

VEÍCULOS AUTÔNOMOS SUBMARINOS: Novas possibilidades para a Marinha do Brasil*

SÉRGIO MITIHIRO DO NASCIMENTO **MAÊDA****
Capitão-Tenente

IGOR PINHEIRO DE ARAÚJO COSTA**
Capitão-Tenente

LUIZ FREDERICO HORÁCIO DE SOUZA DE
BARROS TEIXEIRA**
Capitão de Corveta

SUMÁRIO

Introdução
Veículos Autônomo Submarinos
Conclusão

INTRODUÇÃO

De acordo com dados da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, o litoral do País representa uma das principais fontes de riquezas, contribuindo para transações comerciais na

ordem de R\$ 2 trilhões por ano, o equivalente a 19% do Produto Interno Bruto (PIB). Nesse contexto, estão inseridas a produção de petróleo e de gás natural, o transporte marítimo, a indústria naval, o turismo, a pesca etc. (MARINHA DO BRASIL, 2021). Extremamente estraté-

* Orientadores: Capitão de Fragata Marcos dos Santos, doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense (UFF), gerente de Projetos e analista de Estudos Complexos do Centro de Análise de Sistemas Navais (Casnav) e professor do Programa de Pós-Graduação em Sistemas e Computação do Instituto Militar de Engenharia; e Engenheiro Carlos Francisco Simões Gomes, doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, professor associado no Departamento de Engenharia de Produção da UFF e coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFF.

** Mestre em Engenharia de Produção pela UFF. Pesquisador do Casnav.

gico, ressalta-se que aproximadamente 93% das reservas totais de petróleo e 75% das de gás natural brasileiro estão localizadas no mar, por onde também se fazem mais de 95% do escoamento do comércio exterior brasileiro (MARINHA DO BRASIL, 2017).

Conforme a Política Nacional de Defesa (PND) e a Estratégia Nacional de Defesa (END), o Brasil tem um papel de destaque no cenário mundial, estando entre as maiores economias do planeta. Constitui-se no quinto maior país em extensão territorial e, devido à grandiosidade de recursos minerais, a elevado potencial hídrico e à valiosa biodiversidade existente, torna-se necessária a efetiva presença do Estado, visando à sua defesa e à integração entre todas as regiões do território, contribuindo para o desenvolvimento nacional (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2020). Apesar de historicamente o Brasil privilegiar a paz e priorizar o uso do diálogo como ferramenta para negociações e resolução de conflitos, é primordial que o País dedique contínua atenção à sua defesa. O atual panorama geopolítico mundial, com a constante presença de instabilidade nos relacionamentos entre os países e a emergência de novas ameaças no cenário internacional, demonstra que as relações internacionais são instáveis e, por vezes, podem decorrer desdobramentos imprevisíveis. Assim sendo, o adequado preparo do sistema de defesa deve ser tido como prioridade do Estado, a fim de assegurar um pacífico desenvolvimento do País (MARINHA DO BRASIL, 2019).

Dentre os principais propósitos nacionais de defesa, podemos destacar a garantia da soberania nacional, assegurar a capacidade de defesa para o cumprimento das missões constitucionais das Forças Armadas, preservar a coesão e a unidade

nacionais e salvaguardar as pessoas, os bens e os interesses nacionais, (MAEDA *et al.*, 2021a). Nesse contexto, é imprescindível que o País conte com meios e ferramentas eficazes e eficientes que lhe possibilite adequado poder de dissuasão, tornando-o apto a exercer com plenitude a sua soberania (COSTA *et al.* 2020). Ainda de acordo com a PND, os países que investem em inovação e que produzem tecnologias atuam elevando suas capacidades de contramedidas aos agentes adversos, refletindo em maior proteção e bem-estar da população (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2020).

Neste sentido, a Marinha do Brasil (MB) tem como dever constitucional contribuir para a defesa da Pátria e dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer um destes, garantir a lei e a ordem, atuando na segurança e na defesa da Amazônia Azul, território marítimo brasileiro de aproximadamente de 5,7 milhões de km² referentes à soma da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) com a Plataforma Continental (PC) do Brasil (MARINHA DO BRASIL, 2017). A vigilância de extensas áreas do território brasileiro é um desafio operacional e tecnológico para as Forças Armadas, e a incerteza inicial sobre a localização de ameaças adversas pode vir a comprometer o sucesso da missão (ZAWADZKI *et al.*, 2021).

Para assegurar a tarefa de negação do uso do mar pelo inimigo, o Brasil deve contar com Força Naval composta de meios aéreos, de superfície e submarinos. De acordo com a PND e a END, a MB deve direcionar esforços para que o Brasil ganhe mais autonomia nas tecnologias inerentes à operação de submarinos e de seus sistemas de armas, atuando em rede com as outras forças, terrestres e aéreas. A MB deverá buscar o domínio das tecnologias de operação de sistemas remotamente

operados e/ou autônomos para emprego naval – aéreos, de superfície e submarinos (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2020).

Os dados econômicos apresentados demonstram parte do nível de risco ao qual as atividades econômicas brasileiras, ligadas diretamente à utilização do mar, estão expostas, em caso da ocorrência de ameaça adversa que atinja de maneira direta ou indireta esse setor. O simples rumor de ameaça submarina por meios passivos, como a minagem ou submarinos inimigos, poderia levar a desastrosos impactos econômicos, tais como desabastecimento de gêneros alimentícios e impossibilidade de escoamento de produção, bem como a crises energéticas por falta de hidrocarbonetos e demais derivados do petróleo. O poder de dissuasão imposto por uma possível ameaça submarina inimiga possui impacto direto no tempo de resposta das nossas forças navais em uma determinada área, uma vez que, antes de uma contraofensiva, haverá a necessidade de esclarecimento desta, reduzindo consideravelmente a capacidade combativa imediata da nossa força.

Este trabalho tem por intuito abordar a tecnologia dos Veículos Autônomos Submarinos (AUV), explorando suas aplicações e possibilidades em atividades militares, principalmente em relação a seu emprego no teatro de operações navais, com foco nas ações de contramedidas de minagem (CMM).

VEÍCULOS AUTÔNOMOS SUBMARINOS

Os Veículos Autônomos Submarinos

Jain *et al.* (2015) definem AUV como um veículo subaquático não tripulado, sem comunicação física com o operador e possuidor de autopropropulsão, computador de bordo, atuadores, sensores e inteligên-

cia, incorporados suficientemente para completar com sucesso suas tarefas, com pouca ou nenhuma intervenção humana. Estes veículos são capazes de executar manobras nas três dimensões e as trajetórias pré-programadas com precisão, coletando informações variadas e de alta qualidade a respeito do meio em que viajam (CHRYS-SOSTOMIDIS; SCHMIDT, 2006).

Nyaas *et al.* (2012) conceituam AUV como um submersível autopropelido, cuja operação é totalmente autônoma (controle de missão adaptável, pré-programado ou em tempo real) ou sob controle mínimo de supervisão.

AUV pode ser considerado plataforma, sendo possível equipá-lo com grande diversidade de sensores e de sistemas de detecção, permitindo navegação de forma autônoma e cumprimento de operações de interesse. Sensores tipicamente encontrados incluem: bússolas, sensores de profundidade, de varredura lateral e outros sonares, magnetômetros, termistores e sondas de condutividade (JAIN *et al.*, 2015).

Os AUV são utilizados em diversas áreas, tais como em operações militares, de pesquisas e para fins comerciais. No campo militar, os AUV também são conhecidos como veículos submarinos não tripulados ou Unmanned Underwater Vehicles – UUV (SOUSA, 2019); (SAHU; SUBUDHI, 2014).

Classificações dos AUV

De acordo com a North Atlantic Treaty Organization (Nato), os AUV podem ser classificados em quatro classes: portátil pelo homem, veículo de baixo peso (LWV, do inglês Light Weight Vehicle); veículo de elevado peso (HWV, do inglês Heavy Weight Vehicle) e veículo de classe grande (LVC, do inglês Large Vehicle Class) (NYAAS *et al.*, 2012).

Veículo de classe portátil pode ser definido como os AUV de 11 a 45 kg de deslocamento, sem uma geometria estrutural definida (NYAAS *et al.*, 2012). Esta classe é muito útil em espaços de águas rasas e confinadas.

Veículo de baixo peso (LWV) engloba AUV de diâmetro nominal aproximado de 32 cm e desloca cerca de 230 kg (NYAAS *et al.*, 2012). A carga útil aumenta de seis a 12 vezes em relação à classe portátil, e a resistência é dobrada.

Veículo de elevado peso (HWV) engloba AUV de diâmetro nominal aproximado de 55 cm e desloca cerca de 1.360 kg (NYAAS *et al.*, 2012). Esta classe inclui veículos compatíveis com submarinos.

Veículo de classe grande (LVC) é a categoria de AUV que apresenta um deslocamento aproximado de 10 toneladas (NYAAS *et al.*, 2012).

Aplicações dos AUV

Carvalho (2016) defende que a relevância da utilização dos AUV, atualmente nos mais diversos empregos militares e não militares, é incontestável e que a possibilidade de uso para uma infinidade de tarefas em áreas inóspitas e perigosas, mitigando riscos à vida humana, atribui a esses veículos uma importância de valor inestimável.

Nos últimos anos, com o desenvolvimento de novas tecnologias, elevando a sua autonomia, e com a possível incorporação de maior complexidade de sensores, conseqüentemente, otimizando a sua capacidade operacional nas operações navais, diversos países têm voltado seus esforços no desenvolvimento desta, que se apresenta como uma das novas armas no ambiente submarino (O'DONOHUE, 2021) (GREENLAW, 2013). A Figura 1 ilustra um AUV em ação de mapeamento do relevo oceânico.

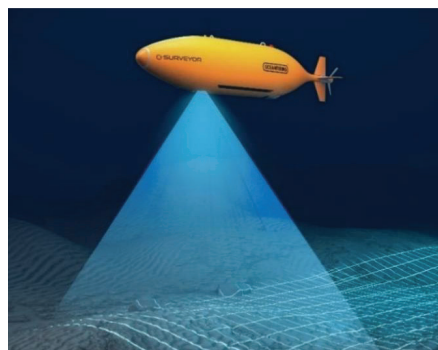


Figura 1 – AUV no mapeamento do leito marinho (EANEERING, 2011)

De acordo com Jain *et al.* (2015), entre as missões tipicamente militares desempenhadas pelos AUV, podemos citar: operações de contramedidas de minagem, operações de busca e resgate, reconhecimento (ISR), vigilância e proteção costeira e de portos. Os AUV também são empregados na guerra antissubmarina, auxiliando na detecção de submarinos tripulados. A possibilidade de operar de forma autônoma em ambientes hostis, como águas de território inimigo, áreas contaminadas ou águas profundas, torna o uso dos AUV muito interessante para os segmentos militar, científico e industrial (SOUSA, 2019). A Figura 2 ilustra

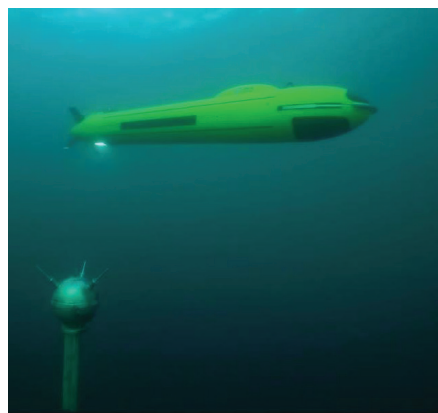


Figura 2 – AUV em operação de CMM (OUP, 2011)



Figura 3 – AUV Remus em missão durante a operação Iraqui Freedom (EGG; PETERSON, 2003)

um AUV da classe LWV, em missão de contramedida de minagem.

Os AUV têm sido utilizados com sucesso em diversas operações militares e de resgate. Uma das primeiras operações militares com uso dos AUV foi demonstrada durante a operação Iraqui Freedom em 2003, quando o AUV Remus 100, fabricado pela empresa Kongsberg, foi utilizado para conduzir operações secretas nas proximidades dos portos marítimos iraquianos de Umm Qasr, Az Zubayr e Karbala, mapeando com sucesso cerca de dois milhões e meio de metros quadrados de vias navegáveis interiores, permitindo, assim, que três portos fossem selecionados para receber remessas humanitárias (CLEGG; PETERSON, 2003). A Figura 3 apresenta um dos AUV utilizados na missão.

Montanari *et al.* (2006) realizaram um estudo da aplicação de AUV na detecção de objetos com configuração semelhante a minas enterradas no leito marinho. Para tanto, foram efetuadas simulações computacionais e experimentos em mar aberto a fim de validar os dados obtidos. O sistema de busca do AUV foi dividido em duas fases distintas. Inicialmente, após a detecção do objeto de interesse, por meio de rastreamento utilizando baixa energia de emissão, o mecanismo é alterado para um processo de classificação de ordem espectral mais elevada.

Esta forma de busca possibilitou tanto otimizar o uso da energia do AUV quanto reduzir as taxas de falsos alarmes na detecção de minas. A Figura 4 apresenta como exemplo um AUV engajado na busca de objetos com configuração de minas subaquáticas.

A Coreia do Sul está desenvolvendo, em conjunto com a empresa LIG Nex1 Co., um AUV para aplicação em operações de contramedidas de minagem, capaz de pesquisar objetos suspeitos de forma autônoma em águas a centenas de metros abaixo da superfície, com autonomia aproximada de 20 horas em uso contínuo. Atualmente, para esta função, os militares coreanos utilizam sistemas de detecção em embarcações tripuladas



Figura 4 – AUV na busca de ameaças subaquáticas (NHAP, 2020)

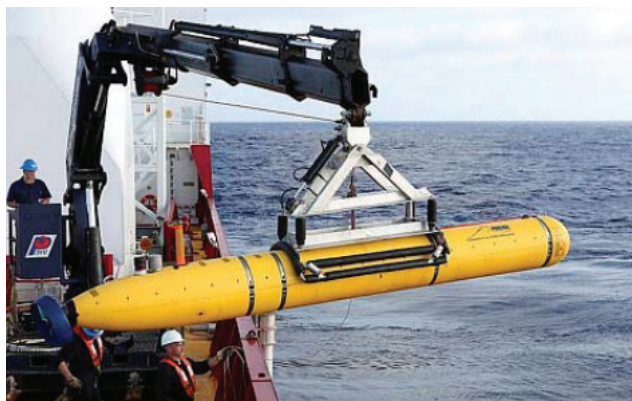


Figura 5 – AUV Bluefin-21 durante missão de resgate do Boeing 777 (HARDY; MOORE, 2015)

para encontrar as minas. De acordo com a Agência de Defesa coreana, o novo detector de minas a ser desenvolvido até 2023 deverá reduzir consideravelmente o tempo gasto nas operações de localização de explosivos nas águas, bem como minimizar os riscos dos militares envolvidos na tarefa. Ele também poderá ser aplicado para monitorar possível infiltração de inimigos e prestar apoio em operações de resgate e salvamento (YONHAP, 2020).

Em virtude do acidente ocorrido com o Boeing 777 durante o voo 370 da Malaysia Airlines, equipes de resgate utilizaram o AUV Bluefin-21, produzido pela empresa General Dynamics, para auxiliar na missão de resgate, após serem observados possíveis sinais de emissão acústica da caixa preta da aeronave. O AUV foi aplicado a uma profundidade aproximada de 5.000 metros, realizando o mapeamento de 860 km² de leito submarino. Após 70 dias de buscas, com coleta de dados de alta qualidade, concluiu-se que não havia destroços da aeronave na área de buscas

(LE HARDY; MOORE, 2015). A Figura 5 apresenta o AUV utilizado na missão, o qual permitiu tanto otimizar o tempo quanto reduzir os custos operacionais envolvidos nas buscas.

O AUV Remus 6000, fabricado pela empresa Kongsberg, foi utilizado para conduzir operações de resgate aos destroços do Airbus A330, sinistrado durante o do voo 447 da Air France em

1º de junho de 2009. A equipe de busca, liderada pelo Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI), empregou dois AUV Remus 6000 na missão (Figura 6).

Com capacidade de operação autônoma em até 6.000 metros de profundidade, os AUV podem permanecer abaixo da superfície por até 20 horas. Equipados

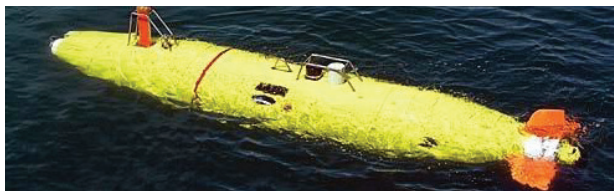


Figura 6 – AUV Remus 6000 (NGSBERG, 2011)



Figura 7 – Destroços da turbina do Airbus A330 (KONGSBERG, 2011)

com sonar de varredura lateral de dupla frequência e câmeras digitais, os pesquisadores descobriram grandes pedaços de entulho, incluindo partes das asas da aeronave, motor, trem de pouso e fuselagem (KONGSBERG, 2011). Esta foi a quarta missão de busca desde o acidente de 2009. A Figura 7 apresenta uma foto dos destroços da turbina da aeronave.

Operações de Contramedidas de Minagem

Entende-se por CMM todas as ações empregadas a fim de prevenir e/ou reduzir o dano causado pelas minas navais. Em resumo, essas ações compreendem basicamente cinco etapas: detecção, classificação, identificação, localização e neutralização (DEPARTMENT OF DEFENSE, US NAVY, 2017). Carvalho (2016) aborda que essas operações podem ser divididas em duas grandes categorias: a caça e a varredura de minas.

A caça de minas compreende as ações realizadas a fim de prover, com elevado grau de certeza, que uma determinada área de interesse está livre de minas, reduzindo significativamente a probabilidade de um navio ser atingido (CARVALHO, 2016). Já a etapa de varredura, em resumo, consiste na utilização de mecanismos para liberar ou causar danos físicos à mina, e de mecanismos de influência, tais como assinaturas magnéticas, elétricas, acústicas ou de pressão, a fim de causar a sua detonação (DEPARTMENT OF DEFENSE, US NAVY, 2017).

As minas marítimas são consideradas ameaças de baixo custo e de elevado potencial destrutivo para as forças navais. A fim de mitigar os impactos e riscos associados ao uso das minas marítimas nas operações navais, as Marinhas mais avançadas do mundo, como as dos Esta-

dos Unidos, do Reino Unido e da França, vêm aumentando seus investimentos no desenvolvimento de novas tecnologias, com o uso de veículos autônomos (GLOBAL DATA, 2021).

De acordo com Vogt (2019), nas últimas duas décadas evidenciou-se uma acentuada evolução da tecnologia dos AUV, assim como uma crescente aplicação desses equipamentos nas operações militares, como na varredura de minas, evitando expor navios e tripulações a perigos em uma área supostamente minada.

Avaliação estratégica da aquisição de Veículos Autônomos Submarinos pela Marinha do Brasil

De acordo com Brasil (2020), nas operações de CMM, empregam-se os navios denominados varredores. Esse tipo de navio é responsável pelas ações destinadas a manter livres de ameaças de minas as linhas do tráfego marítimo ao longo do nosso litoral e as áreas marítimas adjacentes aos portos e terminais, bem como as possíveis áreas de operações de nossas Forças Navais.

O Comando da Força de Minagem e Varredura (ComForMinVar), principal Organização Militar (OM) da MB no âmbito de Guerra de Minas, situado em Salvador, Bahia, e criado pelo Aviso Ministerial nº 0818, de 12 de maio de 1961, tem como missão “realizar operações navais de contramedidas de minagem, a fim de contribuir para o cumprimento das tarefas básicas do Poder Naval”, constituindo a atual Força de Minagem e Varredura. Atualmente possui três navios-varredores: M-15 *Aratu*, M-17 *Atalaia* e M-18 *Araçatuba*, todos de origem alemã e construídos na década de 70. A Figura 8 apresenta o Navio M-15 *Aratu*, que dá nome à classe.



Figura 8 – Navio-varredor classe *Aratu* (BRASIL, 2020)

Entre 2001 e 2007, esses meios passaram por processo de modernização das chaves do Sistema de Proteção Magnética (SPM) e do Radar de Busca de Superfície e por instalação de DGPS e Ecobatímetro, além da substituição da supervisão dos MCP por sistema digital, dos compressores de ar-condicionado e dos MCA, como também dos equipamentos do sistema de varredura, por unidades modernas desenvolvidas pelo Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM) (COMFORMINVAR, 2013).

Apesar dos constantes esforços desempenhados pela MB em manter os meios no melhor padrão operativo possível, faz-se necessária a aquisição de novos meios, mais modernos, capazes de contribuir de forma eficiente e eficaz para o cumprimento da missão constitucional da Força. Neste sentido, a utilização de AUV poderia, de forma satisfatória e a custo relativamente baixo, proporcionar maior amplitude de atuação e capacidade de resposta para o ComForMinVar, sendo

utilizados principalmente nas etapas de detecção e classificação de alvos de interesse, fornecendo informações primordiais e de elevado grau de precisão para que a tomada de decisão sobre a utilização de recursos mais dispendiosos fosse otimizada, reduzindo assim os custos e mitigando o risco da exposição dos meios materiais e recursos humanos nas operações dessa natureza (CARVALHO, 2016).

CONCLUSÃO

Neste artigo, foi conduzido um estudo ressaltando a importância do mar para a soberania nacional, bem como os principais desafios enfrentados pela Marinha do Brasil no cumprimento dos deveres constitucionais elencados na Política Nacional de Defesa e na Estratégia Nacional de Defesa. O presente estudo apresentou as definições, as principais características e as possíveis aplicações dos AUV, com foco em operações militares, mas especificamente nas missões de contramedidas

de minagem. O estudo demonstra que a utilização desses equipamentos pode vir a contribuir de maneira ímpar para a Marinha do Brasil, auxiliando sobremaneira na otimização das suas capacida-

des, visando ao cumprimento das suas atribuições constitucionais na Política Nacional de Defesa, minimizando os custos operacionais e salvaguardando recursos materiais e humanos.

📁 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:

<FORÇAS ARMADAS>; Veículo Não Tripulado; Veículo Submarino Não Tripulado; Veículo Submarino;

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, R. DE C. *O emprego de veículos não tripulados nas contramedidas de minagem: possibilidades de emprego do veículo submarino autônomo Remus 100 nas contramedidas de minagem*, 2016. Rio de Janeiro: Escola de Guerra Naval.
- CLEGG, D.; PETERSON, M. “User operational evaluation system of unmanned underwater vehicles for very shallow water mine countermeasures”. *Oceans 2003: Celebrating the Past... Teaming Toward the Future*, v. 3, pp. 1.417-1.423, 2003.
- COMFORMINVAR. Registro do Comando da Força de Minagem e Varredura. Disponível em: <http://www.arquivodamarinha.dphdm.mar.mil.br/index.php/comando-da-forca-de-minagem-e-varredura>. Acesso em: 6 jan. 2022.
- COSTA, A. N.; ZAWADZKI, M.; PAES, R. L. “Análise de cenários como uma ferramenta de apoio à decisão: estudo de caso em patrulha marítima”. *Spectrum – Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa*, v. 1, pp. 30-34, 2021. Disponível em: www.revistaeletronica.fab.mil.br/index.php/spectrum.
- COSTA, I. P. DE A.; MAÊDA, S. M. DO N.; TEIXEIRA, L. F. H. DE S. DE B.; GOMES, C. F. S.; DOS SANTOS, M. “Choosing a hospital assistance ship to fight the Covid-19 pandemic”. *Revista de Saúde Pública*, v. 54, 2020. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85090141296&doi=10.11606%2FS1518-8787.2020054002792&partnerID=40&md5=90355a4a86a1b09b1add8956ace15019>.
- DEPARTMENT OF DEFENSE, US NAVY, USG. “21st Century complete guide to naval mine warfare: modern MCM systems, marine mammal systems, dolphins, sea lions, avenger-class, mine countermeasures, mine threat control”. 2017.
- GLOBALDATA. “Mine Countermeasure (MCM) set to be unmanned and autonomous”. Disponível em: <https://www.naval-technology.com/comment/mine-countermeasure-mcm/>. Acesso em: 30 dez. 2021.
- GROUP, E. A18-M: A NEW GENERATION OF AUV LEVERAGING ON A LONG-LASTING EXPERTISE. Disponível em: <https://www.ecagroup.com/en/solutions/a18-m-auv-autonomous-underwater-vehicle>. Acesso em: 3 dez. 2021.
- JAIN, S. K.; BORA, S.; SINGH, M. “A Review Paper on: Autonomous Underwater Vehicle”. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, v. 6, n. 2, pp. 38-40, 2015. Disponível em: <http://www.ijser.org>.
- KONGSBERG. “Hydroid Remus 6000 AUVs aid in discovery of Air France flight 447 wreckage”. Disponível em: <https://www.kongsberg.com/no/maritime/about-us/news-and-media/news-archive/2011/hydroid-remus-6000-auvs-aid-in-discovery-of-air-france-flight-447-wreckage/>. Acesso em: 4 jan. 2022.

- L3HARRIS. IVER4 900 UNMANNED UNDERWATER VEHICLE (UUV). Disponível em: https://www.l3harris.com/sites/default/files/2020-07/ims_maritime_datasheet_oceanserver_Iver4-900-Spec-Sheet.pdf. Acesso em: 12 dez. 2021.
- MAËDA, S. M. DO N.; COSTA, I. P. DE A.; SANTOS, M. DOS; GOMES, C. F. S. “Economic and edaphoclimatic evaluation of Brazilian regions for African mahogany planting - an approach using the SAPEVO-M-NC ordinal method”. (The International Conference on Information Technology and Quantitative Management (ITQM), Org.), 2021a. Chengdu: The International Conference on Information Technology and Quantitative Management (ITQM), Elsevier – Procedia Computer ScienceProcedia Computer Science.
- MARINHA DO BRASIL. EMA-322: O Posicionamento da Marinha do Brasil nos Principais Assuntos de Interesse Naval. Marinha do Brasil, Estado-Maior da Armada, 2017. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/sites/default/files/ema-322.pdf>.
- MARINHA DO BRASIL. “Política Naval”, p. 47, 2019. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/wp-content/uploads/2019/04/PoliticaNavalMB.pdf>.
- MARINHA DO BRASIL. “Indústria e Economia do Mar navegam juntas”. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/economia-azul/noticias/industria-e-economia-do-mar-navegam-juntas>. Acesso em: 2 dez. 2021.
- MINISTÉRIO DA DEFESA. Plano Nacional de Defesa (PND), 2020. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_.pdf.
- MONTANARI, M.; EDWARDS, J. R.; SCHMIDT, H. “Autonomous underwater vehicle-based concurrent detection and classification of buried targets using higher order spectral analysis”. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, v. 31, n. 1, pp. 188-199, 2006.
- NYAAS, O.; EVANGELIO, A.; YUZICHUCK, G.; SWEENEY, S.; KARAGOZ, AM. NATO Guidance for Developing Maritime Unmanned Systems (MUS) Capability, 2012. Combined Joint Operations from the Sea Centre of Excellence. Disponível em: <https://publicintelligence.net/cjoscoe-mus/>.
- O'DONOHUE, M. “Autonomous underwater vehicles: A Future Capability for the RCN”. *Ocean Engineering*, v. 36, n. 1, p. 1, 2021.
- SOUSA, J. V. N. DE. “Características gerais dos Veículos Autônomos Submarinos”. *Revista Marítima Brasileira*, v. 139, pp. 1-320, out. 2019. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.revistamaritima.com.br/revistas/funcoes-tecnologicas-do-combate>.
- VOGT, R. Guerra de Minas. *Revista Marítima Brasileira*, out. 2019. Rio de Janeiro.
- YONHAP. S. “Korea to develop autonomous underwater mine detector”. Disponível em: <http://www.koreaherald.com/view.php?ud=20201209000131>. Acesso em: 5 jan. 2022.