



Revista do CLUBE NAVAL

ISSN 0102-0382 • ANO 134 • Nº 418 - ABR/MAI/JUN 2026



11 DE JUNHO

RIACHUELO

A batalha que consolidou o Poder
Marítimo do Império do Brasil

SUMÁRIO

4 PALAVRAS DO PRESIDENTE

Alte Esq (RM1-FN) Alexandre José Barreto de Mattos

5 EDITORIAL

CMG (RM1) Alberto Piovesana Júnior

6 EM PAUTA

Eventos e comemorações da Sede Social

11 DE JUNHO

- 10 Clube Naval celebra o Dia da Marinha, a Batalha Naval do Riachuelo e seus 142 anos

CONCURSOS

- 23 A espinha dorsal da navegação e sincronização global
1º Ten (T) Brunna Romero Penna
- 28 Águas de uma vida: ciência, guerra e legado na trajetória do Vice-Almirante Antônio Luiz von Hoonholtz, Barão de Teffé
Cristina Aparecida Bioni Salabert

150 ANOS DA DHN

- 34 A DHN na cooperação internacional
CF Ivan Bodra Guimarães
- 38 A DHN e os auxílios à navegação: faróis, boias e balizas como infraestrutura crítica para a segurança da navegação e economia marítima do Brasil
CT (T) Mariana Michimoto
- 44 O Pavilhão Nacional continuará a tremular no Penol da Carangueja do ex-Navio Hidrográfico “Sirius”
CMG (RM1) Alberto Piovesana Júnior

DEFESA

- 48 A defesa do fluxo: o agronegócio como eixo da Estratégia Nacional
C Alte (RM1) Hermann Iberê Boehmer
- 52 Tendências para 2026 sobre a ampliação da capacidade dissuasória da Marinha do Brasil
Carlos Alexandre Klomfahs

- 56 A guerra anfíbia moderna
Reis Friede

CIÊNCIA E TECNOLOGIA

- 58 Tecnologias quânticas aplicadas em Defesa
CMG (EN) Ali Kamel Issmael Júnior

HISTÓRIA NAVAL

- 63 Rui Barbosa e a Marinha de Guerra
2º Ten (RM2-T) Fabiane Assaf

REFLEXÕES

- 66 Crônica para os dias atuais
CF (Refº) Gilberto Rodrigues Machado

ÚLTIMAS PÁGINAS

- 68 O orçamento do Clube Naval
CMG (Refº) Paulo Marcos Gomes Lustoza



NOSSA CAPA

A Capa da 418ª Edição da Revista do Clube Naval combina duas imagens icônicas da Batalha do Riachuelo, o “Plano da Vuelta del Riachuelo”, do Tenente von Hoonholtz, Coman-

dante da Canhoneira “Araguary”, que apresenta o trecho do Rio Paraguai onde se deu o combate entre a Esquadra Brasileira e a Esquadra Paraguaia na manhã do dia 11 de junho de 1865; e a Aquarela “Batalha Naval do Riachuelo” do Almirante Trajano Augusto de Carvalho, na qual é retratado um dos momentos decisivos da batalha, quando o Almirante Francisco Manuel Barroso da Silva, cujo Pavilhão está içado no tope do mastro principal da Fragata “Amazonas”, “Navio Capitânia”, usando a tática do aríete, põe a pique o Vapor paraguaio “Jejuí”. Vê-se desfraldadas no penol de boreste da verga do velacho da “Amazonas” as bandeiras do famoso sinal “Sustentar o fogo que a vitória é nossa”. Essa aquarela faz parte do acervo da Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha, e está na página 61 do livro “Nossa Marinha: Seus Feitos e Glórias (1822-1940)” do Almirante Trajano.

PALAVRAS DO PRESIDENTE

Caros Leitores,

Iniciamos o segundo ano de mandato com a Sessão Magna em celebração do Dia da Marinha, do centésimo sexagésimo primeiro aniversário da Batalha Naval do Riachuelo e do centésimo quadragésimo segundo aniversário do Clube Naval.

Nesse contexto de cultuar nossos heróis do passado e a perenidade de nossa instituição, trabalha-se para que a continuidade da excelência seja um marco de desenvolvimento.

Desta forma, e em face do princípio da continuidade administrativa, obtivemos a atualização e registro em cartório das alterações do Estatuto do Clube, a aprovação do Planejamento Estratégico Organizacional (PEO) e do Plano de Gestão de Riscos (PGR) em Seção Ordinária da Diretoria (SOD), bem como a consolidação do Código de Conduta e Ética (CCECN), formando-se importantes e seguras ferramentas de gestão que, ao integrarem-se ao Sistema de Informações Gerenciais (SIG), contribuem, sobremaneira, nas tomadas de decisões.

Foi colocado em produção o novo SIG do Clube, substituindo-se o Sistema MXM pelo Sistema TOTVS, mais moderno, de fácil acesso e com uma interface mais completa para os usuários.

Com a ótica voltada para o futuro, alguns projetos estão em andamento, com o objetivo de melhorar a experiência dos nossos associados. Projetos estes voltados para a modernização dos sistemas de gestão, recuperação de instalações, aprimoramento das áreas náuticas, esportivas e de lazer, bem como ações voltadas à segurança e à sustentabilidade ambiental.

Persegue-se assim, a ideia de um espaço que reúne pessoas com interesses comuns, o que fortalece os laços de amizade e camaradagem entre os seus membros, criando um ambiente acolhedor e familiar.

Por oportuno, convoco a todos a participarem de nossas atividades, sejam elas culturais, esportivas, sociais ou de lazer. Convido-os a ler nossos artigos publicados nesta Revista, onde expomos temas relevantes e atuais.

Em um ano crucial no que tange às nossas escolhas para o País, ressaltam-se as necessárias mudanças, a fim de que possamos conferir às gerações futuras as desejadas liberdades e a democracia, que são caras e aliadas poderosas ao desenvolvimento nacional.

Seguindo as célebres frases do Almirante Barroso durante a Batalha Naval do Riachuelo, em 11 de junho de 1865:

“Sustentar o fogo, que a vitória é nossa!”

“O Brasil espera que cada um cumpra o seu dever.” ■

Alexandre José Barreto de Mattos
Almirante de Esquadra (RM1-FN) • Presidente

CLUBE NAVAL

Av. Rio Branco, 180, 5º andar
Centro - Rio de Janeiro / RJ
Brasil - 20040-003

PRESIDENTE

Alte Esq (RM1-FN) Alexandre José Barreto de Mattos

DIRETOR DO DEPARTAMENTO CULTURAL

CMG (RM1) Alberto Piovesana Júnior

ASSESSORA DO DEPARTAMENTO CULTURAL

CC (RM1-T) Ana Cláudia Corrêa de Araujo



Revista do CLUBE NAVAL

Publicação trimestral editada pelo Departamento Cultural do Clube Naval. As ideias e opiniões emitidas nos artigos assinados são de inteira responsabilidade de seus autores e não representam, necessariamente, a opinião dos oficiais da Marinha do Brasil, nem do Clube Naval, a não ser que explicitamente declarado. A reprodução de matérias aqui publicadas necessita de autorização prévia da Revista do Clube Naval.

ANO 134 • Nº 418

EDIÇÃO DE ARTE E DIAGRAMAÇÃO

Fabiana Peixoto

COLABORADOR

José Carlos de Medeiros

CONTATOS

revista@clubenaval.org.br
(21) 2112-2429 / 2425



ESCANEE AQUI
para informações sobre
submissão de artigos



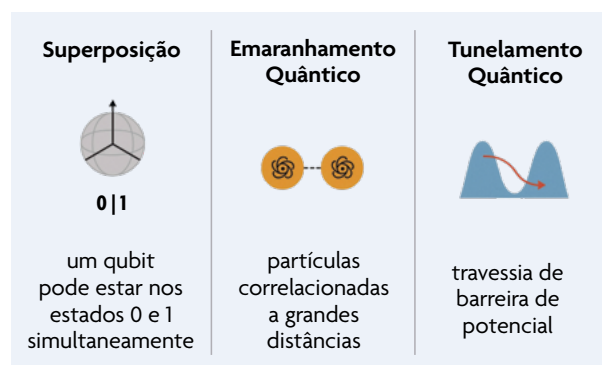
Ali Kamel Issmael Júnior *

O ambiente marítimo passa por rápida transformação tecnológica e estratégica: tensões geopolíticas, operações abaixo do limiar do conflito, na chamada “zona cinzenta” (intimidações, interferências, sabotagens discretas e campanhas de influência), e a vulnerabilidade de infraestruturas submarinas exigem novas soluções de sensoriamento para ampliar a percepção e a resposta. Nesse cenário, tecnologias quânticas – integradas à Inteligência Artificial (IA) para interpretação e correlação de dados – impactam diretamente a defesa. Sensores como relógios atômicos, magnetômetros e gravímetros avançam em precisão, estabilidade e operação sem sistemas de posicionamento global, como o GPS. Paralelamente, cabos de fibra óptica existentes vêm sendo convertidos em matrizes distribuídas que captam vibrações, tensões e variações ambientais, com evidências de detecção de ondas, correntes, sismos e tráfego próximo ao cabo. Com a IA integrando dados multimodais (sonar, radar, AIS, satélite e fibra), identificando padrões e classificando alvos com taxas reduzidas de falsos positivos. Assim, este artigo descreve e contextualiza as atuais tecnologias quânticas que vêm sendo estudadas e aplicadas à defesa, com seus fundamentos e usos potenciais.

TECNOLOGIAS QUÂNTICAS PARA DEFESA

Conforme nos descreve Oliveira (2025), as tecnologias quânticas formam um campo emergente

que aplica princípios da mecânica quântica (a teoria que explica matéria e energia em escalas atômicas) para criar sistemas muito precisos, complexos e de alto desempenho. Elas se apoiam, sobretudo, em três efeitos: (1) **superposição**, em que bits quânticos (qubits) podem assumir 0 e 1 ao mesmo tempo, permitindo enorme paralelismo de cálculo; (2) **emaranhamento**, que estabelece correlações fortes entre partículas separadas, útil para comunicações seguras e operações distribuídas; e (3) **tunelamento**, que possibilita atravessar barreiras energéticas proibidas na física clássica, habilitando sensores extremamente sensíveis e uso em condições severas. A figura abaixo ilustra esses fenômenos.



Efeitos quânticos

Em conjunto, esses efeitos abrem novos caminhos para computação, criptografia, sensoria-mento e comunicação, ultrapassando limites das tecnologias tradicionais. No âmbito da defesa, o potencial é particularmente estratégico para apli-

cações que exigem alta confiabilidade, segurança e precisão em tempo real. O Quadro 1 apresenta os principais vetores de aplicação das tecnologias quânticas e suas descrições.

Em face de seu caráter dual, as tecnologias quânticas tendem a habilitar capacidades militares inéditas, com impacto profundo na forma de con-

duzir operações de defesa. Disso decorre a ideia de uma “Guerra Quântica” (*Quantum Warfare*), que demanda a criação de estratégias, doutrinas, políticas e diretrizes éticas próprias, alinhadas às particularidades dessas novas tecnologias. O Quadro 2 apresenta as principais aplicações militares potenciais das tecnologias quânticas.

Aplicação	Descrição Técnico-Operacional
Computação Quântica	Proporciona capacidade de processamento exponencial para resolução de problemas complexos, incluindo a modelagem de sistemas físicos e materiais, otimização da logística militar e criptografia pós-quântica.
Comunicação Quântica	Viabiliza canais de comunicação invioláveis, baseados em Distribuição Quântica de Chaves (QKD), garantindo sigilo e resiliência contra interceptação, infraestruturas críticas, essenciais para sistemas de Comando, Controle, Comunicações, Cibernética, Computadores, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (C5ISR).
Sensoriamento Quântico	Permite a detecção ultraprecisa de campos gravitacionais, magnéticos e elétricos, aplicável em vigilância subterrânea, navegação autônoma sem GPS, operações de Inteligência, Vigilância, Aquisição de Alvos e Reconhecimento (ISTAR), para detecção de ameaças ocultas.
Radares Quânticos	Oferece sistemas de detecção de última geração, com maior sensibilidade, resolução e resistência a contramedidas eletrônicas, permitindo detecção de alvos de baixa assinatura, inclusive em ambientes de guerra eletrônica avançada.

Quadro 1: Vetores de Aplicações Quânticas. Fonte: adaptado de Oliveira (2025).

Domínio Operacional	Aplicações Militares Potenciais das Tecnologias Quânticas
Guerra Terrestre	Comunicação ultrassegura; sensoriamento avançado para vigilância de campo; detecção subterrânea.
Guerra Aérea	Temas avançados de navegação inercial (<i>GPS-denied</i>); sensores quânticos para segmentação e rastreamento de alvos.
Guerra Espacial	Tecnologias quânticas para comunicações espaciais seguras; sensores de precisão para mapeamento e vigilância orbital.
Guerra Eletrônica e Cibernética	Criptografia quântica para defesa cibernética; radares quânticos resistentes a contramedidas eletrônicas.
Guerra Submarina	Sensores quânticos para detecção de ameaças subaquáticas; navegação de alta precisão para veículos submarinos autônomos.
ISTAR	Aprimoramento das capacidades de inteligência; sensoriamento quântico para reconhecimento e aquisição de alvos; integração com redes C5ISR.

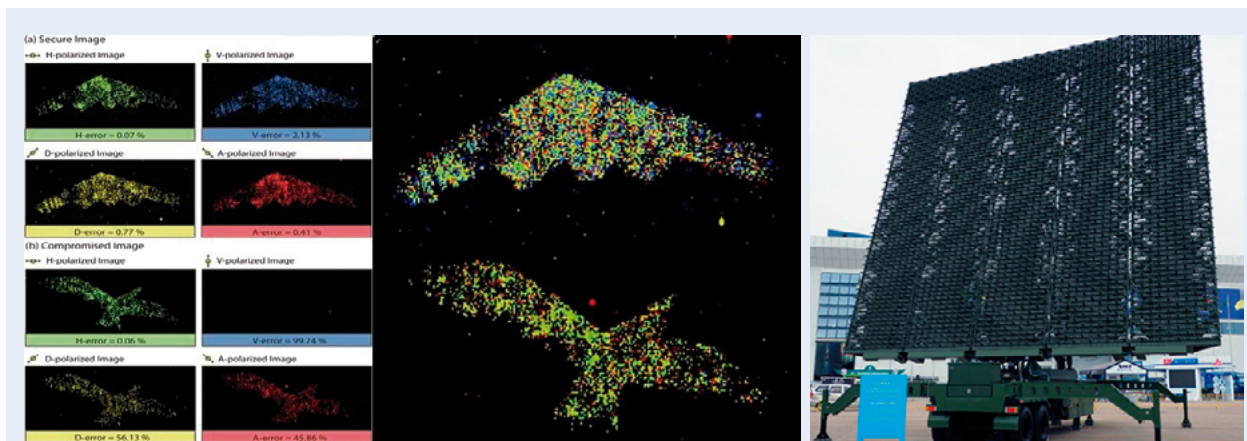
Quadro 2: Potenciais Aplicações das Tecnologias Quânticas em Domínios de Operações Militares.

Fonte: adaptado de Oliveira (2025).

Conforme cita Oliveira (2025), programas e projetos em radar quântico e tecnologias correlatas avançam em múltiplas frentes, articulando sensores, processamento de sinais e guerra eletrônica. Nos EUA, a DARPA⁽¹⁾ investe no *Quantum Apertures* (QA), que explora antenas e sensores de Rydberg⁽²⁾ para detecção de campos elétricos em ampla faixa de frequências e acesso avançado ao espectro RF⁽³⁾; complementado com o *Adaptive Radar Countermeasures* (ARC), arquitetura de *software* flexível para identificar e neutralizar radares hostis em tempo real, e com o *Beyond Linear Processing* (BLiP), que pesquisa

técnicas não lineares para tornar radares mais compactos, leves e eficientes. A dimensão energética é endereçada pelo THREADS, voltado à dissipação térmica em transistores de GaN⁽⁴⁾, elevando potência e desempenho (Oliveira, 2025).

Na China, destacam-se o Radar Quântico da *China Electronics Technology Group Corporation* (CETC), projetado para detectar aeronaves furtivas a longas distâncias com maior resiliência a contramedidas, e o *Synthetic Impulse Aperture Radar* (SIAR), testado na Ilha Triton, integrando vigilância no Mar do Sul da China (Oliveira, 2025). As figuras a seguir ilustram esses projetos.



Acima, Radar Quântico da *China Electronics Technology Group Corporation* (CETC);



Synthetic Impulse Aperture Radar (SIAR), testado na Ilha Triton, integrando vigilância no Mar do Sul da China. Fontes: Stroski (2019), *Asian Military Review* (2018), Aliabad et al. (2021) e Clark (2024).

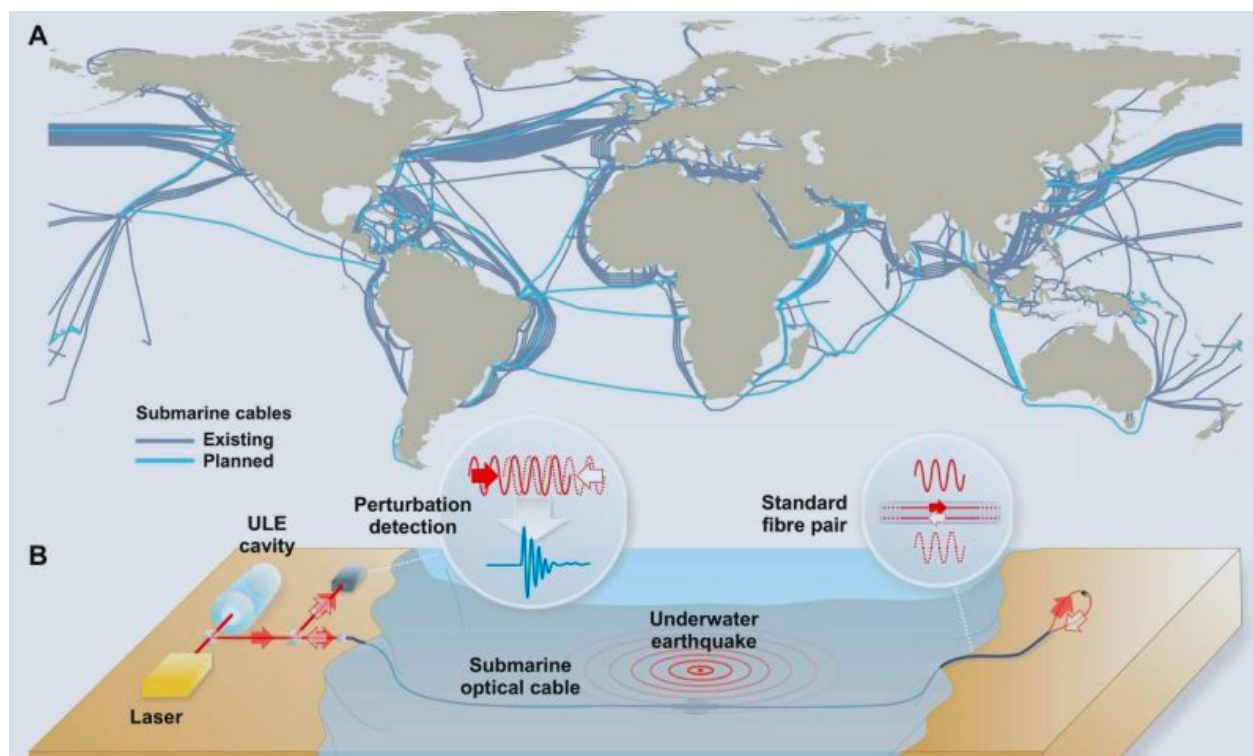
Na Europa, o Projeto Quarate da empresa Rohde & Schwarz com os órgãos Centro Aeroespacial Alemão (DLR), Universidade Técnica de Munique (TUM) e Walther-Meißner-Institut (WMI), com o apoio do governo alemão, desenvolve circuitos supercondutores e receptores quânticos de micro-ondas para modernizar radares e habilitar interfaces com computação quântica (Oliveira, 2025).

O uso de cabos submarinos de fibra óptica, que totalizam cerca de 1,2 milhão de quilômetros pelos oceanos, vem sendo ampliado para fins de sensoriamento estratégico, transformando-os em vastas matrizes de sonar passivo por meio das técnicas de *Distributed Acoustic Sensing* (DAS) e *Distributed Optical Fiber Sensing* (DOFS). Essas tecnologias convertem cabos existentes em redes sensoriais distribuídas capazes de detectar vibrações, tensões e variações ambientais ao longo de centenas de quilômetros (Xu *et al.*, 2016; Ouyang; Hird; Bolton, 2025; Lawn, 2025). Utilizando lasers pulsados, o sistema gera retroespalhamento cuja modificação por ondas sonoras ou estresse é interpretada por algoritmos de Inteligência Artificial, permitindo identificar e localizar ruídos subaquáticos de submarinos, navios e outras atividades, transformando a infraestrutura de telecomunica-

ções em um sistema de escuta distribuída quase em tempo real e a custo inferior aos sonares ou hidrofones convencionais.

Além do emprego militar, as tecnologias DAS/DOFS são aplicadas na detecção de violações de cabos, terremotos e atividades ilícitas, trazendo benefícios estratégicos e comerciais. China e Rússia também investem na área (Moscou alerta para riscos aos seus submarinos estratégicos) e incidentes recentes com cabos danificados reforçam o caráter geopolítico desse novo campo de disputa (Lawn, 2025). As principais vantagens incluem o aproveitamento de infraestrutura existente, cobertura persistente e discreta e alta escalabilidade; entre os riscos, destacam-se interferências (*jamming*), falsificação de identidade (*spoofing*), mapeamento e ataques físicos aos cabos. A expansão desse uso dos cabos submarinos tende a redefinir a guerra e a inteligência subaquáticas, viabilizando o rastreamento quase em tempo real de movimentos em estreitos, gargalos e rotas críticas. A figura abaixo ilustra o esquema básico desse sistema.

Evidências reportam detecção de ondas/correntes, sismos, tempestades e interações de tráfego próximo ao cabo de fibra óptica (Xu *et al.*, 2016; Pancini, 2021; Segade, 2022). Relatos recentes



Detecção submarina por cabos de fibra óptica. Fonte: Lawn (2025).

também exploram uso de cabos para detectar embarcações e movimentos suspeitos visando contrassabotagem (Olhar Digital, 2025; Carlos, 2025).

A IA fecha o ciclo ao digerir, correlacionar e aprender com dados multimodais: DAS/DOFS, sonar passivo, radar/HF, AIS e observação por satélite (Drylerakis *et al.*, 2024). Em linhas gerais, aplicações de limpeza de ruídos dos sinais (*denoising*), extração de parâmetros (*features*) como tempo-frequência, estatísticas, assinaturas, a associação e acompanhamento de alvos (*tracking*) e a classificação de alvos, por meio do aumento extraordinário do poder computacional, promete reduzir falsos positivos e melhorar a confiabilidade operacional com o uso dessas tecnologias (Drylerakis *et al.*, 2024; Tan, 2025; Huang *et al.*, 2025).

Conforme ilustrado na figura acima, as tecnologias quânticas, integradas com a IA, inauguram uma revolução na guerra moderna, consolidando a noção de “Guerra Quântica” mencionada anteriormente. Seu potencial de impacto na defesa estende-se a todos os domínios do combate. Nesse contexto, esta revolução privilegia o aperfeiçoamento de sensores, a elevação da eficiência e o refinamento de técnicas vigentes, mais do que a concepção de armas inteiramente inéditas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração das tecnologias quânticas com a Inteligência Artificial inaugura uma nova era na defesa, em especial no domínio marítimo, ao ampliar a precisão, a resiliência e a consciência situacional em ambientes complexos e contestados. A aplicação de sensores quânticos, comunicações invioláveis e navegação autônoma sem dependência de satélites reforça a capacidade de vigilância, contrassabotagem e proteção das infraestruturas críticas submersas, como cabos de comunicação e plataformas energéticas. Tais avanços permitem à Força Naval antecipar ameaças, reduzir incertezas e operar com superioridade informacional em tempo quase real.

Dominar e desenvolver essas tecnologias são condições essenciais para a preservação de nossa soberania e garantir autonomia tecnológica diante das potências que já avançam em programas quânticos. Investimentos coordenados em pes-



Guerra Quântica (Quantum Warfare). Fonte: Krelina (2021).

quisa pelas Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT) das Forças, capacitação e integração operacional, em parceria com universidades, centros tecnológicos e a Base Industrial de Defesa, são decisivos para inserir o Brasil na vanguarda da chamada Guerra Quântica, contribuindo para a defesa de seus interesses estratégicos. ■

NOTA

- (1) DARPA: Agência do Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América que desenvolve tecnologias disruptivas para segurança nacional.
- (2) Dispositivos quânticos que utilizam átomos altamente excitados (átomos de Rydberg) para detectar e medir campos elétricos e magnéticos com precisão sem precedentes. Eles substituem as antenas tradicionais e a eletrônica convencional, funcionando como minúsculos receptores atômicos que operam em uma faixa ultra larga de frequências.
- (3) Porção do espectro eletromagnético compreendida, neste contexto, entre 8,3 kHz e 3.000 GHz (3 THz), utilizada para a propagação de ondas eletromagnéticas capazes de transportar informação sem a necessidade de meios físicos guiados. Essa faixa sustenta grande parte das comunicações sem fio do mundo moderno, incluindo rádio, televisão, Wi-Fi, Bluetooth, comunicações por satélite, enlaces militares e redes móveis celulares.
- (4) Semicondutores de banda larga que superam o silício tradicional em eficiência, velocidade e capacidade térmica. Eles permitem a construção de equipamentos menores e mais leves, sendo amplamente utilizados em carregadores rápidos, veículos elétricos, data centers e infraestrutura 5G.

REFERÊNCIAS

Devido à extensão da lista de Referências Bibliográficas, os interessados em obtê-la devem entrar em contato com o autor pelo e-mail alikamel1974@gmail.com

* Capitão de Mar e Guerra (EN), Chefe do Departamento de Relações Institucionais e da Superintendência Técnica do Centro Tecnológico da Marinha no Rio de Janeiro

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIABAD, P. Y.; SOLEIMANI, H.; SOLEIMANI, M. **A new method for Synthetic Impulse and Aperture Radar transmitting waveform design based on non-sequential positive, negative and random carrier frequency coding with dot product approach.** IET Radar, Sonar & Navigation, v. 16, n. 10, p. 1146-1156, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/355072331_A_new_method_for_Synthetic_Impulse_and_Aperture_Radar_transmitting_waveform_design_based_on_non-sequential_positive_negative_and_random_carrier_frequency_coding_with_dot_product_approach. Acesso em: 21 out. 2025.

ASIAN MILITARY REVIEW. **CETC rolls out new export Air Surveillance Radars.** Asian Military Review. 24 dez. 2018. Disponível em: <https://www.asianmilitaryreview.com/2018/12/cetc-rolls-out-new-export-air-surveillance-radars>. Acesso em: 21 out. 2025.

CARLOS, João. **Cabos de fibra óptica “escutam” movimentos suspeitos contra sabotagem.** 19 mar. 2025. Site Antena 1. Disponível em: <https://www.antena1.com.br/noticias/cabos-de-fibra-optica-escutam-movimentos-suspeitos-contrasabotagem>. Acesso em: 21 out. 2025.

CATALDI, Claudia. **Tecnologia quântica e IA: o novo arsenal militar.** Observatório Militar da Praia Vermelha (ECEME), 31 jul. 2024. Disponível em: <https://ompv.eceme.eb.mil.br/ct-i-para-defesa-desenvolvimento-e-seguranca-nacional/desenvolvimento-cientifico-tecnologico/727-tecnologia-quantica-e-ia-o-novo-arsenal-militar>. Acesso em: 21 out. 2025.

CLARK, Colin. **China tightens ‘counter-stealth’ military radar net around South China Sea, says report.** Breaking Defense. 23 out. 2024. Disponível em: <https://breakingdefense.com/2024/10/china-tightens-counter-stealth-military-radar-net-around-south-china-sea-says-report/>

DEFENSE ADVANCED RESEARCH PROJECTS AGENCY (DARPA). **THREADS: Technologies for Heat Removal in Electronics at the Device Scale.** DARPA. Disponível em: <https://www.darpa.mil/research/programs/threads-heat-removal>. Acesso em: 21 out. 2025.

DRYLERAKIS, Konstantinos Theofilos; BELAL, Mohammad; MESTRE, Rafael; NORMAN, Timothy J.; EVERS, Christine. **Source Detection and Tracking for Underwater Distributed Acoustic Sensing.** In: Proceedings of EUSIPCO 2024. EURASIP, 2024. Disponível em: <https://eurasip.org/Proceedings/Eusipco/Eusipco2024/pdfs/0001292.pdf>. Acesso em: 21 out. 2025.

HUANG, Wei; WANG, Kaiqiao; LIU, Peng; XING, Weiguang; GAN, Weiming. **Experimental Study on Optoelectronic Submarine Cable Used for Ship Radiation Noise Detection**. IEEE Explore. IEEE Access (Volume: 12). 2025. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3520070> Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=10806696>. Acesso em: 21 out. 2025.

KRELINA, Michal. **Quantum Warfare: Definitions, Overview and Challenges**. Research Gate. 24 mar. 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/350341569_Quantum_Warfare_Definitions_Overview_and_Challenges. Acesso em: 21 out. 2025.

LAWN, Timothy. **Hunting Submarines – Submarine Cables are now Thousands of Miles of (Active) Passive Sonar Arrays**. LinkedIn, 2025. Disponível em: https://www.linkedin.com/posts/timothy-lawn-m-a-b8b59284_hunting-submarines-submarine-cables-are-activity-7382733505618952192-8BDD. Acesso em: 25 out. 2025.

LINO, Jullyano; BROSSO, Ines. **Sensoriamento Remoto Quântico aplicado na Defesa Nacional**. In: Simpósio de Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa – SIGE/ITA, 2023. Disponível em: https://www.sige.ita.br/edicoes-anteriores/2023/st_inicio/236006_1.pdf. Acesso em: 21 out. 2025.

METRON. **Metron Inc. Awarded DARPA Beyond Linear Processing Phase One Contract**. PR Newswire, Reston, VA, 19 set. 2023. Disponível em: <https://www.prnewswire.com/news-releases/metron-inc-awarded-darpa-beyond-linear-processing-phase-one-contract-301931261.html>. Acesso em: 25 out. 2025.

OFRN. **Quantum Sensor System using Rydberg Atoms**. Ohio Federal Research Network. Disponível em: <https://ohiofrn.org/projects/quantum-sensor-system-using-rydberg-atoms>. Acesso em: 27 out. 2025.

OLHAR DIGITAL. **Cabos submarinos estão sendo usados para detectar embarcações**. 11 out. 2025. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2025/10/11/internet-e-redes-sociais/cabos-submarinos-estao-sendo-usados-para-detectar-embarcacoes>. Acesso em: 21 out. 2025.

OUYANG, Y.; HIRD, R.; BOLTON, M. D. **The use of fibre optic distributed sensing technology to detect changes in sediment overburden**. Underwater Technology, v. 34, n. 2, p. 63–74, 2017. doi:10.3723/ut.34.063. Disponível em: <https://www-geo.eng.cam.ac.uk/system/files/documents/250-ouyang-hird.pdf>. Acesso em: 21 out. 2025.

PANCINI, Laura. **Fibra ótica submarina do Google consegue detectar terremotos, tsunamis e tempestades.** Revista Exame. 1 mar. 2021. Disponível em: <https://exame.com/tecnologia/fibra-otica-submarina-do-google-consegue-detectar-terremotos-tsunamis-e-tempestades>. Acesso em: 21 out. 2025.

SEGADE, Julia Maria Gomez de Avila. **Cabos submarinos: mais do que apenas o básico em telecomunicações.** MAPFRE Global Risks. 21 dez. 2022. Disponível em: <https://www.mapfreglobalrisks.com/pt-br/gerencia-riscos-seguros/estudos/cabos-submarinos-mais-do-que-apenas-o-basico-em-telecomunicacoes>. Acesso em: 21 out. 2025.

SHARMA, Purabi; SARMA, Kandarpa Kumar; MASTORAKIS, Nikos E. **Artificial Intelligence Aided Electronic Warfare Systems-Recent Trends and Evolving Applications.** IEEE Access 8(99):1-1. dec. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/347631413_Artificial_Intelligence_Aided_Electronic_Warfare_Systems-Recent_Trends_and_Evolving_Applications. Acesso em: 21 out. 2025.

ŞİMŞEK, Hazal. **Quantum sensors: definition, types, applications and companies.** AIMultiple. 2025. Disponível em: <https://research.aimultiple.com/quantum-sensors>. Acesso em: 21 out. 2025.

STROSKI, Pedro Ney. **Quantum radar demonstration.** Electrical e-Library.com. 24 ago. 2019. Disponível em: <https://www.electricalibrary.com/en/2019/08/24/news-quantum-radar-demonstration>. Acesso em: 21 out. 2025.

TAN, Taoliang. **Working Process Analysis of Submarine Cable Detection Robot Using Machine Vision and Reinforcement Learning.** CAD JOURNAL (Computer-Aided Design and Applications), v. 22, supl. S7, p. 285–298, 2025. Disponível em: [https://www.cad-journal.net/files/vol_22/CAD_22\(S7\)_2025_285-298.pdf](https://www.cad-journal.net/files/vol_22/CAD_22(S7)_2025_285-298.pdf). Acesso em: 21 out. 2025.

XU, Chunying; CHEN, Jiawang; YAN, Dongxu; JI, Jian. **Review of underwater cable shape detection.** Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, v. 33, n. 3, p. 597–606, 9 mar. 2016. DOI: 10.1175/JTECH-D-15-0112.1. Disponível em: https://journals.ametsoc.org/view/journals/atot/33/3/jtech-d-15-0112_1.xml. Acesso em: 21 out. 2025.