, apoiando e substituindo a ação humana em tarefas como interpretação visual, reconhecimento de fala e tomada de decisão (CUMMINGS, 2017).

Essa capacidade pode ser implantada de forma incremental, a partir do uso em treinamentos e simulações, testes de hipóteses e treinamento da própria Inteligência Artificial, ao mesmo tempo em que capacita recursos humanos em jogos de guerra, simulações e exercícios operacionais. Essas simulações dão condições para a evolução das próprias doutrinas e planejamento de operação, por meio de exaustiva análise de inúmeros cenários complexos.

A implantação dessas inteligências criadas e pré-definidas podem ser implantadas em veículos autônomos (CUMMINGS, 2017), sobre e sob a água, para atividades de patrulhamento, engajamento e apoio em operações de combate, e ações de guerra eletrônica (SHARMA *et al.*, 2020). Todo este uso gera volume muito grande de dados (RAHMANI, 2021), que aumenta na avaliação/revisão de cenários após engajamentos, com dados sobre as decisões, as consequências e as características dos cenários em que ocorreram essas decisões/operações que irão retroalimentar a Inteligência Artificial.

Aplicações de big data e Inteligência Artificial no SisGAAz

O desafio proposto pelo programa estratégico Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz) envolve o uso de Inteligência Artificial para identificar padrões de ameaças a partir de diversas fontes de dados oriundos de navios-patrolha oceânicos – radares de curto, médio e longo alcance (*over the horizon* – OTH), em terra e em embarcações, câmeras de alta resolução, dados de inteligência, sistemas de navegação, vigilância e observação, dados oriundos de entidades civis, imagens de satélites óticos e radar, dados das demais forças e agências governamentais, além dos dados oriundos de diversos sistemas como o Sistema de Monitoramento Marítimo de Apoio às Atividades de Petróleo (SIMMAP), o Sistema de Identificação e Acompanhamento de Navios à Longa Distância (LRIT), o Sistema de Informação sobre o Tráfego Marítimo (SISTRAM), do Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS) e do Centro Integrado de Segurança Marítima (CISMAR), além de dados de outros órgãos, como a Polícia Federal, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, da Receita Federal e da Petrobrás. Todas estas fontes, integradas, formarão a maior fonte de dados da Amazônia Azul e, analisadas em tempo real, permitirão tempo de resposta e visão situacional para todos os usuários do SisGAAz.

Aplicações em uso e em desenvolvimento

Diversos empregos e pesquisas estão em uso ou em desenvolvimento no planejamento e na condução de operações navais, com o objetivo de desenvolver ecossistema de *big data* de combate. Em atividades como inteligência, vigilância e reconhecimento, o emprego de *big data* e Inteligência Artificial é potencialmente benéfico, usando dados associados diretamente ou de outras fontes, como mídias sociais. Na logística militar, a manutenção preditiva já é realidade (F-35's *Automated Logistics Information System*), extraindo dados em tempo real de sensores e sistemas incorporados que alimentam

algoritmos preditivos para suporte à inspeção, substituição de partes, otimização de tempo e custo de aquisição e entrega de suprimentos.

Por fim, o uso em segurança cibernética, considerando o elevado volume de atividades que precisam ser identificadas e que influenciam decisões sobre ações de defesa e ataque cuja análise no tempo adequado é impossível de ser realizada por seres humanos. Abaixo, um quadro de referência de fontes de dados e potenciais usos em operações navais (OFFICE OF NAVAL RESEARCH, 2014):

TIPO	ATIVIDADE	FONTES	USO
Combate antissubmarino	Curso de Ação Inimigo	Velocidade; Programação de evolução de ruídos; Estratégias de navegação; Perfil de operação em profundidade; Histórico de rastreamento	Analisar distribuições de probabilidade tridimensional de posição de provável ameaça para cada curso de ação do inimigo
Combate antissubmarino	Dados de sensores de combate orgânicos/não orgânicos	Dados de contato e abaixo da linha de contato	Análise temporal de agrupamento de dados teste de consistência; Análise de incertezas de rumo e alcance para identificação de submarinos; Definição de limites de alerta e identificação de falsos alarmes.
Combate antissubmarino	Dados ambientais orgânicos/não orgânicos	Dados de dados acústicos insitu (ruído medido por meio do sensor); Dados oceanográficos (perfil de velocidade sonora de qualquer número de fontes incluindo dados XBT)	Análise da variação destes dados; Geração de alertas e elaboração automática de planos de busca
Combate antissubmarino	Comportamentos operacionais azuis, características e desempenho	Posição, direção, velocidade e profundidade da plataforma insitu	Análise de variação prevista/realizada e geração de alerta; monitorar a conformidade da plataforma com o plano de busca pretendido
Combate antissubmarino	Meios Técnicos Nacionais (NTM)	Dados NTM disponíveis	Análise visual e geográfica de densidade de probabilidade de ameaça; Análise de busca positiva e negativa
Defesa ar/míssil integrada	Otimização da configuração de sensor	Dados ambientais históricos e atuais; Indicações, alertas e aviso; Medições do sensor em tempo real e históricas; Estado operacional em tempo real de um sensor	Desenvolvimento de modelos de sensores para recomendações de configurações ideais
Defesa ar/míssil integrada; Guerra Eletrônica	Classificação de Identidade, Previsão de Intenção e Movimento Futuro, e Associação de Pistas	Dados de Identificação Amigo ou Inimigo (IFF)/Sistema de Identificação Automática (AIS); Planos de voo, horários, rotas aéreas; Informações de inteligência – fontes de primeira, segunda e terceira camada; Rotas de navegação e áreas de pesca; Informações de sensores orgânicos	Identificação de pista, previsão de intenção e movimento futuro; Recomendação de associação com outra pista
Comando e controle/ Inteligência	Identificação de capacidades, comportamentos e padrões operacionais inesperados vetor aéreo inimigo e mísseis	Informações de inteligência – modelos de mísseis, medições históricas, biblioteca de ameaças de inteligência (Mísseis de Cruzeiro Anti-Navio/ Radar de Mísseis Balísticos, Guerra Eletrônica e assinaturas de Infravermelho); Dados de sensores ao vivo; Dados de reconhecimento de alvos de Guerra Eletrônica/ Não Cooperativa	Identificação de novas capacidades; Análise de comportamentos e padrões operacionais; Recomendações de novas configurações de sistemas
Comando e controle – defesa ar/míssil	Planejamento da movimentação de ativos e uso tático	Modelos e simulações; Informações de prontidão; Planos e doutrina; Movimento futuro previsto vermelho/branco/azul; Dados de inteligência; Condições climáticas históricas e atuais	Recomendação de movimentação de ativos
Defesa ar/míssil integrada	Otimização do uso de armas	Dados de disposição de ameaças; Níveis atuais de inventário em todo o grupo de batalha; Conhecimento de compromissos e resultados planejados e ativos; Modelos de armas	Recomendação de utilização ótima de armas em todo o grupo de batalha/força e estratégias
Guerra Eletrônica	Operações de espectro melhoradas	Dados de planos e padrões históricos de uso; Parâmetros de desempenho do infrator/vítima; Ordem de batalha/ordem de batalha eletrônica; Informações de inteligência; Medições orgânicas; Medições meteorológicas terrestres e espaciais	Análise preditiva para alocação de espectro ótimo para o grupo de batalha/força; Identificação de interferências para apoiar o planejamento de operações futuras e mudanças nas condições ambientais
Defesa ar/míssil integrada	Otimização de consciência situacional	Dados de indicações e avisos; Movimentos atuais, previstos e históricos de ativos vermelho/branco/azul; Fontes de inteligência	Identificação e envio de notificação de combate (por exemplo, um alerta).
Defesa Cibernética	Consciência cibernética	Dados de sensores cibernéticos orgânicos e não orgânicos; Fontes externas – OSINT	Análise de ciberespaço visível; Identificação de padrões indicativos de atividade anômala

Fonte: Office of Naval Research

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A incorporação da coleta e análise de dados como ativos no ambiente militar naval demanda o desenvolvimento de uma fundação sólida em pesquisa, desenvolvimento e uso de *big data*. Projetos de análise e tomada de decisão requerem investimentos na capacitação de recursos humanos, aquisição de hardware e software, além da avaliação do impacto tecnológico nos custos e na eficiência operacional do planejamento, do apoio e da condução de operações navais.

O emprego de dados como ativos reduz custos e aumenta a eficiência na tomada de decisão. A adoção de *big data* e seu uso em mineração de dados, máquinas de aprendizado e

Inteligência Artificial pode ser iniciada em etapas, com evolução paulatina de maturidade, permitindo alocação gradual de recursos.

As possibilidades de uso são vastas, e a percepção de dados como ativos pressupõe também a sua segurança para ataques físicos e cibernéticos, em silos e fluxos de dados. O desenvolvimento de um ecossistema de *big data* é a base para as iniciativas acima e passa pela definição de padrões e modelos de dados. É o primeiro passo para dotar as Marinhas modernas desse tipo de conceito e tecnologia.

Referências:

- ADOMAVICIUS, Gediminas; TUZHILIN, Alexander. Toward the next generation of recommender systems: a survey of the state-of-the-art and possible extensions. **IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering**, Sidney, v. 17, n. 6, 2005.
- CHEN, Hsiu-chin; CHIANG, Roger; STOREY, Veda. Business intelligence and analytics: from big data to big impact. **MIS Quarterly**, Minnesota, v. 36, n. 4, 2012. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/41703503>. Acesso em: 10 jul. 2021.
- CONGRESSIONAL RESEARCH SERVICE (Estados Unidos). **Artificial Intelligence and national security**. Washington, DC: Congressional Research Service, 2019. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R45178/5>. Acesso em: 10 jul. 2021.
- CUMMINGS, M. Artificial Intelligence and the Future of Warfare. **Chatam House**, Londres, 2017. Disponível em: <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/publications/research/2017-01-26-artificial-intelligence-future-warfare-cummings-final.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2021.
- DASH, Sabyasachi; SHAKYAWAR, Sushil .K.; SHARMA, Mohit et al. Big data in healthcare: management, analysis and future prospects. **Journal of Big Data**, Nova lorque, v. 6, n. 54, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0217-0>. Acesso em: 10 jul. 2021.
- DEPARTMENT OF DEFENSE (Estados Unidos). **Report of the Defense Science Board Summer Study on Autonomy**. Washington, DC: Department of Defense, 2016. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1017790>. Acesso em: 10 jul. 2021.
- GOVINI. Department of Defense (Estados Unidos). **Artificial intelligence, big data, and cloud taxonomy**. Washington, DC: Govini, 2017. Disponível em: https://securityandtechnology.org/wp-content/uploads/2020/07/govini_dod_ai_bigdata_cloud_taxonomy.pdf. Acesso em: 10 jul. 2021.
- LANEY, Douglas. 3D data management: controlling data volume, velocity and variety. **Meta Group**, [s.l.], 2001. Disponível em: <http://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2021.
- PANG, Bo; LEE, Lilian. Opinion mining and sentiment analysis. **Foundations and Trends in Information Retrieval**, Nova lorque, v. 2, n. 1-2, 2008.
- RAHMANI, Amir M.; AZHIR, Elham; ALI, Saqib et al. Artificial intelligence approaches and mechanisms for big data analytics: a systematic study. **PeerJ Computer science**, [s.l.], v.7, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.488>. Acesso em: 5 jul. 2021.
- SHARMA, Purabi; SARMA, Kandarpa K.; MASTORAKIS, Nikos E. Artificial intelligence aided electronic warfare systems: recent trends and evolving applications. **IEEE Access**, Nova lorque, v. 8, 2020. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9292960>. Acesso em: 10 jul. 2021.
- TILLY, Charles. The old new social history and the new old social history. **Research Foundation of SUNY**, Albany, v. 7, n. 3, [1984].

