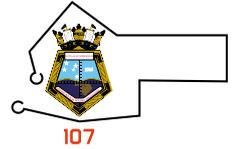




O Periscópio



ANO LXXII - Nº 72 - 2021

CHEGAMOS AO FUTURO!

A Força de Submarinos chega à Base da Ilha da Madeira em Itaguaí



Mergulho profundo saturado na Marinha do Brasil

Pág. 22

O Emprego de Submarinos contra as Ameaças Híbridias

Pág. 34

Uma visão de futuro sobre a automação da nova geração de submarinos brasileiros e o Fator Humano

Pág. 60



Caro leitor, é com grande satisfação e orgulho que apresentamos a edição nº 72 da Revista “O Periscópio” com as atividades da Força de Submarinos.

O Centro de Instrução e Adestramento Almirante Áttila Monteiro Aché (CIAMA) é responsável pela produção da revista desde sua primeira edição em 1962. Nosso objetivo é divulgar as atividades desenvolvidas no ano anterior pelo Comando da Força de Submarinos nas áreas de Submarino, Mergulho, Mergulho de Combate, Medicina Submarina e Psicologia de Submarino e disseminar os conhecimentos obtidos em intercâmbios, cursos e estágios no exterior pelos militares.

Este periódico é registrado na Biblioteca Nacional sob o número de ISSN 1806-5643, com periodicidade anual, gratuita e nos formatos impresso e digital. Os anos anteriores também estão disponíveis em meio digital na página do CIAMA.

Aproveitamos a oportunidade para agradecer aos colaboradores e autores que dedicaram o seu tempo para tornar esta edição possível. Esperamos manter esta parceria nos próximos anos!

Se você deseja ser um autor da revista divulgando uma experiência ou descoberta sobre as atividades de Submarino, Mergulho, Mergulho de Combate, Medicina Submarina, Psicologia de Submarino ou outro tema de caráter científico-militar, envie seu artigo e fotos para adriana.carvalho@marinha.mil.br. Seu trabalho será analisado pelo Conselho Editorial e, ao ser aprovado, estará na próxima edição.

O regulamento do concurso é divulgado em Boletim de Ordens e Notícias – Especial da Diretoria de Comunicações e Tecnologia da Informação da Marinha, e consiste basicamente nas seguintes regras:

- O trabalho deverá ser original;
- O autor deverá encaminhar o trabalho com o seu nome, posto/graduação, OM em que serve e contatos de e-mail e telefônicos;

- Os trabalhos deverão ser enviados eletronicamente, utilizando processador de texto “Writer”, configurados em folha tipo A4, em espaçamento simples, fonte “Times New Roman”, tamanho 12, e com o máximo de seis (6) páginas de texto (contadas ainda sem imagens);
- Os artigos deverão ter imagens que ilustrem e enriqueçam os assuntos, anexadas ou inseridas no próprio texto. Contudo, é importante ressaltar que as fotos deverão vir em arquivos separados na resolução abaixo indicada, evitando, assim, problemas durante a diagramação;
- As fotos, gráficos ou ilustrações deverão ter a resolução mínima de 400 dpi ou 3MB em formato “JPG” ou “TIFF”, a fim de permitirem a sua publicação;
- A inclusão do trabalho na revista implica na cessão ao CIAMA e, conseqüentemente à Marinha do Brasil, de todos os direitos de utilização dos textos e imagens enviados, para divulgação das atividades da instituição, inclusive em sítios da Internet; e
- Poderão enviar artigos os militares da MB e de outras Forças, da ativa e veteranos, oficiais de Marinhas amigas e de Forças Armadas estrangeiras, além de funcionários civis da MB e leitores da sociedade civil.

Contato no expediente da revista: adriana.carvalho@marinha.mil.br

USQUE AD SUB ACQUAM NAUTA SUM!

Adriana Carvalho dos Santos

Primeiro-Tenente (RM2-T)

Editora-chefe





A Marinha do Brasil opera abaixo d'água em três áreas: submarinos, mergulho e mergulho de combate. Todas as três têm íntima relação de independência, com história comum, escrita a partir de Mocanguê Grande, pela Força de Submarinos, por aqueles que são responsáveis pelas fantásticas façanhas abaixo da superfície, todos submarinistas.

A revista “O Periscópio” vem atuando como repositório de discussões de relevância nesse ambiente. Com os anos, foi ganhando a preferência de oficiais e praças para a publicação de um número crescente de artigos acadêmicos, dando maior robustez ao periódico, que vem sendo, cada vez mais, utilizado como referência de conhecimento.

O ano de 2021 marca a transferência do Comando da Força de Submarinos para o Complexo Naval de Itaguaí. Operando agora a partir de duas posições, Mocanguê Grande e Itaguaí, e com a proximidade da incorporação à Armada do Submarino Riachuelo, a Força aproa, efetivamente, o futuro. Desde a última edição desta revista, atmosfera de mudança foi preponderante no dia a dia dos submarinistas, o que pode ser verificado pelo maior número de artigos relacionados à operação de submarinos. Fala-se de Gestão do Conhecimento, tema que, como é hoje encarado pela Força, chegou à Mocanguê como *spill over* do PROSUB; fala-se dos submarinos convencionais do futuro; fala-se em aplicação do Fator Humano. Mas, também se fala de mergulho e mergulho de combate, desde a operação até temas relacionados à fisiologia.

Esta edição de 2021 vem mostrando modernidade. Indica, subliminaramente, como se discutiu o futuro no último ano, e como se procurou indicar os alicerces, de história e tradição, da Força de Submarinos. Convido o leitor para, mais uma vez, mergulharmos junto aos Marinheiros Até Debaixo D'Água!

USQUE AD SUB ACQUAM NAUTA SUM!

Thadeu Marcos Orosco Coelho Lobo

Contra-Almirante

Comandante da Força de Submarinos

P446 O Periscópio.
ano 72, n.72, 1986 –
Niterói: Comando da Força de Submarinos, 1986 -
v.: il.. - Anual.
ISSN 1806-5643
Editada pelo Centro de Instrução e Adestramento Áttila
Monteiro Aché.

1. Marinha. 2. Submarino. 3. Mergulho. 4. Operações especiais. 5.
Medicina submarina. 6. Psicologia de submarino. I. Título. II. Brasil.
Comando da Força de Submarinos. III. Centro de Instrução e
Adestramento Almirante Áttila Monteiro Aché.

623.8257

Elaborado por Adriana Carvalho dos Santos, CRB-7 nº6114.



VERSÃO ELETRÔNICA

https://www.marinha.mil.br/ciama/sites/files/upload/periscopio_2021.pdf

As opiniões, os fatos e as fotografias/imagens descritos nos artigos são de inteira responsabilidade de seus autores e podem não coincidir com a opinião do Comando da Força de Submarinos.

DISTRIBUIÇÃO GRATUITA



Nossa Capa: Foto aérea da Base de Submarinos da Ilha da Madeira, Submarino Riachuelo, Bandeira Nacional no NSS Guillobel e NSS Guillobel

Thadeu Marcos Orosco Coelho Lobo
Contra-Almirante
Comandante da Força de Submarinos

Luis Antonio de Menezes Cerutti
Capitão de Mar e Guerra
Comandante do CIAMA

COORDENAÇÃO

Primeiro-Tenente (RM2-T) Adriana Carvalho dos Santos

COLABORAÇÃO

Capitão de Mar e Guerra Fábio Marçal Maltez
Capitão de Mar e Guerra Michael Bilac Barbosa de Oliveira
Capitão de Mar e Guerra Elgício Guimarães de Moura
Capitão-Tenente (IM) Thais Ayres Príncipe Oliveira
Capitão-Tenente (AA) Emilson João Dorbação Gonçalves
Capitão-Tenente (RM2-S) Kelly Faria Simões
Capitão-Tenente (RM2-T) Amanda Moraes Silva Chaves
Primeiro-Tenente (RM2-T) Antonia Clécia Teixeira da Silva Reis
Primeiro-Tenente (RM2-T) Mariana Castro da Cunha
Primeiro-Tenente (IM) Luís Roberto Plácido Semana
Primeiro-Tenente (RM2-T) Ana Paula Rodrigues Perlamagna
Primeiro-Tenente (RM2-T) Liliane dos Santos Trindade Dettogni
Suboficial RM1-ET Ariosvaldo Rodrigues
Primeiro-Sargento PL Diego Santos Ferreira
Segundo-Sargento MG Rodrigo da Silva Leal
Terceiro-Sargento MA Eric Fontenelles da Silva
Cabo PL Saulo Fernandes Campos Vieira
Cabo CN Joni Brian Torres Ferreira

REVISÃO ORTOGRÁFICA E GRAMATICAL

AR Textos

DIAGRAMAÇÃO

Acará Estúdio Gráfico | www.acara.com.br

IMPRESSÃO

Hawaii Gráfica e Editora Ltda.

SUMÁRIO

OPERATIVO

A visão de um comandante de submarino	8
<i>CMG Fernando de Luca Marques de Oliveira</i>	
Os desafios para o mergulhador de combate após 40 anos.....	14
<i>SO-MG Joelliton Melo de Souza</i>	
SSBN Classe Akula, o monstro dos mares da Guerra Fria	16
<i>CT Phillippe Conan Santa Rosa</i>	
Mergulho profundo saturado na Marinha do Brasil.....	22
<i>CT Bruno Pacelli Carvalho da Cunha</i>	
Serviço de Mergulho e Escafandria da Base Almirante Castro e Silva, ainda a melhor solução!.....	26
<i>CT Phillip da Silva Mendes</i>	
Submarinos convencionais da próxima década.....	30
<i>1T Lauro Jorge Barbosa Lima</i>	
O Emprego de Submarinos contra as Ameaças Híbridas	34
<i>CT Saul Alves da Gama Júnior</i>	
Cours de Formation Initiale de Sous-Marinier 2020	36
<i>CT Felipe Gomes Fontes</i>	

CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Tecnologia LIDAR: evoluções para a guerra antissubmarino	40
<i>CF (EN) Ali Kamel Issmael Junior</i>	
Programa de Desenvolvimento de Submarinos e Programa Nuclear da Marinha do Brasil: Promotores da Paz	46
<i>SO-ET Marcos Rodrigues da Silva</i>	

ARTIGO PREMIADO

Uma visão de futuro sobre a automação da nova geração de submarinos brasileiros e o Fator Humano	60
<i>CC (T) Márcia Fernandes Domingues</i>	
<i>CC (T) Patricia Alexandre de Araujo Alves</i>	

ARTIGOS DIVERSOS

Perfil antropométrico e consumo alimentar de alunos do curso de especialização em mergulho.....	52
<i>1T (RM2-S) Mariana Silva Pelosi</i>	
<i>M.Sc Sebastião Sérgio Farias Lima</i>	
A aprendizagem e a neurociência.....	56
<i>CF Marcos Cipitelli</i>	
A Gestão do Conhecimento e a Força de Submarinos do Futuro	68
<i>CMG (RM1-T) Theila Courty Moreira</i>	
<i>GM (RM2-T) Fernanda Marques Vieira</i>	

PERISCOPADAS

Atividades do Comando da Força de Submarinos 2021	72
---	----

TECNOLOGIA LIDAR: EVOLUÇÕES PARA A GUERRA ANTISUBMARINO



Capitão de Fragata(EN) Ali Kamel Issmael Junior

1. INTRODUÇÃO

É indiscutível que a melhor forma de detecção submarina conhecida ainda é o SONAR (*Sound Navigation and Ranging*). Entretanto, o advento de novas tecnologias não acústicas de sensoriamento, como o LIDAR, um acrônimo para *Light Detection and Ranging*, vem abrindo a perspectiva de se quebrar essa hegemonia ou complementá-la.

O propósito deste artigo é apresentar os princípios dessa tecnologia de detecção e a perspectiva de que, com o possível estágio atual da evolução de seu desenvolvimento, o LIDAR seja uma ameaça que mereça atenção e ser considerada pela Defesa Nacional para a guerra antissubmarino.

2. A TECNOLOGIA LIDAR

Nos anos 1950, a partir dos fundamentos estabelecidos por Einstein em 1917, Charles Hard Townes e Arthur Leonard Schawlow desenvolveram os conceitos iniciais do que viria ser o *laser*, que significa “amplificação da luz pela emissão estimulada de radiação”, ou, no original na língua inglesa, *Light Amplification Stimulated Emission of Radiation*. O primeiro *laser*, de fato, foi construído em 1960 por Theodore H. Maiman no Hughes Research Laboratories, com base no trabalho teórico de Schawlow e Townes (BIRKELAND, 2009). Conforme explicado por Young (1998), o *laser* é:

[...] um material fluorescente colocado numa cavidade ótica apropriada que, em geral, é composta por dois espelhos, um de frente para o outro. A luz fluorescente não é direcional, mas uma parte da luz emitida pelo material incide nos espelhos e volta passando pela fonte. Se os dois espelhos estão alinhados corretamente e o meio fluorescente é opticamente homogêneo, é possível haver um certo número de reflexões. (YOUNG, 1998).

Young (1998) ainda nos explica que, ao se amplificar a luz que atravessa a substância fluorescente, utilizando um processo chamado de emissão estimulada, essa emissão de luz consegue superar a absorção, mudando as características da emissão da forma difusa e não direcional para um feixe intenso e altamente direcionado, que acompanha a direção do eixo definido pelos dois espelhos e de forma coerente, apresentando, assim, o “efeito *laser*”. A Figura 1 ilustra a criação desse efeito.

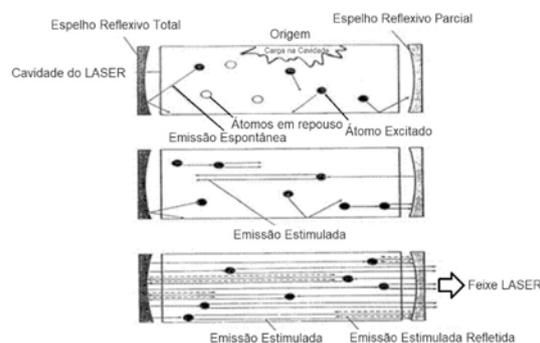


Figura 1: Efeito Laser (HPV ON LINE, 2021)

Desde o trabalho de Maiman, a tecnologia *laser* foi sendo aperfeiçoada, culminando com experiências de utilização do *laser* para levantamentos batimétricos, escaneamento e geração de imagens de superfícies, entre outras aplicações que deram origem, a partir da década de 1970, à tecnologia “LIDAR” (BIRKELAND, 2009).

O LIDAR se trata de uma tecnologia óptica de detecção remota que mede propriedades da luz refletida de modo a obter a distância e/ou outras informações a respeito um determinado objeto distante. O método mais utilizado para determinar a distância a um objeto é a utilização de *laser* pulsado, de modo que a distância do objeto é determinada medindo-se a diferença de tempo entre a emissão de um pulso *laser* e a detecção do sinal refletido, de forma semelhante à tecnologia do

radar, que utiliza ondas de rádio, podendo ser empregada em plataformas móveis ou fixas (BIRKELAND, 2009). A Figura 2 abaixo apresenta uma ilustração básica do LIDAR.

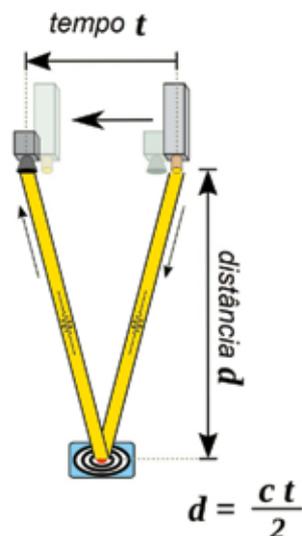


Figura 2: Princípio básico do LIDAR (Imagem adaptada pelo autor, de WIKIPÉDIA, 2021)

Birkeland (2009) indica que o sistema LIDAR, em sua versão avançada, alimenta com a luz um sistema de espelhos que redistribuirá os pulsos como um feixe de varredura, como mostra o diagrama da Figura 3 abaixo.

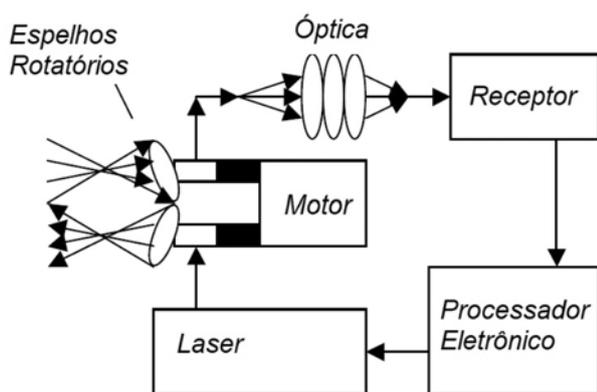


Figura 3: Sistema LIDAR (Imagem adaptada pelo autor, de BIRKELAND, 2009)

Como o LIDAR é um sensor remoto ativo, ele envia sinais à superfície da Terra e registra o sinal refletido, não sendo afetado pela falta de luminosidade, nem por outras variáveis que influenciam na qualidade da análise quando realizada por projeção perspectiva de fotografias aéreas. Entretanto, a tecnologia LIDAR pode ser afetada pelas

limitações de energia do dispositivo (potência), bem como por más condições atmosféricas.

Birkeland (2009) também explana que a taxa de repetição do pulso de laser é um fator-chave no desenvolvimento de um sistema LIDAR eficiente, de modo que, quanto maior a taxa de repetição, mais o LIDAR será capaz de processar uma área maior em menos tempo. Os desenvolvimentos levarão o estado da arte para lasers mais rápidos com taxas de repetição que devem se aproximar de 10.000 Hz, com 5mJ / pulso e larguras de pulso de 1-2 ns (BIRKELAND, 2009). O tamanho, peso e requisitos de energia do equipamento a laser devem diminuir, tornando os sistemas LIDAR mais compactos. Além disso, lasers poderão ser ajustáveis de acordo com as condições ambientais, aumentando as capacidades de detecção. A Figura 4 abaixo mostra um exemplo de imagem LIDAR.

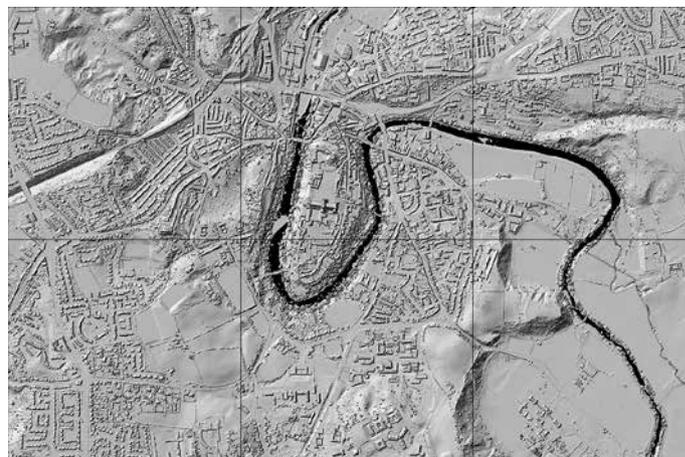


Figura 4: Imagem da cidade de Durham, na Inglaterra, obtida através da tecnologia LIDAR (UK Government, 2015)

O uso do LIDAR com veículos terrestres e aéreos não tripulados já é bem difundido e utilizado para tanto em aplicações civis e militares para monitoramento de cidades, instalações industriais e áreas florestais. O próximo capítulo abordará o seu uso para detecção submarina.

3. O USO DO LIDAR PARA DETECÇÃO SUBMARINA

No caso específico do LIDAR utilizado para detecção submarina, já se encontra patentes desse tipo de aplicação nos Estados Unidos, como, por exemplo, a Patente US5270780A, de 1993, pelo requerente Science Applic

Int Corp [EUA] e pelos inventores Ginaven Robert O., Moran Steven E., e Odeen P. Erik, conforme descrito no sítio de busca de patentes Espacenet (2021): “Um sistema de detecção e alcance de luz (LIDAR) que usa detectores duplos para fornecer imagens tridimensionais de objetos subaquáticos (ou outros objetos ocultos por um meio parcialmente transmissivo).” (Tradução nossa).

Na Figura 5 abaixo é apresentado o diagrama de blocos descritivo do LIDAR sob a patente US5270780A (ESPACENET, 2021):

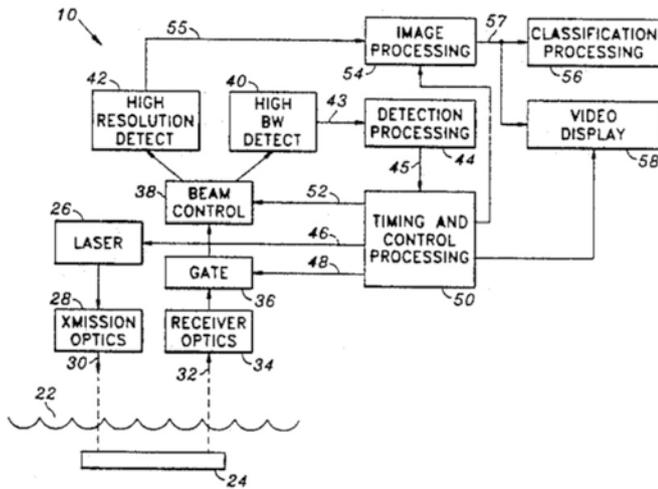


Figura 5: Diagrama de blocos descritivo do LIDAR sob a patente US5270780A (ESPACENET, 2021)

O National Research Council (1997) indica que tecnologias não acústicas podem agregar informações adicionais à detecção acústica de operações submarinas, pelo menos, das seguintes formas:

- Explorar operações submarinas rasas, particularmente quando houver detecção acústica degradada, inibindo assim um adversário de usar uma parte importante de seu envelope operacional e negando-lhe um refúgio seguro da acústica.
- Explorar a assinatura hidrodinâmica de um submarino, que é inevitável sob muitas condições quando o submarino deve se mover para realizar a maioria das missões.
- Contribuir com vislumbres derivados, de forma independente ou de dados de qualidade moderada, para o processo geral de fusão de dados. (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1997, tradução nossa).

O National Research Council (1997) ainda menciona que a detecção submarina não acústica deve ser considerada no contexto de quatro regimes operacionais objetivos:

- Regime 1 – Profundidade do periscópio com mastros ou escopos expostos;
- Regime 2 – Profundidade do periscópio com todos os mastros ou escopos retraídos;
- Regime 3 – Profundidade operacional segura nominal para evitar navios de superfície (cerca de 150 pés); e
- Regime 4 – Profundidades até a nominal de operação ou no fundo do mar.

Especificamente para o LIDAR, o National Research Council (1997) considera possível a detecção submarina para os regimes 1 e 2 e, sob certas condições, o LIDAR pode ainda detectar submarinos no regime 3, considerando o uso de Veículos Submarinos Autônomos (VSA) ou *Unmanned Underwater Vehicles* (UUV).

O uso do LIDAR para detecção submarina por meio de UUVs ou Veículos Submarinos Remotamente Operados *Remotely Operated Underwater Vehicle – ROV*) em aplicações civis já é uma realidade, como pode ser constatado na Figura 6 abaixo, no Sistema Sprint-Mapper da Empresa Sonardyne (2021).



Figura 6: Sistema Sprint-Mapper da Empresa Sonardyne (SONARDYNE, 2021)

Ou seja, embora o LIDAR seja geralmente operado por aeronaves ou por satélites, já se podem encontrar registros do uso do LIDAR com UUVs para uso militar, conforme explica Peck (2016):

O relatório, de autoria do jornalista científico David Hambling para o British American Security Information Council, foi escrito como um relatório informativo para o Parlamento da Grã-Bretanha, que deve considerar a possibilidade de modernizar ou descartar os submarinos com mísseis nucleares Trident do Reino Unido.

“Pequenas plataformas não tripuladas podem transportar muitos tipos de sensores ativos e sonares passivos, detectores de anomalias magnéticas, detecção de esteira, LIDAR, sensores térmicos, baseados em sensores laser ópticos capazes de perfurar a água do mar e outros”, escreve Hambling.

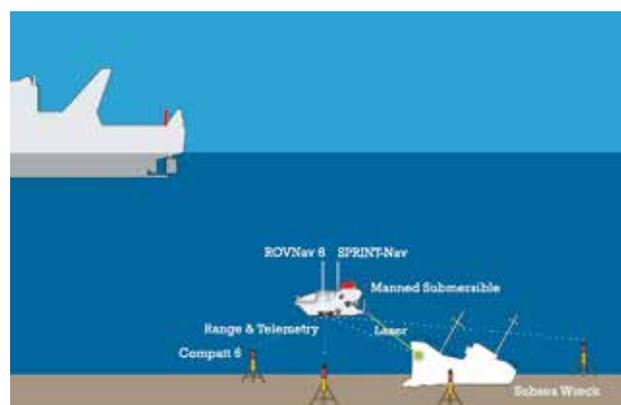
O submarino que pode ser visto por qualquer um desses sensores deixará de ser invisível. Um submarino cuja localização está exposta é altamente vulnerável a ataques instantâneos. Se os submarinos são fáceis de ser detectados, perdem todas as suas vantagens como plataformas de armas estratégicas. (PECK, 2016, tradução nossa).

Mesmo considerando que o uso de veículos autônomos dotados com tecnologia LIDAR seja a escolha natural para a detecção submarina, Hambling (2017) cita o uso por submarinos russos de um sistema chamado SOKS que utilizaria, entre diversos sensores não acústicos, o *laser*:

Sobre esse método destacado no relatório, está o misterioso SOKS soviético, que significa “System Obnarujenia Kilvaternovo Sleda” ou “sistema de detecção de rastro de objeto”. Este dispositivo, instalado em submarinos de ataque russos, rastreia a esteira que um submarino deixa para trás. O SOKS é realmente visível em fotos de submarinos russos como uma série de espigas e copos montados em barbatanas externas. A reivindicação soviética de seguir submarinos sem sonar soava como um típico blefe russo, mas sem saber como (ou se) o SOKS funcionava, uma avaliação realista era impossível. O Pentágono tornou secreta toda essa área de pesquisa e os cientistas simplesmente

não falaram mais sobre isso. Os rumores da Rússia sobre a SOKS foram inconsistentes e muitas vezes contraditórios, com alguns dizendo que o SOKS media mudanças na densidade da água, ou detectava a radiação, ou mesmo usava um sensor *laser*. (HAMBLING, 2017, tradução nossa).

A Figura 7 abaixo apresenta o que seria a localização do SOKS em um submarino de ataque russo e fotos em detalhe:



(a)



(b)

Figura 7: Localização do SOKS em um submarino de ataque russo e fotos em detalhe. (HAMBLING, 2016)

Outro protagonista geopolítico mundial, a China, vem dando indícios de que vem desenvolvendo a tecnologia LIDAR para detecção submarina por meio de satélites. Segundo o site Naval News (2018):

A China está desenvolvendo um satélite com um poderoso *laser* para a guerra antissubmarina e que os pesquisadores esperam ser capaz de localizar um alvo a até 500 metros abaixo da superfície. É a mais recente adição ao programa de vigilância de alto-mar em expansão do país e, além de alvejar submarinos – a maioria opera a menos de 500 metros de profundidade – também pode ser usado para coletar dados sobre os oceanos do mundo. O

Projeto Guanlan, que significa “observar as ondas grandes”, foi lançado oficialmente em maio no Laboratório Nacional Piloto para Ciência e Tecnologia Marinha em Qingdao, Shandong. (NAVAL NEWS, 2018, tradução nossa).

A figura 8 abaixo apresenta uma concepção artística do uso de satélite LIDAR:

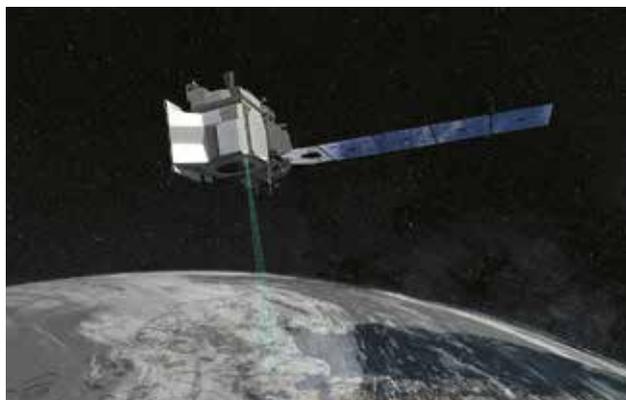


Figura 8: Concepção artística do uso de satélite LIDAR (GALILEU, 2018)

A reportagem da Naval News (2018) alerta que, embora os chineses tenham anunciado suas ambiciosas intenções, o atingimento delas não seria tão fácil. Comparativamente, enquanto a luz escurece mil vezes mais rápido na água do que no ar, e o sol não pode penetrar mais de 200 metros abaixo da superfície do oceano, um poderoso feixe de *laser* artificial deverá ser 1 bilhão de vezes mais brilhante do que o sol. Além disso, as condições ambientais como nuvens e neblina, água turva, e até mesmo existência de vida marinha, como peixes e baleias, pode comprometer os resultados da detecção LIDAR submarina por satélite ou aerotransportada.

Apesar disso, a Naval News (2018) explica que experimentos realizados pelos Estados Unidos e pela ex-União Soviética teriam alcançado profundidades máximas de detecção de menos de 100 metros e que, nos últimos anos, os EUA, em pesquisas financiadas pela Nasa e pela Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA), testaram um dispositivo LIDAR em um avião-espião e obtiveram resultados confiáveis a uma profundidade de 200 metros, detectando alvos tão pequenos quanto minas marítimas.

4. CONCLUSÃO

Este artigo apresentou de maneira não exaustiva e sintética as possibilidades que se abrem para a detecção submarina com a aplicação do LIDAR, abordando seus princípios físicos básicos, aplicações disponíveis e alguns resultados e perspectivas disseminados na internet por protagonistas geopolíticos mundiais como os EUA, Rússia (ex-União Soviética) e China.

Se os resultados apresentados por estas potências são fruto apenas de contrainteligência ou não, o fato é que a tecnologia LIDAR é uma realidade que pode ser evoluída, nos próximos anos, para o atingimento de objetivos estratégicos na área de guerra antissubmarina, configurando-se como um quadro adverso às Forças Armadas que não dispuserem de meios para dominar e construir estes dispositivos ou, ao menos, se oporem à ameaça que eles representam.

Dessa forma, este cenário acena que, em curto ou médio prazo, serão necessários investimentos no estudo e na produção de sistemas LIDAR para uso das nossas Forças Armadas, de forma autóctone, bem como de contramedidas ao seu uso em oposição aos nossos meios submarinos.

REFERÊNCIAS

- BIRKELAND, John Olav. **The potential of LIDAR as an antisubmarine warfare sensor**. MPhil(R) thesis, University of Glasgow, 2009. Disponível em: <http://theses.gla.ac.uk/1252/>. Acesso em: 17 jan. 2021.
- ESPAENET. **Patent US5270780A - Dual detector lidar system and method**. 1993. Disponível em: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/025056138/publication/US5270780A?q=US5270780>. Acesso em 17 jan. 2021.
- HAMBLING, David. Revelado dispositivo russo sigiloso de rastreamento de submarinos nucleares. Blog **Poder Naval**. 24. out. 2017. Disponível em: <http://www.naval.com.br/blog/2017/10/24/revelado-dispositivo-secreto-russo-de-rastreamento-de-submarinos-nucleares/>. Acesso em 17 jan. 2021.

HPV ON LINE. Histórico e física do laser. **HPV Online By MEB Studio**. 2021. Disponível em: <https://hpvonline.com.br/sobre-hpv/hpv-e-laser/historico-e-fisica-do-laser/>. Acesso em: 17 jan. 2021.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Technology for the United States Navy and Marine Corps, 2000-2035 Becoming a 21st-Century Force: Volume 7: Undersea Warfare**. National Research Council. Committee on Technology for Future Naval Forces. National Academy of Sciences. 124 pages, 1997. Disponível em: <https://www.nap.edu/catalog/5867/technology-for-the-united-states-navy-and-marine-corps-2000-2035-becoming-a-21st-century-force>. Acesso em: 17 jan. 2021.

NAVAL NEWS. China is developing a satellite with a powerful laser for anti-submarine warfare. **Naval News**. 2. out. 2018. Disponível em: <https://navalnews.net/china-is-developing-a-satellite-with-a-powerful-laser-for-anti-submarine-warfare/>. Acesso em 17 jan. 2021.

PECK, Michael. **Have Lethal Swarming Drones Made Submarines Obsolete?** The National Interest. March 6, 2016. Disponível em: <https://nationalinterest.org/feature/have-lethal-drones-made-submarines-obsolete-15412>. Acesso em: 17 jan. 2021.

SONARDYNE. **SPRINT-Mapper – Underwater Mobile Scanning**. Sonardyne. 2021. Disponível em: <https://www.sonardyne.com/app/uploads/2016/12/Sonardyne-SPRINT-Mapper.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2021.

UK Government. **Imagem da cidade de Durham, na Inglaterra, obtida através da tecnologia LIDAR**. Environment Agency LIDAR terrain data. 2. out. 2015. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/LIDAR#/media/Ficheiro:LIDAR_image_of_the_City_of_Durham,_1m_resolution,_with_buildings.tiff. Acesso em 17 jan. 2021.

YOUNG, Matt. **Óptica e lasers**. Traduzido por Yara Tavares. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1998.