



## O EMPREGO DO SISTEMA SONAR FOTOACÚSTICO AEROTRANSPORTADO (PASS) NA GUERRA ANTISSUBMARINO

FOTO: Caiafa Master / Marinha do Brasil  
Composição Fotográfica: 1ºSG Severiano

Capitão de Mar e Guerra (RM1) RICARDO JORGE CRUZ DE **ARAGÃO**

Instrutor da Divisão de Guerra Antissubmarino – CAAML  
Aperfeiçoado em Submarinos

“Se pudermos empregar a luz que se propaga facilmente na atmosfera e empregar o som que se propaga facilmente na água, teremos o melhor dos dois mundos.”  
(FITZPATRICK, 2020)

### INTRODUÇÃO

**P**or ser extremamente furtivo e operar em um ambiente com características físicas complexas como a água do mar, o submarino é um meio difícil de ser detectado. Assim, o emprego coordenado e conjunto de meios de superfície e aéreo é altamente desejável com vistas à sua neutralização.

O sensor clássico empregado na Guerra Antissubmarino (A/S) é o sonar, por meio do qual ondas sonoras são transmitidas e/ou recebidas por hidrofones/transdutores para a detecção, a classificação, o acompanhamento e o ataque a submarinos. Os desafios para execução de tais tarefas são cada vez maiores, uma vez que, nos últimos anos, o alcance dos torpedos do Sistema de Direção de Tiro (SDT), assim como dos sonares empregados pelos submarinos em modo passivo aumentou substancialmente. Como resultado, as táticas A/S mudaram, pois, em vez de realizarem ataques próximos à co-

bertura A/S, os submarinos passaram a se posicionar e lançar seu armamento a maiores distâncias.

Diante desse novo cenário, a já extensa área marítima a ser varrida, tanto pelos meios componentes da cobertura A/S, como por aqueles posicionados à vante dela (piquetes) aumentou substancialmente. Isso tem levado à necessidade de meios A/S capazes de cobrirem áreas maiores no menor espaço de tempo possível, visando impedir que submarinos se posicionem a longas distâncias em condições de colocar o Corpo Principal (CP) ao alcance do seu armamento.

Assim, os meios aéreos A/S, por disporem de capacidade de se deslocarem rapidamente e varrer extensas áreas em curto espaço de tempo, seriam as plataformas ideais nesse novo contexto. Entretanto, alguns obstáculos impedem que as aeronaves de asa rotativa A/S (He A/S) realizem varreduras de forma mais rápida, pois, por exemplo, precisam permane-

cer estáticas em uma área durante o emprego do Sonar de Profundidade Variável (VDS).

Entretanto, o advento de uma nova tecnologia conhecida como *Photoacoustic Airborne Sonar System* (PASS) pode mudar radicalmente esse cenário, uma vez que tende a diminuir substancialmente o tempo de varredura de áreas marítimas por meio dos He A/S.

## A GUERRA A/S E O EMPREGO DOS MEIOS AÉREOS

Submarinos são conhecidos por sua elevada capacidade de dissuasão. A mera suspeita de sua existência operando no litoral é capaz de mobilizar grande quantidade de unidades de superfície e aéreas A/S visando à proteção do tráfego marítimo, assim como da esquadra, notadamente do Corpo Principal (CP). Entretanto, uma vez que o seu poder de dissuasão está calcado em sua capacidade de ocultação na massa líquida, o submarino somente realizará um ataque contra alvos considerados realmente importantes. Essa é a razão principal pela qual o submarino prioriza todas as suas ações no sentido de efetuar o ataque sobre o CP, uma vez que, lançado o torpedo, sua presença e sua posição aproximada serão reveladas. Em contrapartida, essa também é a razão pela qual a esquadra é disposta em uma formatura no sentido de proteger os navios do CP colocando-os no centro, enquanto uma cobertura A/S é disposta em torno daqueles meios.

Sendo assim, a missão das unidades de superfície e aérea envolvidas na guerra A/S é proteger o CP evitando, prioritariamente, que o submarino se aproxime ao ponto de colocá-lo ao alcance do seu armamento e, de forma secundária, localizá-lo e neutralizá-lo.

Nesse sentido, visando impedir a aproximação do submarino, são dispostas à vante da cobertura A/S, mais especificamente na chamada *look zone*, unidades de superfície A/S e He A/S (piquetes) realizando busca avançada por meio do VDS (*Variavel Depth Sonar*), juntamente com aeronaves de asa fixa (Ex P-3) que, por sua vez, realizam varreduras por meio de campos de sonoboias.

Empregadas dessa maneira, a tarefa das aeronaves A/S é fundamental, pois, atuando na “*look zone*”, podem detectar antecipadamente submarinos tanto visualmente na Cota Periscópica (CP) ou em profundidades maiores por meio do VDS ou por sonoboias.

Entretanto, por estar mais afastada do centro da formatura, a área marítima a ser varrida à vante da cobertura A/S possui grande dimensão. Se, por um lado, o tamanho da área não deveria ser um problema para os He A/S, uma vez que se deslocam a grande velocidade, por outro lado a necessi-

dade de permanecerem estáticos em uma posição durante o emprego do VDS reduz o tamanho da área que efetivamente pode ser varrida em determinado espaço de tempo. O resultado é que a probabilidade de detecção é substancialmente reduzida diante da imensa área à vante da cobertura na qual o submarino pode estar.

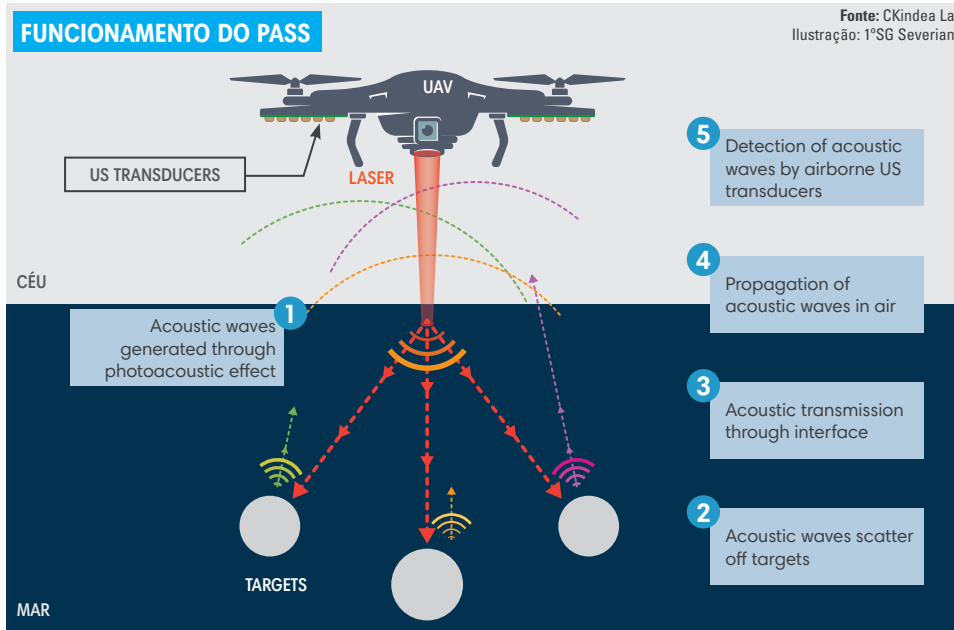
## O ADVENTO DO SISTEMA SONAR PASS

Para solucionar esse problema, uma equipe da Universidade de Stanford, liderada por Aidan Fitzpatrick, está desenvolvendo nova tecnologia chamada *Photoacoustic Airborne Sonar System* (ou Sistema Sonar Fotoacústico Aerotransportado – PASS). Seu princípio se baseia no efeito fotoacústico, descoberto pela primeira vez por Alexander Graham Bell no final dos anos 1800, que ocorre quando a luz, ao ser absorvida por um objeto, provoca uma expansão térmica. Como resultado, o objeto emite ondas sonoras (ultrassom) que podem ser detectadas por um transdutor.



Usando esse princípio, o PASS, a partir de uma aeronave, dispara um laser sobre a água do mar provocando uma expansão térmica em sua superfície que, por sua vez, produz ondas sonoras que se espalham na massa líquida. Essas ondas sonoras se comportam de forma similar às ondas produzidas por hidrofones, sendo que, após refletirem em objetos na massa líquida, retornam à superfície da água do mar e continuam a se propagar pelo ar até serem detectadas pelos transdutores do PASS.





outro lado a grande dimensão da área a ser varrida dificulta a sua localização. Além disso, o emprego do VDS exige que os He A/S permaneçam estáticos em uma posição durante o seu uso, o que restringe o tamanho da área efetivamente varrida.

Na guerra A/S atual, é de grande importância a detecção de submarinos na *look zone*, pois é nessa região à vante da cobertura além da linha do horizonte que esses meios iniciam a aproximação em relação à FT inimiga, aprimoram a solução de tiro e efetuam o lançamento do seu armamento.

Embora nesse processo haja grande perda de energia – (90%) da onda eletromagnética produzida pelo laser, quando da transição do ar para a massa líquida – ainda sim o valor remanescente é maior do que o proveniente de transdutores na atmosfera. Essa energia remanescente ainda é suficiente para sensibilizar os transdutores do PASS que possuem, acoplados a eles, componentes eletrônicos (chip) com softwares que transformam o sinal recebido em imagens tridimensionais dos objetos captados na água. Além disso, o PASS também possui algoritmos que corrigem a alteração da direção dos raios sonoros ocasionada pela refração resultante da mudança de densidade entre a água e o ar (lei de Snell).

Essa técnica revolucionária está em fase experimental, porém os testes têm-se mostrado promissores e suas perspectivas de uso em nível comercial, a médio prazo, são muito boas.

### O EMPREGO DO SISTEMA SONAR PASS NA GUERRA A/S

Uma vez que o PASS é operado a partir da superfície, seu emprego é indicado para uso a bordo de aeronaves A/S, mais especificamente para os He. Em se concretizando o seu uso comercial, o emprego do PASS aumentará substancialmente a dimensão da área marítima que poderá ser varrida pelos He A/S, notadamente à vante da cobertura A/S.

Nessa imensa área, onde se encontra a *look zone*, o submarino tende a operar na Cota Periscópica (CP), a fim de maximizar a possibilidade de detecção da Força-Tarefa inimiga por meio de varreduras visual (periscópio), radar e mage. Se, por um lado, nessa condição (CP), a probabilidade de detecção do submarino, principalmente pelos He A/S, seja maior, por

Pelas razões expostas acima, a incorporação do PASS nos He A/S seria de grande importância, pois aumentaria o tamanho da área varrida em um menor espaço de tempo ao aliar a sua grande mobilidade sem a necessidade de permanecer estático em uma área, como ocorre quando empregado o VDS. Como resultado, a probabilidade de detecção de submarinos na *look zone* pelos He A/S empregados como piquetes aumentaria substancialmente.

### PERSPECTIVAS FUTURAS DE EMPREGO DOS MEIOS A/S COM O SISTEMA SONAR PASS

No cenário atual da guerra A/S, os engajamentos estão sendo realizados além da cobertura A/S, o que torna vital a detecção antecipada de submarinos na *look zone*. Sendo uma área imensa a ser varrida, é primordial o emprego de aeronaves A/S como piquetes além das unidades de superfície. Desse modo, fica claro que a entrada do sistema sonar PASS será grande avanço no sentido de aumentar a probabilidade de detecção de submarinos antes que estes consigam se posicionar para realizar o ataque.

Essa probabilidade pode ser maior ainda caso o PASS seja empregado em UAVs *Unmanned Aerial (Vehicle)*, ou seja, Veículos Aéreos não Tripulados, como já aventado pela Organização do Tratado do Atlântico Norte (Otan).

Em um estudo recente (2018), o *Combined Joint Operations from the Sea Centre of Excellence (CJOS COE)* da OTAN vislumbrou que Sistemas Marítimos não Tripulados (MUS – *Maritime Unmanned System*), mais especificamente os UAV, poderiam ser empregados na guerra A/S à vante da cobertura.

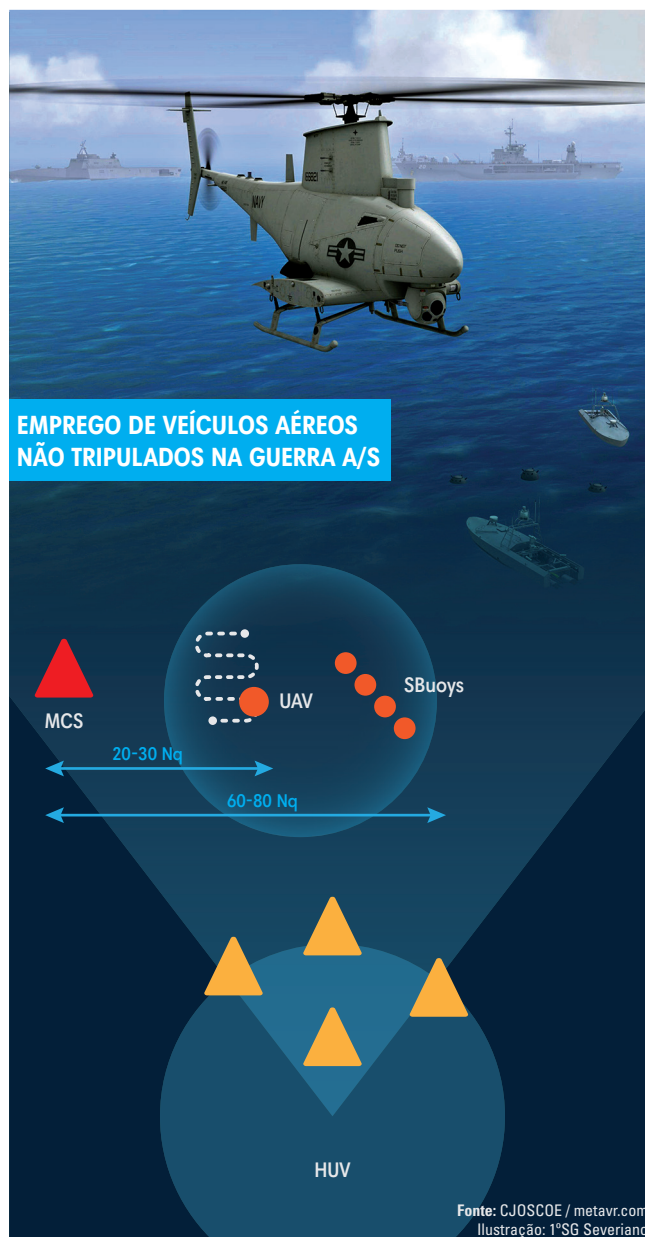
Devido ao avanço da tecnologia, segundo a Otan, até 2025, a confiabilidade dos UAV A/S atingirá nível que permitirá o emprego militar desses meios, os quais, caso sejam dotados do Sistema Sonar PASS, poderão, juntamente com os HE A/S, levar a um outro patamar a guerra A/S em favor das unidades de superfície.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

À medida que a tecnologia avança, os cenários da guerra naval tendem a mudar radicalmente. No caso da Guerra Antissubmarino, as novas tecnologias estão levando o *front* cada vez mais para longe do CP e da cobertura A/S, mais especificamente para a chamada *look zone*, ou seja, além da linha do horizonte. Se, por um lado, o aumento do alcance dos torpedos – da melhor performance do SDT, assim como dos sensores do submarino, como o *flank* e *towed array* – deram aos submarinos a possibilidade de realizarem ataques a longas distâncias, por outro lado o aumento do alcance e da confiabilidade dos sonares dos meios de superfície, tais como VDS e *towed array*, têm tornado cada vez mais arriscado ao submarino sua aproximação da cobertura A/S.

Isso tem levado os meios A/S a realizarem varreduras contra submarinos em áreas cada vez mais distantes e, conseqüentemente, com dimensões maiores. Tal mudança demonstra a necessidade do acompanhamento das inovações tecnológicas e suas aplicações na Guerra naval, pois isso impacta diretamente na adequação dos meios ao novo cenário e nas necessárias mudanças da tática naval, mais especificamente na Guerra A/S.

Nesse novo contexto, o emprego do PASS a bordo dos He A/S e UAVs será de grande valia pela sua capacidade de varrer de forma eficiente uma grande área, como a *look zone*, em curto espaço de tempo, redundando em maior e efetiva proteção avançada ao CP contra submarinos.



### REFERÊNCIA:

COMBINED JOINT OPERATIONS FROM THE SEA. **Maritime unmanned systems in ASW**. Washington: CJOSSCOE, 2018. Disponível em: <http://www.cjoscoe.org/infosite/wp-content/uploads/2018/03/CJOS-COE-Maritime-Unmanned-Systems-in-ASW.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2018.

FITZPATRICK, Aidan; SINGHVI, Ajay; ARBABIAN, Amin. An airborne sonar system for underwater remote sensing and imaging. **IEEE Access**, Nova Iorque, v. 8, 2020. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9228880>. Acesso em: 20 abr. 2021.

HAMBLING, David. New sonar sees underwater from the air, promising to transform anti-submarine warfare. **Forbes**, Nova Iorque, 2021. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2021/02/04/new-sonar-sees-underwater-from-aircraft/?sh=6ad9ace769eb>. Acesso em: 20 abr. 2021.

MALKA, Advait. This sonar system could reveal the secrets of the ocean's floors. **Tech Talkers**, [s.l.], 2020. Disponível em: <https://medium.com/techtalkers/this-sonar-system-could-reveal-the-secrets-of-the-oceans-floors-62ade536797b>. Acesso em: 20 abr. 2021.

MARINHA DO BRASIL. Centro de Guerra Eletrônica da Marinha. **Sinopse de guerra acústica e de guerra eletrônica**. Rio de Janeiro: CGAEM, 2021. Disponível em: <http://cgaem.mb/cgaem/arquivos/sinopse/Sinopse%20Fev2021.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021.

NEW photoacoustic airborne sonar system helps image underwater objects. **Azosensors**, [Nova Iorque], 2020. Disponível em: <https://www.azosensors.com/news.aspx?newsID=14221>. Acesso em: 20 abr. 2021.

SAKHARKAR, Ashwini. The photoacoustic airborne sonar system for aerial underwater surveys. **Inceptive Mind**, [s.l.], 2020. Disponível em: <https://www.inceptivemind.com/photoacoustic-airborne-sonar-system-aerial-underwater-surveys/16484/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

THAN, Ker. Stanford engineers combine light and sound to see underwater. **Stanford News**, Stanford, 2020. Disponível em: <https://news.stanford.edu/2020/11/30/combining-light-sound-see-underwater/>. Acesso em: 20 abr. 2021.