

A IMPORTÂNCIA DAS COMUNICAÇÕES PARA OS MEIOS SUBMARINOS: PASSADO, PRESENTE E PERSPECTIVAS TECNOLÓGICAS



Capitão de Corveta (EN) Anderson Silva Soares

1 INTRODUÇÃO

É inegável a importância do mar para a soberania e o desenvolvimento nacional. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 70% da população brasileira vivem na faixa situada até 200 km do litoral. Cerca de 95% do nosso comércio exterior ocorrem por via marítima e 93% da produção do nosso petróleo vêm do oceano. Além disso, o Brasil controla um território marítimo de 3,6 milhões de km², denominado de Zona Econômica Exclusiva (ZEE), o que corresponde a 40% do território brasileiro. Nesse espaço territorial, o país monitora e orienta o tráfego de embarcações, além de ter o direito exclusivo de pesquisa e exploração comercial dos seus recursos existentes. Isso mostra a importância do mar para o Brasil, bem com a necessidade de modernos meios para defesa dessa vasta fonte de recursos econômicos, naturais e humanos.

Para proteger esse patrimônio e garantir a soberania brasileira no mar, a Marinha do Brasil tem investido na expansão de sua força naval. Parte desse investimento está voltada para o Programa de Desenvolvimento de Submarinos (Prosub). O submarino é o meio que, dentre todos, apresenta a melhor relação custo/benefício. Sua vantagem determinante resulta da capacidade de ocultação, o que, em termos bélicos, significa surpresa, um dos grandes fatores de força em qualquer confronto. É por causa dessa superioridade, resultante da capacidade de ocultação, que o submarino se tornou uma arma eficaz para dissuasão e defesa.

Todavia, quando em operação, existem determinadas situações em que um submarino é exposto a determinados riscos, inclusive, com a possibilidade de ser localizado e neutralizado. Situação desse tipo

ocorre em virtude da necessidade de estabelecer comunicação com um dado meio devido à alteração da ordem de batalha ou qualquer anormalidade observada. Para um submarino estabelecer comunicação, ele precisa estar em uma profundidade que permita içar o periscópio, e isso é necessário porque as ondas eletromagnéticas têm baixa penetração nas faixas usuais de comunicações via rádio, situação esta que o expõe a ser detectado pelos mais diversos tipos de sistemas, tais como: radares, equipamentos de medidas de apoio à guerra eletrônica (MAGE), sensores óticos, radares imageadores etc.

De forma a contornar os riscos de exposição mencionados, diversos sistemas de comunicação têm sido desenvolvidos e aperfeiçoados ao longo do tempo no intuito de evitar que o submarino venha à cota periscópica para se comunicar ou receber instruções. Este artigo apresenta uma evolução cronológica dos métodos utilizados, desde a possibilidade do uso de frequências extremamente baixas, passando pelo uso de dispositivos óticos, até as modernas soluções que têm sido apresentadas na atualidade.

2 PROJETO SANGUINE E COMUNICAÇÕES NAS FAIXAS INFERIORES DE FREQUÊNCIA

O Projeto Sanguine foi um dos primeiros projetos voltados para comunicação com submarinos submersos. O Projeto tinha como objetivo transmitir mensagens codificadas na faixa de ELF para os submarinos americanos e britânicos. Ondas eletromagnéticas nas faixas de frequência entre 30 a 300 Hz (faixa conhecida por ELF, do inglês *Extremely Low Frequency*) podem penetrar no oceano a profundidades de centenas de metros, permitindo que os sinais

sejam enviados aos submarinos em suas profundidades operacionais, todavia são necessárias antenas com dimensões da ordem de quilômetros e transmissores com elevada potência. O Projeto Sanguine entrou em operação em 1989 e consistia em uma antena com comprimento de 145 milhas operando na frequência de 76 Hz. Originalmente, as antenas deveriam ser enterradas 6 pés abaixo do solo, por uma questão de condutividade do terreno, mas por razões econômicas não foi possível. Após a instalação, observou-se que levava muito tempo para enviar uma mensagem, em torno de uma hora e meia para transmissão de um único bit. Devido à ineficiência do sistema, aliada aos custos de operação e manutenção, o projeto foi encerrado em 1998.

Após constatada a ineficiência da faixa ELF para comunicações submarinas, foram consideradas frequências mais elevadas. Dessa forma, as faixas de 300 a 3000 Hz (faixa conhecida por VLF, do inglês *Very Low Frequency*) e de 3 até 30 kHz (faixa conhecida por LF, do inglês *Low Frequency*) passaram a ser consideradas. Nessa faixa de frequência, a onda eletromagnética consegue penetrar até 40 metros na água. Todavia, a velocidade de transmissão de dados ainda é reduzida, da ordem de 300 bits por segundo, sendo possível, apenas, o envio de pequenas mensagens de texto. Ainda existem em operação algumas estações VLF/LF de alta potência localizadas ao redor do mundo. A Figura 1 apresenta o posicionamento destas estações.

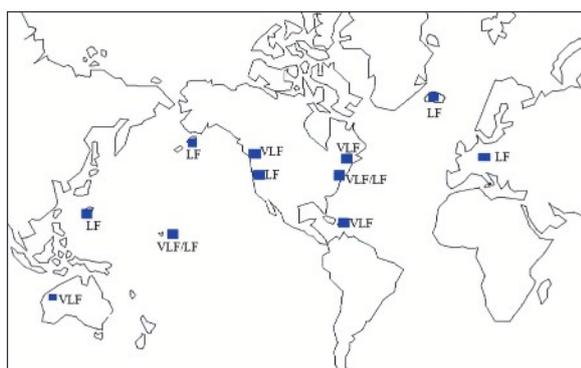


Figura 1: Posicionamento das estações de comunicações submarinas em VLF/LF ao redor do mundo.

2.1 Atualidade: sistemas acústicos e dispositivos ópticos

Face à dificuldade de propagação de ondas eletromagnéticas no mar, aliada à baixa eficiência para transmissão de dados, novas soluções foram adotadas. Dentre tais medidas, está incluso o emprego de sistemas acústicos, tais como hidrofones e dispositivos ópticos para comunicação submarina.

Existem várias maneiras de se comunicar por dispositivos acústicos, e a mais comum é por intermédio de hidrofones. Nesse modelo, ondas acústicas são utilizadas em vez de ondas eletromagnéticas. A comunicação por hidrofones tem baixa taxa de dados, da ordem de kilobits por segundo, entretanto possui grande alcance. Em abril de 2017, o Centro de Pesquisa e Experimentação Marítima da OTAN anunciou a aprovação do protocolo JANUS. Este é um padrão aberto para transmitir informações digitais submarinas que se utiliza de frequências entre 900 Hz a 60 kHz para cobrir distâncias de até 17 milhas.

Outro método de comunicação que merece atenção está relacionado ao uso de instrumentos ópticos. Nesse modelo, informações são transmitidas de um ponto ao outro por intermédio de feixes de luz. Geralmente, são utilizados diodos emissores de luz (LEDs) e dispositivos a laser, pois possuem menor atenuação e fornecem uma taxa de transmissão de dados de dezenas de Mbps. Todavia, o alcance destes dispositivos está limitado a algumas dezenas de metros, face à dispersão do sinal. A Figura 2 apresenta um comparativo com os principais métodos de transmissão de informações utilizadas na atualidade.

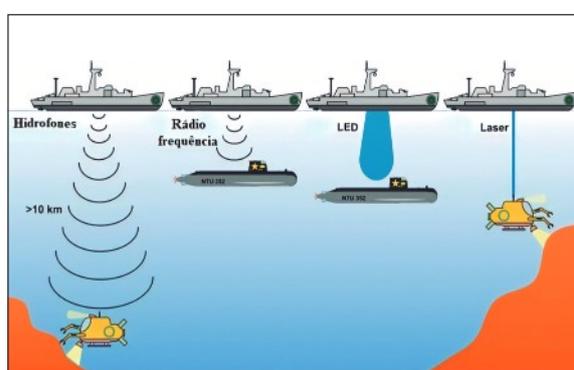


Figura 2: Comparativo com os principais meios de comunicação da atualidade.

3 PERSPECTIVAS TECNOLÓGICAS

Como apresentado nos itens anteriores, ondas acústicas, eletromagnéticas e sensores ópticos são aplicáveis à comunicação com meios submarinos, todavia todos apresentam problemas práticos específicos, seja com relação ao seu alcance ou à reduzida taxa de transmissão de informações. Devido aos problemas mencionados, em 2018, pesquisadores do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (*Massachusetts Institute of Technology – MIT*) desenvolveram um novo meio de comunicação denominado de TARF (do inglês *technology translational acoustic-RF communication*).

Seu princípio de funcionamento baseia-se na conversão do sinal acústico em eletromagnético e vice-versa. Um sinal acústico emitido por um transdutor se propaga no mar como uma onda de pressão. Quando essa onda de pressão atinge a superfície da água, causa uma perturbação ou deslocamento da superfície devido a sua natureza mecânica. Para captar essas variações, um sensor de radiofrequência é posicionado. O processo de comunicação consiste em três fases:

- I. Transmissor: um submarino envia uma informação usando um transdutor acústico padrão, por exemplo um hidrofone. O transmissor utiliza sinais nas frequências de 100 a 200 Hz, faixa de frequência que normalmente é usada para comunicações por submarinos devido à sua baixa atenuação e longo alcance.
- II. Canal: o sinal acústico viaja como uma onda de pressão. Quando essa onda atinge a superfície, causa um deslocamento proporcional a sua magnitude. Essas pequenas vibrações correspondem aos bits transmitidos.
- III. Receptor: acima da superfície, um receptor altamente sensível lê esses distúrbios minuciosos e decodifica o sinal enviado. O sistema transmite um sinal de banda larga na frequência de 60 GHz e modulação em frequência para comunicação com demais elementos acima da superfície d'água.

Submarinos poderiam se utilizar da tecnologia TARF para se comunicar com demais elementos acima d'água, podendo ser estações de rádio terrenas, aeronaves ou satélites sem a necessidade de comprometer sua segurança. A Figura 3 apresenta o esquema de comunicação TARF.

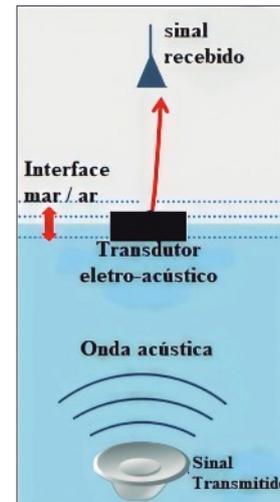


Figura 3: Exemplo de comunicação entre elementos mediante a utilização da tecnologia TARF.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou uma evolução cronológica dos principais métodos utilizados para comunicação submarina, desde a possibilidade do uso de frequências extremamente baixas, passando pelo uso de dispositivos ópticos, até as modernas soluções que têm sido apresentadas na atualidade.

Os submarinos tornaram-se uma arma eficaz para dissuasão e defesa, tendo como principal vantagem a capacidade de ocultação, sendo este um dos grandes fatores de força em qualquer confronto. É por causa dessa superioridade, resultante da capacidade de ocultação, que necessitam de meios eficazes de comunicação para cumprir sua missão com sigilo e discrição sem revelar sua posição.

REFERÊNCIAS

- ALTGELT, C. A. The world's largest "radio" station. Disponível em: <<https://pages.hep.wisc.edu/~prepost/ELF.pdf>>. Acesso em: 18 mai. 2020.
- NETO, J. S. M. Submarino nuclear brasileiro: a palavra do Comandante da MB. Disponível em: <<https://www.naval.com.br/blog/2009/04/10/submarino-nuclear-brasileiro-a-palavra-do-comandante-da-mb/>>. Acesso em: 19 mai. 2020.
- TONOLINI, F., ADIB, F. Networking across boundaries: enabling wireless communication through the water-air interface. SIGCOMM '18, 20-25 Ago., 2018, Budapest, Hungary.