

A EVOLUÇÃO DO SONAR NA FORÇA DE SUBMARINOS



Suboficial OS Almir Alves Teixeira Junior

1. INTRODUÇÃO

O SONAR (do inglês *SOund NAvigation and Ranging*) é um equipamento que funciona a partir da emissão de pulsos sonoros, que se chocam no obstáculo e retornam à fonte, em forma de eco para a detecção e localização de objetos no fundo dos oceanos.

Leonardo Da Vinci (1452–1519) em 1490 utilizou um tubo inserido na água e colocou o ouvido na outra extremidade, a fim de ouvir o som das embarcações. Daniel Colloden (1802–1893) em 1826 usou um sino subaquático no Lago de Genebra, Suíça, para calcular a velocidade do som na água. A temperatura da água no momento do teste

era de 8 °C, e a velocidade do som na água obtida foi de 1.435 metros por segundos. Esta pesquisa levou à invenção de outros dispositivos de maneira a robustecer tão significativo equipamento, o sonar, o que consequentemente, pelo avanço tecnológico do período, motivou outras pessoas a se dedicarem a tais inventos em prol desta nova descoberta no segmento marítimo.

Em 1906, Lewis Nixon (1861–1940) inventou o primeiro dispositivo de escuta com a finalidade de detectar icebergs. A colisão do HMS Titanic com um iceberg durante sua viagem inaugural em 15 de abril de 1912 e os afundamentos de navios aliados devido a ataques de submarinos alemães durante a Primeira Guerra Mundial, revelaram a importância do estudo da acústica subaquática para a detecção de objetos submersos. Dessa forma, entre 1914 e 1918, o desenvolvimento do Sistema Sonar ganhou um grande impulso pela necessidade de aprimorar a detecção e localização de objetos ou meios submersos, principalmente, àqueles que tinham em sua origem natural o ferro e o desprendimento de ondas eletromagnéticas de maneira a refletir o pulso demandando de uma fonte externa, no caso um navio emitindo os pulsos de som na água do mar, com a finalidade de obter um retorno destes mesmos pulsos para que assim se confirmasse a detecção submarina.

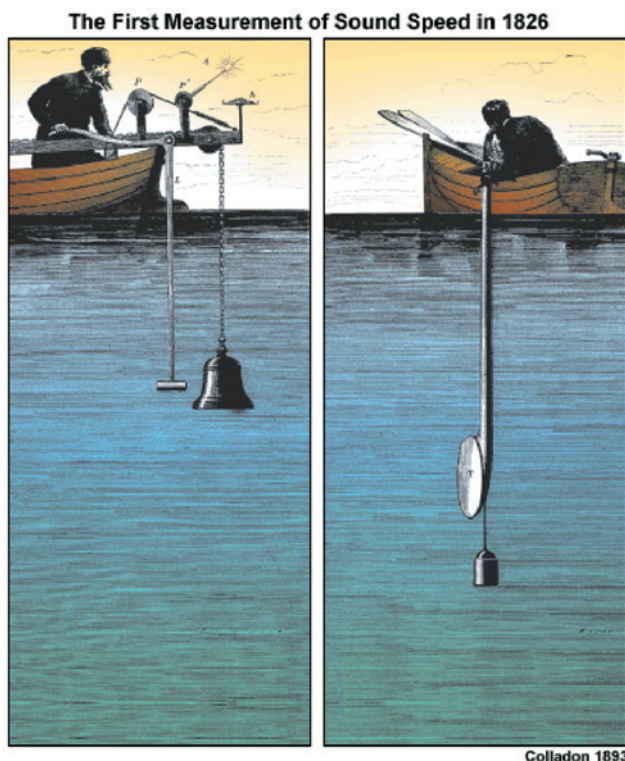


Figura 1: Fonte: cmatc. Disponível em: <http://stream1.cmatc.cn/pub/comet/MarineMeteorologyOceans/IntroductiontoOceanAcoustics/comet/oceans/acoustics/print.htm>. Acesso em: 14 fev.2023.

2. OS SONARES DE SUBMARINOS NA MARINHA DO BRASIL

Com o programa naval de 1910¹, a Marinha do Brasil (MB) recebeu, entre eles, três submersíveis italianos da classe Foca, chamados de F1, F3 e F5. Eram submersíveis costeiros, para proteção de porto, adestramento da guarnição e não contavam com equipamentos sonar.

¹ A esquadra de 1910, como é conhecida, foi composta de 2 encouraçados Dreadnought de 20 mil toneladas, três encouraçados de 13 mil toneladas e três cruzadores-encouraçados em torno de 9,5 mil toneladas, contratorpedeiros, torpedeiros e 3 submarinos.

A partir da incorporação do Submarino da classe Balila, de origem italiana, incorporado em 1929, chamado de submarino de Esquadra Humaytá, foi o primeiro meio naval com um equipamento de escuta submarina: o ecossondador ultrassonoros atlas, que era capaz de realizar missões de minagem.

Em 1937, a incorporação dos submarinos classe Perla, de origem italiana – Submarinos Tupy, Tymbara e Tamoyo – possibilitou o acesso aos equipamentos de escuta submarina: o transmissor R516A e o amplificador R523B.

Após a Segunda Guerra Mundial, no ano de 1957, uma nova classe de submarinos estadunidenses foi recebida, os Fleet-Type I – Submarinos Humaitá e Riachuelo –, e, em 1963, os Fleet-Type II – Rio Grande do Sul e Bahia. Essa nova classe operava com o sonar passivo JP1 e o sonar WCA, que ampliaram a capacidade de dissuasão da Força de Submarinos, porque apresentavam uma evolução na capacidade

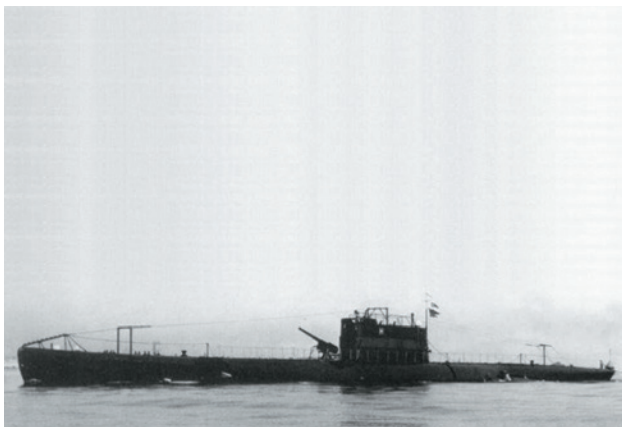


Figura 2: Submarino Humaytá. Fonte: Submarino Humaytá. Disponível em: <https://www.naval.com.br/ngb/H/H012/H012.htm>. Acesso em 23 fev. 2023.

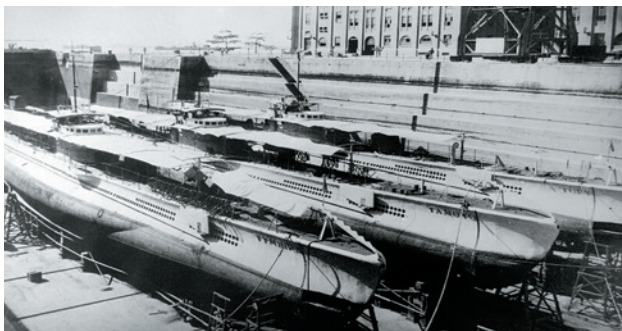


Figura 3: Os três submarinos Classe Perla docados no Arsenal da Marinha. Fonte: DPDHM.

de detecção do sonar. Tornava-se possível o ataque mergulhado abaixo da cota periscópica (profundidade em que é possível visualizar os contatos de superfície, mesmo mergulhado) sob orientação apenas de sonar (ataque sonar), já que as outras classes mais antigas só podiam atacar na cota periscópica. O recebimento dessa classe foi marcado por uma nova organização da flotilha de submarinos, o que permitiu inserir novos modos de operação a esta tão singular classe de navios na Esquadra Brasileira, tornando-a ainda mais pujante em relação a forças marítimas de outras nações, principalmente ao hemisfério sul, onde a partir de 1963 passou a ser chamada de Força de Submarinos e foi criada a Escola de Submarinos como organização militar autônoma dentro da estrutura orgânica do Ministério da Marinha.

Do mesmo modo, em 1972, a Marinha recebe uma nova classe de submarinos, os Classe Guppy II – Submarinos Guanabara, Rio Grande do Sul, Bahia, Rio de Janeiro, Ceará – e os Classe Guppy III – os Submarinos Goiás e Amazonas – dos Estados Unidos –, que operavam com o sonar passivo *AN/BQR-2B EDO CORP*, sonar ativo e passivo *AN/BQS-4C EDO CORP*, ecossondador *AN/UQN-1B*. Esta classe de submarinos trouxe como grande novidade o Esnórquel – sistema que permite a recarga das baterias, a carga de ar, a renovação do ar ambiente, aumentando a autonomia dos submarinos.

Em 1973, foram incorporados os submarinos ingleses da classe Oberon – os submarinos Humaitá, Tonelero e Riachuelo. Eram equipados com sonar *THORN EMI TYPE 187CA* de média frequência, passivo e ativo, um sonar de baixa frequência com os hidrofones instalados na lateral do submarino, um sonar ativo de 10 khz e um sonar passivo de curta distância, normalmente usados na cota periscópica, para ter uma melhor penetração nas coberturas de sonar efetuadas por navios de superfície – Fragatas, Contratorpedeiros, Corvetas – bem como em detecção de torpedos ou em rastreamento de helicópteros.

Em 1997, o Submarino Tonelero – S21 – completou um período de reparos, quando teve substituído o sistema de sonar *THORN EMI Type 187* pelo *ATLAS CSU 90-61*, que também foi integrado ao Sistema de Direção de Tiro (TIOS), iniciando-se a integração entre as profissões do Operador Sonar e a Direção de Tiro. Essa obra foi realizada pelo Arsenal de Marinha no Rio de Janeiro (AMRJ) e pelo Centro de

Eletrônica da Marinha (CETM), proporcionando um grande avanço para a construção naval, em especial, ao AMRJ.

Em atenção ao Programa de Reaparelhamento da Marinha, em 6 de maio de 1989, foi incorporado à MB o primeiro submarino de origem alemã, o IKL-209 1400, Submarino Tupi. Os demais, Tamoio, Timbira e Tapajó, foram construídos no AMRJ. Eram equipados com o sonar *Atlas Elektronik Compact Sonar for U-boat – CSU-83/1*. Este sonar tem como principal objetivo a detecção passiva de navios de superfície, submarinos e aeronaves com sonar aerotransportado. O sonar CSU-83/1 consiste de diversos sonares integrados, com processamento central computadorizado e operado a partir de dois consoles localizados no compartimento de comando. O sistema contém os seguintes sonares: um sonar ativo – *Cilindric Transducer Array – CTA* – de 9khz; um *Intercept Hydrophone Array – IHA*; um *Cylindrical Hydrophone Array – CHA*; e seis *Passive Ranging Sonar – PRS* (três por bordo).

Em dezembro de 2005 foi realizada a Cerimônia de Mostra de Armamento e Incorporação à Armada do Submarino Tikuna. Projetado para prover vigilância panorâmica contínua, detectando navios de superfície, submarinos e aeronaves com sonar aerotransportado, bem como torpedos e sonoboias, um dos mais novos engenhos da detecção e classificação da guerra antissubmarina em prol de uma melhor resolução dos contatos detectados, o sonar ISUS 83-13 consiste de diversos sonares integrados (além do Sistema de Direção de Tiro (SDT)), com processamento central computadorizado e operado a partir de quatro consoles localizados no compartimento de comando. Os principais

modos de operação estão assim classificados: Sonar Passivo Panorâmico (PPS); Sonar Passivo de Interceptação (IPS); Sonar Passivo de Distância (PRS); Processador de Informações Sonar (SIP); e Sonar de Operação Ativa (AOS).

A interação das funções nesta classe de Submarinos possibilitou uma série de combinação entre o SONAR, o GERENCIAMENTO DE ALVOS (“*Track Management*”) e o Emprego do Armamento. O Gerenciamento de Alvos conecta os vários dados dos sensores para a Análise do Movimento do Alvo (TMA), a fim de apresentar a situação tática usando todas as fontes de informações do sistema.

Em 2008, iniciou-se a modernização dos sistemas de combate da classe Tupi e Tikuna, a começar pelo submarino Tapajó. O sistema foi adquirido da empresa Lockheed Martin – EUA –, o Integrated Combat System (ICS), que é um sistema integrado que fornece as funções de comando e controle submarino necessárias para apoiar as seguintes áreas de missão:

- Guerra Antissuperfície (ASUW);
- Guerra Antissubmarino (ASW); e
- Missões de Vigilância Secretas.

Em 2022 foi incorporado o primeiro submarino da classe Riachuelo. Dotado do Sistema *SUBTICS – Submarine Tactical Integrated Combat System* –, tem como grande novidade o sonar *Flank Array*, que possibilita ao submarino obter contatos com maiores distâncias que serão confirmadas por ocasião da avaliação operacional do meio.

Dessa forma, observa-se que os sistemas relacionados ao sonar em submarinos acompanham o progresso/avanço tecnológico mundial, pois há a necessidade de acompanhar



Figura 4: Sonar CSU. Fonte: Marinha do Brasil.



Figura 5: Sistema de Combate ISUS 83-13 do Submarino Tikuna. Fonte: Marinha do Brasil.

as novas tecnologias bélicas a fim de obter vantagem sobre o inimigo. Além disso, há a necessidade de constante qualificação dos operadores para mantê-los atualizados dessas novidades neste segmento profissional militar.

2.1 O primeiro sonar da Marinha do Brasil

A entrada do Brasil na 2ª Guerra Mundial, em cooperação com os países aliados, proporcionou o recebimento de meios e equipamentos estadunidenses. Em 1942 e 1943 foram recebidos os primeiros navios caça-submarinos da Classe *J*, conhecidos como *caça-pau* (por serem construídos em madeira e baixa assinatura magnética), batizados como Javari, Jutai, Juruá, Jacuí, Jaguaribe, Jaguarão e Jundiá. Eram navios um pouco mais apropriados para a guerra antissubmarina (A/S), equipados com sonar AN/QUS-1B; um canhão de 76 mm; duas metralhadoras de 20 mm; duas calhas para lançamento de cargas de profundidade pela popa; quatro calhas para lançamento de cargas de profundidade pela borda; e dois lança-morteiros.

Posteriormente, entre junho a novembro de 1943, chegaram navios maiores, guarnecidos por 64 tripulantes, construídos em chapas de aço, e logo conhecidos como caça-ferros. Foram designados Classe G e batizados como: Gurupi, Guaporé, Guaíba, Gurupá, Guajará, Goiana, Grajaú e Graúna. Melhores do que os caça-paus para o combate a submarinos, eram apropriados à escolta de comboios, dispondo de equipamentos mais modernos, sonar de casco e inclusive radar.



Figura 6: Sistema AN-BYG 501 MOD 1. Fonte: Marinha do Brasil.

Assim, com o recebimento desses meios, aumentaram-se as condições de realizar guerra antissubmarina, incrementando novos *modus operandi* (modo de operação) da MB àquele período de turbulência mundial no cenário marítimo, o que teve também por consequência uma maior evolução no que tange à capacitação de nosso pessoal e à instalação de organizações de apoio e formação, como veremos a seguir.

3. A CAPACITAÇÃO DOS PRIMEIROS OPERADORES SONAR NA MARINHA DO BRASIL

Por consequência do acordo entre Brasil e Estados Unidos, o primeiro brasileiro a ser matriculado na *Fleet Sound*, a Escola de Som da Esquadra, localizada em Key West, no estado da Flórida – EUA, foi o então Capitão-Tenente Luiz Octávio Brasil, oficial pioneiro da Guerra A/S na MB.

A bordo dos navios da MB e com o conhecimento adquirido durante o curso na Flórida, suas contribuições foram tão significativas para o cumprimento das missões que, logo em seguida, a Marinha decidiu enviar para esta escola uma turma completa, composta por seis oficiais e doze praças.

Estes praças possuíram a honra de constituir a primeira turma de Operadores Sonar da Marinha do Brasil. A Escola de Som era um centro de treinamento destinado ao desenvolvimento e ao ensino de técnicas e táticas A/S. Seus currículos eram atualizados de forma dinâmica, contando com informações obtidas diretamente dos ele-

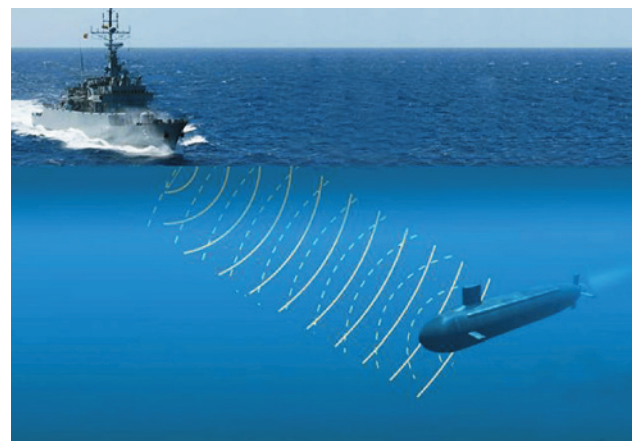


Figura 7: Detecção de um submarino por um navio com sonar ativo. Fonte: <https://www.naval.com.br/blog/2018/01/17/como-funciona-o-sonar-ativo/>. Acesso em 23 fev. 2023.

mentos operativos envolvidos em missões no Atlântico e no Pacífico.

Um fato importante na história da MB e para a profissão do Operador Sonar é que, em 1943, o primeiro Diretor do Centro de Instrução de Guerra Antissubmarino (CIGAS) foi o Capitão de Corveta Luiz Octávio Brasil. No dia 21 de janeiro de 1944, o nome do CIGAS foi alterado para Centro de Instrução de Tática Antissubmarino (CITAS). Finalmente, em 22 de Junho de 1951, o CITAS é renomeado para o atual Centro de Adestramento “Almirante Marques de Leão” (CAAML), em homenagem ao Almirante Joaquim Marques Baptista de Leão, Ministro da Marinha no período de 15 de novembro de 1910 a 11 de janeiro de 1912.

Responsável pela formação dos novos Operadores Sonar, o CAAML acompanhou o desenvolvimento tecnológico e conta com um Sistema de Simulação Tática e Treinamento (SSTT) e diversos recursos instrucionais, para auxiliar nos cursos de carreira e adestramentos dos Operadores e navios da Esquadra, a fim de tornar as aulas mais dinâmicas e parecidas com a realidade em que ambos vão encontrar nas diversas comissões da Marinha.

4. O OPERADOR SONAR

O Operador Sonar opera os equipamentos e dispositivos com a finalidade de detectar navios e submarinos empregando a acústica submarina. Cabe a ele, após a detecção, analisar, classificar e acompanhar o contato assessorando o Comandante na tomada de decisão.

A detecção passiva é baseada no operador que tem por função identificar a diferença entre os ruídos gerados por qualquer tipo de navio e o ambiente. Um operador bem treinado e experiente poderá obter várias informações do padrão de ruído/som de uma embarcação. No entanto, deve-se ter em mente que os resultados da análise auditiva dependem da forma como o operador interpreta subjetivamente os ruídos que ouve.

Com a incorporação dos submarinos classe Riachuelo com o sistema de combate *SUBmarine Tactical Integrated Combat System* (SUBTICS) será necessária uma nova capacitação profissional aos operadores, específica no sonar de baixa frequência, ainda mais por ser uma tecnologia de origem francesa, bem como novas formas de se operar com

tantas riquezas de detalhes da guerra submarina atual, o que demandará uma maior qualificação do militar, exigindo, assim, um conhecimento maior, com mais cursos nos seus centros de formação, através de programas de intercâmbio em outros países e nas trocas de informações operativas com outros centros, por exemplo, o Centro de Suporte ao Sistema de Combate (CSSC).

Outro fator importante é que esse novo sistema é totalmente integrado a computadores e sensores, apresentando uma forma unificada de busca, de detecção, de análise e movimento do alvo e do controle do armamento, oferecendo ao submarino o comando e o controle de funções necessárias à guerra antissubmarina, à guerra antissuperfície e missões de vigilância. A concentração dessas informações vai exigir uma melhor qualificação do operador do sistema, pois será necessária uma revisão curricular para preencher certificações necessárias causadas por esses avanços tecnológicos, por exemplo, operador sonar (nível 01), controlador de armas submarinas (nível 02) e analista de guerra A/S (nível 03).

Assim, o emprego do sonar de baixa frequência vai exigir novas competências ao operador pela sua característica de integração de forma a executar a operação com excelência desde a detecção do contato até o disparo do torpedo, de modo que este aparato de conhecimento profissional forçará uma maior busca pelo conhecimento através da atualização da grade curricular nos centros de formação e nos requisitos e características pessoais desejáveis desses operadores.

CONCLUSÃO

Diante do exposto, nota-se que, a cada classe de submarinos incorporada à MB, novos recursos materiais, doutrinários e de pessoal são introduzidos nas rotinas de bordo, de forma a se adaptar ao novo, acompanhando de perto o avanço tecnológico e os desdobramentos desta tão importante arma para o segmento naval. Ademais, essas alavancagens tecnológicas no decorrer do tempo, a começar por Leonardo Da Vinci no ano de 1490 até os dias atuais, vem otimizando e aperfeiçoando cada vez mais o trabalho ímpar do operador sonar, facilitando a busca, a detecção e a classificação dos possíveis contato submarinos em prol da defesa dos interesses nacionais.

Então, viu-se a importância do sonar como um equipamento vital à guerra antissubmarina, bem como tornou-se

relevante a certificação do operador sonar, o que vem a incrementar a necessidade de um constante aperfeiçoamento para bem corresponder à expectativa gerada por parte da Força (MB) em bem preparar o seu pessoal, agregando mais conhecimento no que tange às revisões curriculares em seus adestramentos, cursos de formação, aperfeiçoamento e subespecialização neste segmento profissional, bem como de igual forma pode ser bem salutar o intercâmbio em outros países que avançam nesta área naval, promovendo, por conseguinte, uma maior interação com os centros de análise de dados acústicos da MB.

Desta forma, na atual conjuntura tecnológica e por meio da incorporação dos novos submarinos classe Riachuelo no cenário regional do hemisfério, pode-se inferir que o Brasil dá um salto significativo em importância dissuasória no ambiente que o circunda, fazendo da Marinha a maior ponta da lança em seus meios, ora impondo a grandeza por estar preocupada em acompanhar as novas doutrinas da guerra antissubmarino, ora mostrando o quanto é importante investir em novos meios e na qualificação de sua tropa. Assim, conclui-se que a História Naval muito nos ensina ao observarmos o caminho percorrido pelas grandes nações que avançaram em grandeza interna e externamente voltadas para o mar, partindo do pressuposto que o investimento no saber para com o seu pessoal e material fizeram toda a diferença na condução da guerra submarina, principalmente, neste tão renomado e importante equipamento que em muito vem se aperfeiçoando no decorrer do tempo: o sonar.

REFERÊNCIAS

- BARROS, Marcelo. Sonar como funciona e suas vantagens para a Marinha. **Defesa em foco**, 25 de Outubro de 2019. Disponível em: <https://www.defesaemfoco.com.br/sonar-o-como-funciona-e-suas-vantagens-numa-marinha/>. Acesso em: 19 jan. 2023.
- BRASIL. Centro de Instrução Almirante e Adestramento Áttila Monteiro Aché. **Manual de acústica submarino**. 2005.
- BRASIL. Centro de Instrução Almirante e Adestramento Áttila Monteiro Aché. **Manual de classificação sonar – Classon**. 2015.
- COUTO, José Alberto Cunha. A Marinha na Segunda Guerra Mundial. **SAGRES**, 2022. Disponível em: https://sagres.org.br/marinha_2gm/. Acesso em: 25 jan. 2023.
- GALANTE, Alexandre. Como funciona o sonar ativo. **Poder Naval**, 17 jan. 2018. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2018/01/17/como-funciona-o-sonar-ativo/>. Acesso em: 19 jan. 2023.
- PEREIRA, Leonardo Pires Black; AGUIAR, Oziel Marçal de. 75 anos do CAAML: passado, presente e futuro. **Revista Passadiço**, Niterói, ano 31, ed. 38, 2018.
- NAVIOS de Guerra Brasileiros. **SE Humaytá**. Disponível em: <https://www.naval.com.br/ngb/H/H012/H012.htm>. Acesso em: 27 jan. 2023.
- OS FLEET-TYPE: Um grande salto tecnológico. **Submarinos do BR**. Disponível em: https://submarinosdobr.com.br/os_fleet_type.htm. Acesso em: 30 jan. 2023.
- NAVIOS de Guerra Brasileiros. S Humaitá – S20. Disponível em: <https://www.naval.com.br/ngb/H/H009/H009.htm>. Acesso em: 30 jan. 2023.
- NAVIOS de Guerra Brasileiros. NV/Naux Javari – M 11/U 18. Classe YMS1. Disponível em: <https://www.naval.com.br/ngb/J/J027/J027.htm>. Acesso em: 30 jan. 2023.
- SONAR e seus operadores. Dezembro de 2012. Disponível em: <https://reitigre.wordpress.com/2012/12/02/sonar-e-seus-operadores/>. Acesso em: 30 jan. 2023.
- PORTO, Gabriella. Sonar. **Infoescola.com**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/tecnologia/sonar/>. Acesso em: 30 jan. 2023.
- UNIVERSITY OF RHODE ISLAND; INNER SPACE CENTER. The first studies of underwater acoustic: the 1800s. **Dosits.org**. Disponível em: <https://dosits.org/people-and-sound/history-of-underwater-acoustics/the-first-studies-of-underwater-acoustics-the-1800s/>. Acesso em: 14 fev. 2023.