



VEÍCULO DE SUPERFÍCIE NÃO TRIPULADO EXPERIMENTAL – VSNT-e: UMA AVALIAÇÃO OPERACIONAL À LUZ DA HIDROGRAFIA

Thiago Zamith Cunha^{1*}
*Cláudio Coreixas de Moraes*²
*André Ribeiro Bretinger*³

RESUMO

O propósito deste trabalho é evidenciar a utilização do Veículo de Superfície Não Tripulado Experimental – VSNT-e, implementado pelo Centro de Análise de Sistemas Navais (CASNAV), como possível plataforma para coleta de dados batimétricos e de retroespalhamento acústico, em apoio aos Levantamentos Hidroceanográficos (LH), seja para atualização de elementos de cartas náuticas ou para o atendimento às demandas do setor operativo. Por meio de testes realizados nas proximidades da Escola Naval (RJ), a plataforma VSNT-e foi equipada, respectivamente, com os sensores acústicos: *R2Sonic 2024*, *WingHead i77h* e o Sonar de Varredura Lateral (SVL) *EdgeTech 4175i*. Por fim, seu emprego operativo servirá como laboratório para formulação de futuras doutrinas nas guerras de superfícies, guerra assimétrica, operações de Contramedidas de Minagem e operações anfíbias, além de possuir grande potencial para testes com produtos desenvolvidos

¹ Oficial do Corpo da Armada, encontra-se operando no Navio Polar “Almirante Maximiano”, seus interesses de pesquisa versam sobre Hidrodinâmica Costeira, Hidroceanografia e Modelagem Oceanográfica.

² Oficial do Corpo da Armada da Reserva Renumerada, Doutor em Engenharia Naval e Oceânica pela COPPE/UFRJ, atualmente faz parte, como pesquisador, de projeto do CNPq para Simulações em modelos de realidade aumentada.

³ Oficial do Corpo da Armada, atua como Analista na Divisão de Modelagem e Simulação do CASNAV.



pelo CASNAV, Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) que sejam correlacionados com o *e-Navigation* e com o Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAZ). O estudo obteve êxito na aquisição de dados e demonstrou grande potencial para possível utilização nos LH e na identificação de alvos previamente estabelecidos. Dentre as principais contribuições práticas, destacam-se a utilização do VSNT-e no emprego acadêmico em auxílio às pesquisas aplicadas ao Sistema de Ensino Naval (SEN), Empresas da Base Industrial de Defesa (BID) e integração de sistemas de Inteligência Artificial.

Palavras-chave: VSNT-e; Hidrografia; Operações Navais.

ABSTRACT

The purpose of this work is to highlight the use of the Experimental Unmanned Surface Vehicle - VSNT-e, implemented by the Center for Naval Systems Analysis (CNSA), as a possible platform for collecting bathymetric and acoustic backscatter data, in support of Hydroceanographic Surveys (LH), either to update elements of nautical charts or to meet the demands of the operating sector. Through tests carried out near the Escola Naval (RJ), the VSNT-e platform was equipped, respectively, with the acoustic sensors: R2Sonic 2024, WingHead i77h and the Side Scan Sonar (SSS) EdgeTech 4175i. Finally, its operational use will serve as a laboratory for the formulation of future doctrines in surface warfare, asymmetric warfare, Mine Countermeasures operations and amphibious operations,

in addition to having great potential for testing products developed by CNSA, Naval Hydrography Center (NHC) that are correlated with *e-Navigation* and the Blue Amazon Management System (BAMS). The study was successful in data acquisition, and demonstrated great potential for possible use in LH and in the identification of previously established targets. Among the main practical contributions, we highlight the use of VSNT-e in academic use in support of research applied to the Naval Education System (NES), Companies of the Defense Industrial Base (DIB), integration of Artificial Intelligence systems.

Keywords: VSNT-e; Hydrography. Naval Operations.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações iniciais

A realização de Levantamentos Hidroceanográficos (LH) é uma tarefa complexa e fundamental nas diversas áreas relacionadas à segurança da navegação, à exploração de recursos marinhos e à gestão ambiental. Para realizar esses trabalhos, equipes de profissionais utilizam embarcações e equipamentos especializados, o que pode ser oneroso, demorado e até mesmo perigoso em algumas situações. Recentemente, o desenvolvimento de um Veículo de Superfície Não Tripulado (VSNT) pelo Centro de Análise de Sistemas Navais (CASNAV) tem oferecido novas possibilidades para a realização destes trabalhos de forma mais eficiente, segura e econômica.

Por conseguinte, e baseando-se nos argumentos que se desenvolverão neste artigo e de bibliografia apropriada, pode-se inferir que a plataforma VSNT-e detém potencial para atender às demandas afetas à identificação de alvos, em virtude das condições e parâmetros pre-estabelecidos, tal como sua utilização em apoio ao ensino naval e futuros trabalhos ligados à hidroceanografia.

O objetivo geral desta pesquisa é descrever os testes realizados com a plataforma VSNT-e e ilustrar os resultados obtidos quanto à busca e identificação de contatos previamente definidos. Ademais, descrever também o esquema de sensores e *softwares* utilizados em cada experimento.

NORBIT SUBSEA (2021) e R2SONIC (2012) versam sobre a grande capacidade de resolução espacial e performance destes equipamentos quando aplicados em trabalhos hidrográficos e caracterizam suas especificidades técnicas quanto à montagem. Além disso, EDGETECH (2021) caracteriza as condições e cuidados alusivos ao SVL empregado neste trabalho. O eixo central deste estudo monta-se, tão somente, quanto à capacidade adaptativa da plataforma VSNT-e aos sensores utilizados, sem preocupação com a adequação da plataforma aos requisitos técnicos preconizados pelas autoridades reconhecidas. Para esse estudo, definiu-se “sondagem operacional” àquela em que a coleta de dados ocorreu satisfatoriamente, seguindo diretrizes previstas nas Instruções Técnicas do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM).

As seguintes questões serão levantadas:

- A identificação dos alvos pré-definidos e aquisição de dados batimétricos ocorreu satisfatoriamente?

- A plataforma VSNT-e poderá ser utilizada em apoio a Levantamentos Hidroceanográficos?

Por fim, foi realizado levantamento inicial no banco de manuais da *Norbit SubSea*, *R2Sonic* e Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), por meio de suas Instruções Técnicas relacionadas à pesquisa em lide.

A abordagem foi de cunho operacional. Não obstante, foi utilizada a técnica de coleta de dados por meio da pesquisa documental como técnica exploratória.

Estipulou-se, então, o problema de pesquisa:

O VSTN-E pode ser considerado uma ferramenta para futuros trabalhos junto ao SEN e atividades operacionais?

Desse modo, à luz das Operações Navais, o emprego dos sensores em conjunto com a plataforma VSNT-e, com a finalidade de identificar e localizar possíveis ameaças subaquáticas, como minas e artefatos explosivos, que possam representar riscos às operações navais e à segurança marítima. Com o emprego dessas tecnologias, espera-se evidenciar a efetividade nas Operações de Contramedidas de Minaagem, proporcionando um ambiente mais seguro para os navios e tripulações. Foram utilizados como ferramentas para coleta de dados desse estudo os *softwares* de aquisição: *DCT v.2021*, *Discovery 4125i* e *Hypack v.2021* e, posteriormente, para fins de processamento, o *software Quimera v.2.5.0*. A Figura.1, ilustra a VSNT-e conciliada à haste lateral.



Figura 1 – VSNT-e

2. METODOLOGIA

Inicialmente, a plataforma VSNT-e foi implementada por meio de uma lancha de casco semirrígida, equipada com motor *Mercury* de 200HP e sensores diversos de navegação, dentre os quais vale citar: Sistema CITRA e, por fim, o Rádio MESH IP e Barramento de Monitoramento *Smart Craft* que permitem, quando integrados, com os sensores já citados, o acompanhamento e controle da embarcação remotamente, além de outros sensores utilizados para navegação, que, posteriormente, foram utilizados para o controle da plataforma na execução das linhas de sondagem e linhas de varredura.

Nesse diapasão, o experimento como um todo, foi idealizado e subdivido em testes, cada qual com um sensor específico. À primeira vista, surgia o desafio de adaptação dos sensores ao VSNT-e, a qual uma haste lateral seria ajustada aos três sensores, de maneira independente. Assim, com o apoio do LabOceano/UFRJ, a haste foi projetada, desenvolvida e testada com sucesso de modo que todos os sistemas ajustados fossem capazes de coletar dados de maneira contínua e em tempo real.

Vale ressaltar que os *offsets* atribuídos aos três esquemas foram retirados e calculados *in loco* e inseridos nos respectivos sistemas de aquisição. Ademais, nos experimentos envolvendo Ecobatímetros Multifeixe (EM), foram seguidos os padrões preconizados à luz da S-44 6ª ed, além de todas etapas intrínsecas relacionadas a um LH, isto é, perfilagem do som, calibrações e outros aspectos correlatos e necessários ao trabalho.

Não obstante, a evolução metodológica deu-se da seguinte forma:

1. Teste A, em que o VSNT-e foi empregado com o SVL cujo objetivo principal foi gerar dados de retroespalhamento acústico, os quais foram apresentados na forma de imagem para se associar geologia e feições de interesse. Neste último caso, foram dispostos, por mergulhadores, dois pneus de dimensões conhecidas, em posições distintas. Isto posto, caracterizar os objetos antrópicos pré-definidos (pneus), tornava-se a ideia principal.

2. Teste B, em que a VSNT-e foi empregada com o EM *R2Sonic* 2024, cujo objetivo principal foi verificar a exequibilidade de se realizar uma sondagem multifeixe, uma vez que os periféricos envolvidos tornavam a montagem do esquema mais complexa, e, secundariamente, localizar e caracterizar outros objetos antrópicos (âncora); e

3. Teste C, em que a VSNT-e foi empregada com o EM *WingHead* i77h, cujo objetivo principal foi verificar a exequibilidade de se realizar uma sondagem multifeixe, com sensores periféricos distintos do anterior, exigindo capacidade

adaptativa da plataforma, em termos de montagem do esquema de sondagem e sua operacionalidade na aquisição dos dados. Ademais, localizar e caracterizar objetos antrópicos (tonéis).

Vale ressaltar que o experimento se valeu de condições de contorno previamente estabelecidas: campo de prova (Escola Naval-RJ), profundidades e feições submarinas tomadas com base na Carta Náutica (CN) 1512, além dos objetos lançados (pneus e tonéis) para este estudo. Os testes ocorreram entre os meses de janeiro e agosto de 2022.

Conquanto, os parâmetros acústicos básicos dos sistemas utilizados foram ajustados para atender os objetivos acima. Segue, abaixo, Figura.2, ilustrando os ajustes dos sensores no VSNT-e.



Figura 2 – Configuração dos sensores no VSNT-e, respectivamente da esquerda para direita. SVL Edgtech 4125i, R2Sonic 2024 e WingHead i77h

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Teste A: VSNT-E/Sonar de Varredura Lateral EdgeTech 4125i

Com o propósito já definido e integrado, vale ressaltar que, por ser uma embarcação sem dispositivo de reboque,

o ajuste do SVL ao VSNT-e foi concebido através de fixação e arriamento abaixo da linha d'água, de maneira que a qualidade do dado se mantivesse em boas condições.

Foram utilizadas frequências de 900 kHz/400 kHz e velocidade do som fixada em 1500 m/s, *offsets* correlatos inseridos no *software* de aquisição, a despeito do valor empregado no modelo matemático catenária ter sido igual a “1”, o parâmetro *cable out* inserido foi igual a “0”, uma vez que o sensor se encontrava fixo à haste. Ademais, os parâmetros de *Gain*, *Time Variable Gain* (TVG) foram constantemente ajustados ao longo da varredura, a fim de otimizar os resultados. Por fim, como resultado desse estudo, a localização e caracterização dos objetos pré-definidos (pneus) foi alcançada com êxito, conforme Figura 3 demonstrativa, em que foi possível identificar dois pneus e, inclusive, no momento da varredura, o mergulhador ao fundo e as bolhas de ar produzidas por ele.

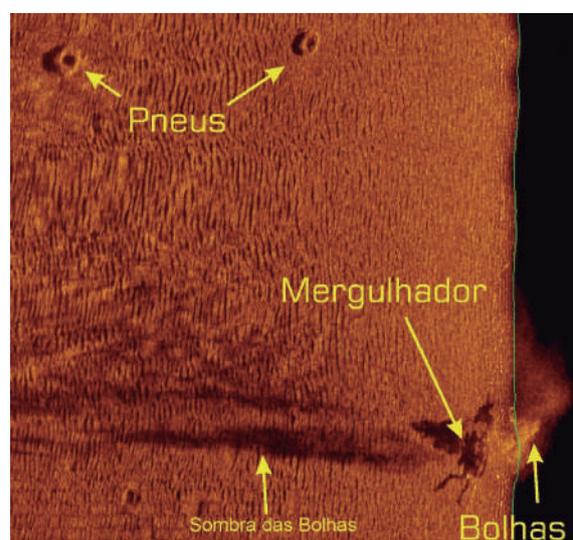


Figura 3 – Configuração – VSNT-e/SVL e resultados



3.2. Teste B: VSNT-e/EM R2Sonic 2024

Caracterizando-se como o primeiro teste com equipamentos de sondagem, procurou-se dispor os componentes periféricos ao EM R2Sonic 2024, de maneira a tornar a sondagem fluida e sistemática, a fim de validar o experimento. Assim, foram utilizados os seguintes sensores periféricos, parâmetros e demais disposições relevantes neste esquema:

- Aquisição e controle dos parâmetros da sondagem: *Sonic Control* e *Hypack Max* e *Hyswwep v 2021*;
- Atitude: *SBG Systems Ekinox-E* com posicionamento diferencial integrado (Fulgro Marinestar). Os *offsets* do *setup* hidrográfico foram inseridos no software proprietário deste INS;
- *Draft* inserido no software de aquisição (*Hypack*); e
- Parâmetros de velocidade do som eram enviados online diretamente à SIM (*Sonar Interface Module – R2Sonic*), onde esta recebia os dados da *Inertial Measurement Unit* (IMU) e encaminhava a informação ao software de aquisição específico do sonar. Outrossim, foi utilizado sensor ValePort para perfilagem do som, quando necessário.

Os tonéis de metal (200 litros), foram dispostos deitados no fundo da área-teste com a ajuda de mergulhadores. Destarte, a sondagem tornou-se operacional e os alvos pré-definidos foram identificados, os seguintes resultados foram obtidos, conforme Figura 4, em que cada paleta de cores é associada ao arquivo bruto de cada linha de sondagem.

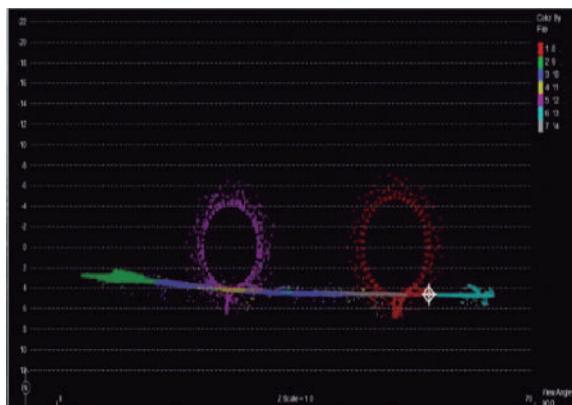


Figura 4 – Configuração - VSNT-e/EM R2Sonic 2024 - resultados

Nota-se que os alvos pré-definidos (tonéis) foram identificados por meio do contorno antrópico observado em determinada linha de sondagem no software de processamento *Hypack Max* e *Hyswwep v 2021*. Outrossim, foram realizadas linhas-teste com o propósito de avaliar a qualidade dos dados adquiridos, a fim de garantir a verticalidade e escoamento laminar adequado no transdutor. Dessa forma, ajustes mecânicos na haste foram necessários e posteriormente a sondagem ocorreu satisfatoriamente.

3.3. Teste C: VSNT-e/EM WingHead i77h

O último teste se deu por meio da identificação de um objeto pré-definido escolhido, neste caso, uma âncora (ferro) do tipo “Almirantado”, com localização conhecida e reconhecido por mergulhadores no local. Dessa maneira, foram utilizados os seguintes sensores periféricos, parâmetros e demais disposições relevantes neste esquema:

- IMU *SBG Ekinox-D* integrada ao transdutor, facilitando a medição dos *offsets*, em que, posteriormente, foram inseridos no software de aquisição DTC;

- Parâmetros de velocidade do som inseridos quando a variação se apresentava maior que 2m/s. Foi utilizado o sensor RT SV AML-3 para perfilagem;
- Realizada calibração imediatamente antes do início das atividades, calculada e inserida no *software* de aquisição (DTC);
- Foi utilizado o *software BeamworX* para posterior refinamento da atitude e posicionamento, ao serem gerados os arquivos auxiliares SBET e RMS e *delayed heave*;
- Foi utilizado posicionamento por meio do método RTK/GSM; e
- Todas as informações eram concentradas na estação de trabalho de aquisição, oriundas da Unidade de Processamento.

Posteriormente os dados foram processados e o alvo localizado, conforme Figura 5, abaixo, demonstrativa.

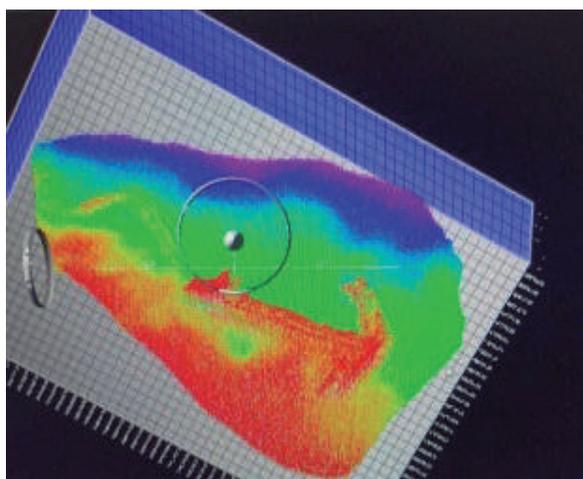


Figura 5 – Configuração - VSNT-e/EM WingHead i77h - resultado

4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos durante os experimentos com o Veículo

de Superfície Não Tripulado Experimental – VSNT-e, integrado aos três sensores supracitados, pode-se concluir que as atividades foram bem-sucedidas. Os testes foram capazes de localizar objetos no fundo do mar. O Projeto desenvolvido pelo CASNAV, em conjunto com sensores específicos e pessoal capacitado, pode ser uma ferramenta valiosa para as finalidades hidrográficas e operativas. Assim, para futuros estudos, cabe o incentivo à criação de grupos de trabalhos específicos, entre as organizações civis e militares diretamente relacionadas ao objeto de estudo deste artigo. Além disso, vale ressaltar, as promissoras aplicações que incluem: aprimorar a pesquisa oceanográfica, o monitoramento ambiental, a detecção de naufrágios e varreduras SVL em canais nas aproximações portuárias de interesse estratégico.

Por fim, sugere-se que o projeto possa ser aplicado em experimentos com minas submarinas reais em campo de teste controlado a fim de ratificar as capacidades ora discutidas neste trabalho, além de ser aplicado em proveito de atividades de pesquisa correlatas junto ao Sistema de Ensino Naval (SEN), ao Centro de Sistemas Navais (CASNAV) e outros estudos que mirem a Hidrografia Militar como objetivo principal.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Base de Hidrografia da Marinha em Niterói, ao Centro de Análise de Sistemas Navais, e ao COPPE/UFRJ pelo apoio dado no desenvolvimento das atividades e pelas suas valiosas contribuições para que este trabalho lograsse êxito.



6. REFERÊNCIAS

EDGETECH. 4125I/4125 *Side Scan Sonar System. User Hardware Manual 0004823_rev_h : User Manual*. 2021. 122p.

NORBIT SUBSEA. *Multibeam Sonar: User and Technical Manual*. 2020.103p.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria de Hidrografia e Navegação. Instruções Técnicas - Tomo I/II. Niterói, 2020. Disponível em: <<https://www.dhn.mb/?q=Publicações>>. Acesso em: 06 jun 2022.

R2 SONIC. *Broadband Multibeam Echosounders: Operation Manual V4.1*. 2012. 176p.

