

# Aplicação de rádios IP de alta capacidade no comando e controle de uma operação militar

Marcelo Silva de Souza, Lincoln Lisboa de Barros Martins, Iury Justo de Barros  
Centro de Apoio a Sistemas Operativos (CASOP) - Marinha do Brasil, Niterói/RJ - Brasil

**•Resumo — Os rádios de alta capacidade, que possuem protocolo de internet, apresentam uma alternativa eficiente para as comunicações de dados táticos, fator que contribui com o incremento da consciência situacional durante uma operação militar. Neste trabalho, foi realizada uma prova de conceito utilizando o rádio RF-7800M-MP para transmissão de dados, áudio e vídeo, de forma integrada com o sistema de comando e controle, para o monitoramento de meios operativos durante um exercício de assalto anfíbio. Pela alta complexidade das operações anfíbias, é necessário cumprir os requisitos de confiabilidade e flexibilidade no estabelecimento das comunicações, com o propósito de garantir um perfeito funcionamento dos sistemas de monitoramento, sejam eles de navegação eletrônica ou mapeamento do deslocamento terrestre. Para atender esta demanda, foi estabelecida uma rede de rádios, criptografada, de forma integrada com os sistemas de navegação eletrônica com largura de banda de 1,2 Mbps.**

## I. INTRODUÇÃO

A comunicação apropriada entre os componentes integrantes de uma operação militar, seja ela em caráter de exercício ou em emprego real, é um fator fundamental e determinante para o sucesso da missão, em particular pelas peculiaridades do ambiente [1]. Neste contexto, as operações anfíbias, em especial, o assalto anfíbio, que se trata de uma projeção de poder sobre terra com uma retirada não planejada, apresenta-se como uma das manobras militares mais complexas [2], que demanda alta capacidade de comando e controle. Uma característica significativa é a junção de múltiplos propósitos com tarefas específicas, tanto no ambiente aéreo, com os meios aeronavais, quanto no ambiente terrestre com os elementos de operações especiais, também no ambiente marítimo, onde ocorre o apoio de fogo naval e, principalmente, em um ambiente híbrido, tendo em vista o Movimento Navio-Terra (MNT). A cooperação de cada setor requer um planejamento detalhado e um controle da ação planejada, onde o sucesso está diretamente relacionado ao sistema de comando e controle. Assim, fica evidente o desafio de estabelecer uma comunicação integrada, com segurança, estabilidade e flexibilidade que seja capaz de atender às demandas para o cumprimento da missão.

## II. METODOLOGIA

As principais características relevantes dos rádios empregados no experimento são: a capacidade de transmissão simultânea de dados e voz, criptografia TRANSEC, capacidade máxima de 30 nós [3] e possibilidade de 10 saltos de rede. Além disso, o rádio possui um sensor GPS integrado capaz de transmitir o posicionamento em tempo real, após o estabelecimento da rede, além de utilizar antena do tipo Omnidirecional [4].

A faixa de frequência utilizada foi a UHF com portadora de 330 MHz e potência de transmissão de 50 Watts, obtidas através de um módulo amplificador.

Anteriormente ao exercício, foi realizada uma estimativa da distância máxima e da perda de potência do sinal, sendo a distância limitada em 41,6 km [5][6]. Para testar o alcance, foi utilizado, primeiramente, a Rede Tática de Dados II (RTD II), um software baseado em uma aplicação WEB, que utilizou a rede composta pelos rádios para transmitir mensagens criptografadas e também a cinemática em tempo real. Além da RTD II, foi utilizado o Sistema de Avaliação dos Exercícios Táticos da Esquadra – Auxílio a Navegação (SAETE-AN), onde foi possível medir as distâncias entre os meios em uma carta eletrônica, uma vez que o sistema possui uma integração tanto do *Automatic Identification System* (AIS), quanto do GPS integrado nos rádios. Cabe o destaque que ambos sistemas são de uso militar, desenvolvidos pelo Centro de Apoio a Sistemas Operativos (CASOP).

A prova de conceito foi dividida em duas fases: A primeira, composta por uma rede entre meios de superfície, com experimentos em ambiente marítimo (alto mar) e a segunda composta por meios de superfície, meios anfíbios e uma estação em terra.

A Fig. 2 ilustra um raio de distância de 8 Km, onde os meios de superfície são representados pelos seus indicativos navais, sendo eles G40, G25, F42, F43, respectivamente NDM Bahia, NDCC Alte Sabóia, Fragata Constituição e Fragata Liberal. Na referida figura as EDVMs 1 e 2 representam embarcações logísticas, enquanto OB11 representa a posição do CLANf 01, PC representa a posição do CLANF 02 e o Ponto de Apoio a estação de terra de comando e controle.

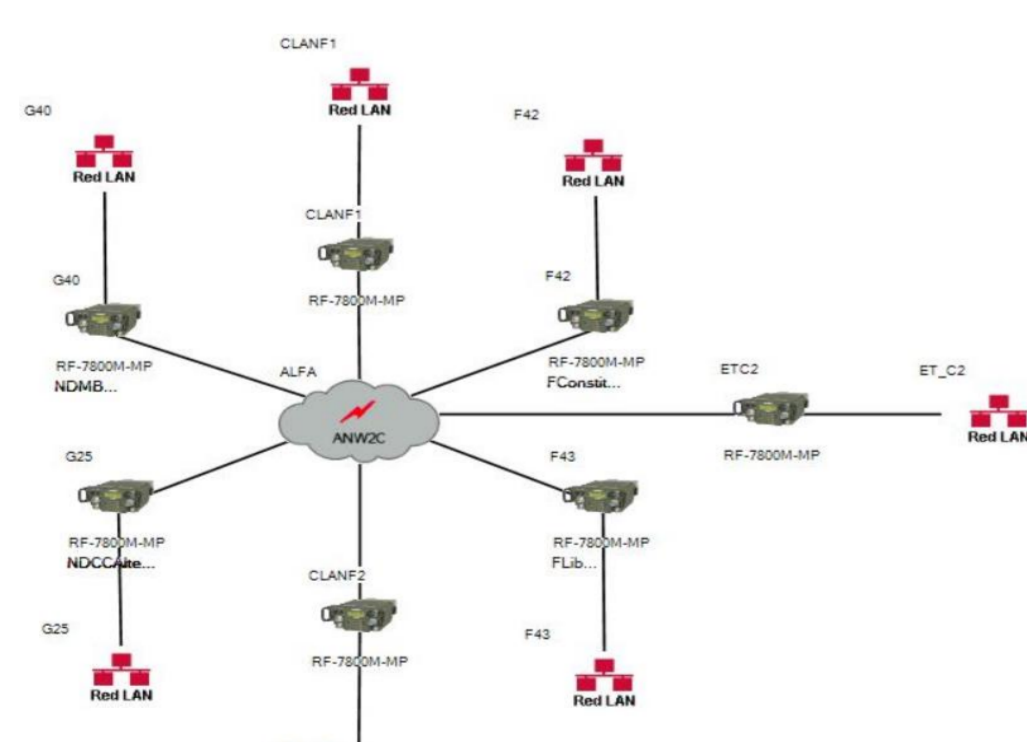


Fig. 1 - Arquitetura de rede

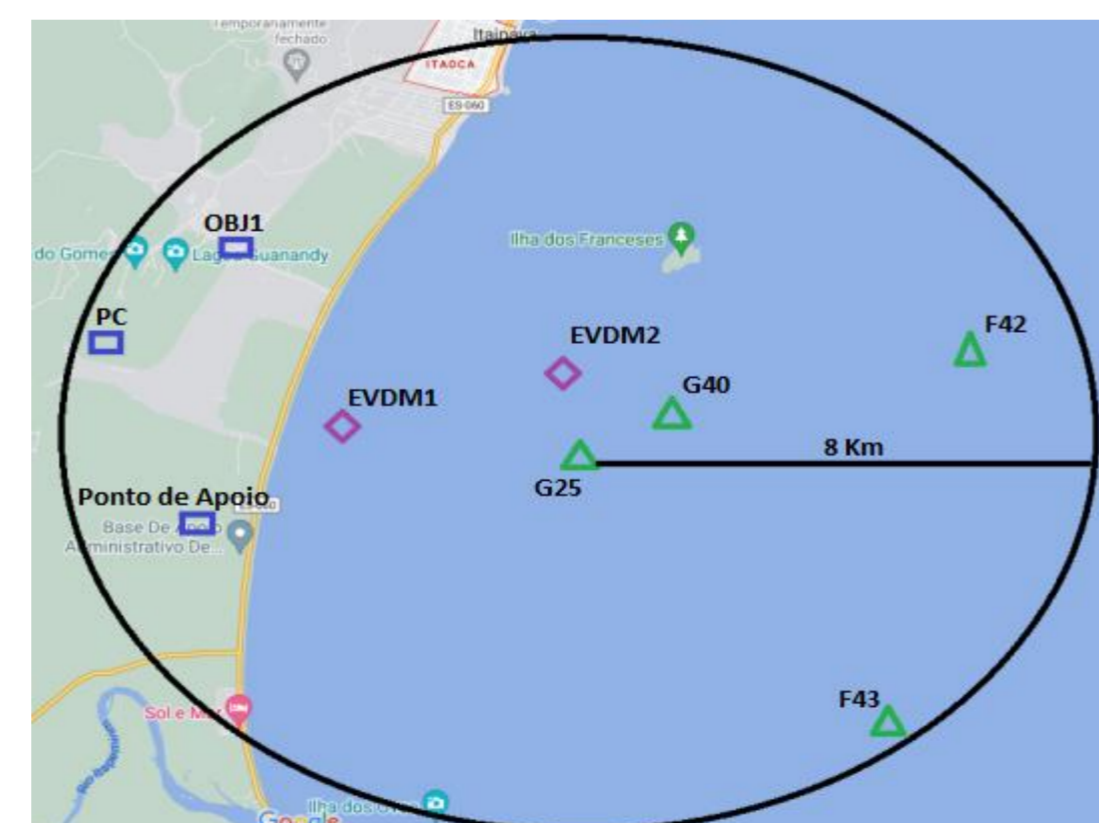


Fig. 2 – Raio de 8 km

## III. RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Durante o decorrer da operação, os navios realizaram diversas manobras táticas, onde os meios alteraram o seu posicionamento na formatura, rumos e velocidades. Nessas condições, não foi observada qualquer dificuldade da estabilidade da rede. Foi possível monitorar o deslocamento dos navios no SAETE-AN, sem perder a posição em nenhum momento, fato que atestou o bom funcionamento da integração entre os sistemas. Além disso, devido à estabilidade da rede e ao sucesso dos resultados, decidiu-se explorar a integração da rede com outros sistemas presente nos navios. Primeiramente, verificou-se a integração com o OpenCPN, um software de código aberto de auxílio à navegação, que recebeu a cinemática de um micro serviço desenvolvido pela equipe embarcada do CASOP que fez a conversão do padrão dos rádios para o padrão do OpenCPN. Com isso, dois sistemas de navegação foram integrados à rede simultaneamente. O segundo sistema foi o Centro de Integração de Sensores e Navegação Eletrônica (CISNE) [7], que também recebeu de um micro serviço o posicionamento dos demais meios componentes.

A distância máxima obtida neste experimento foi de 20.1 MN (37,2 km), registrado no OpenCPN, conforme Fig. 3, um resultado positivo e coerente. Em seguida, na segunda fase, foi avaliado o desempenho durante e após o desembarque dos meios anfíbios. Duas horas antes do desembarque do primeiro meio, a nova arquitetura de rede foi estabelecida com seis nós componentes, sendo quatro meios de superfície e os dois CLANfs. Nos meios anfíbios, além da tropa de desembarque, um militar portando um notebook tático embarcou, com os sistemas OpenCPN e RTD II instalados, de forma a realizar a integração dos sistemas. A partir deste momento, foi possível trafegar mensagens e cinemáticas, utilizando a RTD entre os meios operativos e os CLANfs, conforme registrado na figura 5. A rede permaneceu estável durante o movimento navio-terra. Foram realizadas experiências de fonia e envio de dados de forma simultânea, obtendo-se estabilidade de rede com uma latência média de 1,2 segundos. Foi possível observar o MNT dos meios anfíbios no CISNE, presente no NDM, que exportou esta cinemática para o Sistema de Consciência Situacional Unificada Ampliada (SCUA), presente no Comando de Operações da Esquadra (COE), utilizando o link satelital. Em outras palavras, foi realizado um teste de integração de arquitetura de rede entre os rádios e o link satelital através do sistema de navegação, de forma satisfatória. Já em relação ao desempenho em ambiente terrestre, após a chegada dos CLANfs em terra, os militares responsáveis pela integração de sistemas desembarcaram no ponto logístico administrativo e montaram a estação de comunicação, programando os rádios e ativando o sétimo nó na rede. Com isso, foram repetidos os testes de transmissão de cinemática, mensagens táticas, voz, imagens e *streaming* de vídeo Fig. 4 e Fig. 5.



Fig. 3 – Alcance máximo



Fig. 4 – Comunicação do CLANf



Fig. 5 – Streaming de vídeo

## IV. CONCLUSÃO

Após os resultados da prova de conceito, pode-se concluir que a solução utilizando rádios de alta capacidade, como estações de transmissão de dados, mostrou-se eficiente e segura, sendo capaz de trafegar áudio, vídeo e dados de posicionamento, de forma simultânea, entre meios com características distintas. Os rádios, em conjunto com a RTD e com os sistemas de navegação, demonstraram um bom desempenho no que concerne ao ganho de consciência situacional e tomada de decisão em um ambiente de múltiplas guerras. Embora não tenha sido explorado o ambiente aéreo, pode-se observar que para operações anfíbias e de superfície, a arquitetura de rede proposta cumpriu os requisitos mínimos de um módulo componente de um sistema de comando e controle. A estabilidade da rede apresentada durante o exercício e a distância máxima obtida de 20,1 MN (37,2 km), foram os fatores positivos, também cabendo destaque ao sucesso na transmissão do *streaming*. A facilidade de integração com os outros sistemas mostrou que a utilização de arquitetura pode ser estendida a inúmeras aplicações de caráter militar. Por fim, cabe a observação que o desempenho de um sistema eficiente e seguro de comunicação, não se resume apenas à rede de transmissão, mas também ao conjunto de sistemas componentes, que devem ser adequados e integrados de forma otimizada.

## REFERÊNCIAS

- Camilo, M. J., Cruz Moura, D. F., & Moreira Salles, R. (2021). Redes de comunicações militares: desafios tecnológicos e propostas para atendimento dos requisitos operacionais do Exército Brasileiro. *Revista Militar De Ciência E Tecnologia*, 37(3). Recuperado de <http://ebrevistas.eb.mil.br/CT/article/view/6910>.
- Marinha do Brasil. Estado-Maior da Armada. EMA-305. Doutrina Militar Naval (DMN). 1. ed. Brasília. 2017.
- Abbas, G.; Abbas, Z.H.; Haider, S.; Baker, T.; Boudjit, S.; Fazal, M., "PDMAC: A Priority-Based Enhanced TDMA Protocol for Warning Message Dissemination in VANETs", *Sensors* 2020, 20(1).
- Antena Harris Datasheet, Disponível em: <https://www.l3harris.com/resources/rf-3184-at320-uhf-vehicular-dipole-antenna-spec-sheet/>. Acesso em: 20/07/2023.
- International telecommunication union CALCULATION OF FREE-SPACE ATTENUATION RECOMMENDATION ITU-R P.525-2.
- Manual L3Harris, Adaptive Networking Wideband Waveform (ANW2) operations student guide.
- CISNE - Centro de Integração de sensores e Navegação Disponível em: <https://www.defesaereanaval.com.br/ciencia-e-tecnologia/ipqm-buscando-a-independencia-nacional-atraves-da-capacidade-tecnologica/>. Acesso em: 20/07/2023.