



Capitão de Fragata Felipe Otavio Melo Jácome Gurgel
fo.gurgel@gmail.com

Considerações a respeito do uso de modelos hidrodinâmicos nas Operações Anfíbias na MB



O CF Gurgel é o atual Encarregado da Divisão de Assuntos Marítimos do Comando de Operações Navais. É oriundo da Escola Naval. Concluiu o Curso de Aperfeiçoamento em Máquinas para Oficiais, em 2005 e o Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores, na Escola de Guerra Naval em 2018. Já serviu no Navio de Desembarque de Carros de Combate Mattoso Maia, no Comando do Primeiro Esquadrão de Apoio, no Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira e foi encarregado da EDCG Camboriú. Possui Pós-Graduação Executiva em Meio Ambiente pela COPPE/UFRJ em 2013 e é Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental pela PUC-Rio e *Master of Science in Urban and Environmental Engineering* pela *Technische Universitat Braunschweig* (2016).

1. Introdução

O Brasil com seu vasto litoral que se estende da região equatorial do hemisfério norte às latitudes subtropicais do hemisfério sul, com mais de 8.000km banhados pelo Oceano Atlântico ocidental, tem na zona costeira, uma parcela privilegiada do território brasileiro e de grande valor estratégico, considerada como patrimônio nacional¹, fonte de recursos naturais, econômicos e humanos.

Segundo Till (2009), é na região litorânea que estão localizadas ameaças difusas. Terrorismo, narcotráfico, pirataria, a disputa por recursos naturais e ictiológicos, problemas relacionados à imigração entre outros, tem acentuado a ocorrência de conflitos de baixa intensidade nessa região que se torna a arena natural para as marinhas pós-modernas no conturbado ambiente internacional.

Além disso, terremotos, *tsunamis*, furacões e eventos climáticos extremos têm deixado milhares de desabrigados em diversos países ao redor do mundo sendo muito comum a utilização de forças regulares no apoio às vítimas dos desastres ambientais.

A Estratégia Nacional de Defesa (END) (BRASIL, 2016) autoriza o uso da Força Naval em diversas atividades. Desde a defesa da integridade territorial, à realização de operações de paz e humanitárias, evacuação de não-combatentes até a

atuação em conflitos no apoio à política externa em qualquer região de interesse da nação. Algumas dessas atividades só são possíveis por meio de uma das tarefas básicas do poder naval que é a projeção de poder sobre terra que se dá por meio das complexas Operações Anfíbias (OpAnf).

O propósito deste artigo é mostrar o uso de modelos hidrodinâmicos em outras marinhas e propor um Sistema de Apoio à Decisão (SAD), com base em análises ambientais e meteoceanográficas, para auxiliar na possível localização de uma adequada Praia de Desembarque (PraDbq), Zonas de Desembarque (ZDbq) assim como na condução de um Movimento Navio-Terra (MNT) por superfície nas futuras operações da Marinha do Brasil (MB).

A relevância do estudo reside na contribuição com o planejamento tático e operacional das OpAnf, possibilitando incrementar a segurança dos militares, reduzindo o desgaste da tropa, minimizando avarias dos meios navais e de fuzileiros navais durante o MNT. Tudo isso permite ampliar a consciência situacional da área de operação o que auxiliará o Comandante da Força-Tarefa Anfíbia (ComForTarAnf) e o Comandante da Força de Desembarque (ComForDbq) no seu ciclo de decisão².

¹Art. 225, § 4º, Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.

²Doutrina para o Sistema Militar de Comando e Controle – MD31-M03 (3ª Edição/2015). Disponível em: <https://www.defesa.gov.br/arquivos/doutrina_militar/lista_de_publicacoes/md31_m_03_dout_sismc_3_ed_2015.pdf>. Acesso em: 07 de jul. 2018.

2. Sistema de Apoio à Decisão

A projeção de poder sobre terra segundo a Doutrina Militar Naval (DMN), (BRASIL, 2017), é a “transposição da influência do Poder Naval para áreas de interesse, terrestres ou marítimas, abrangendo um amplo espectro de atividades”. A DMN ressalta que o Poder Naval deve dispor de uma força com capacidade expedicionária, em permanente condição de pronto emprego, assegurando sua capacidade de projeção de poder sobre terra.

O sucesso ou o fracasso de uma OpAnf pode estar intimamente ligado às condições ambientais, geográficas e/ou meteoceanográficas. Menosprezar os dados ambientais da PraDbq podem trazer consequências prejudiciais à tropa e aos meios envolvidos. A compreensão desse conjunto de informações é de fundamental importância no planejamento.

Operações como a Campanha de *Gallipoli* (1915-16), a Batalha de *Dieppe* (1942), a Batalha de Tarawa (1943) e a *Urgent Fury* (1983) na Invasão de Granada foram exemplos históricos da perda de vidas humanas por um inadequado planejamento. Por outro lado, as operações *Overlord* do Dia-D na Il GM em junho de 1944 e a operação *Chromite* (1950) na Guerra da Coreia são exemplos clássicos de como o pleno conhecimento do ambiente operacional pôde alterar os rumos de um conflito.

Kahneman (2011) propôs que seres humanos ao serem expostos a várias entradas sensoriais reduzem a complexidade mediante o uso de heurísticas. Segundo o autor, a heurística é um procedimento simples que ajuda a encontrar respostas adequadas, ainda que geralmente imperfeitas, para perguntas difíceis. Os erros decorrentes dessas simplificações são os vieses da heurística. Os vieses podem se transformar em uma grande emboscada pois, normalmente, tendem a considerar algum fator, em prejuízo a outros que podem ter maior importância em uma decisão.

De acordo com o Manual do Processo Decisório e Estudo de Estado-Maior (BRASIL, 2015), os “vieses das heurísticas” rondam, silenciosamente, as tomadas de decisão, contaminando-as e tornando-as inconsistentes, fragilizadas e incoerentes. O uso de modelos hidrodinâmicos através de um SAD tem a capacidade de mitigar tais falhas e auxiliar no complexo processo decisório.

Para Rosman (2018), a necessidade da aplicação de modelos para estudos do ambiente marinho é inquestionável, face à complexidade dos corpos de água naturais, especialmente estuários e zona costeira adjacente das bacias hidrográficas. As simulações passam a ser ferramentas integrado-

ras, sem as quais dificilmente se consegue uma visão dinâmica de processos nesses complexos sistemas ambientais.

Willians (2011) afirma que, não basta uma instituição ou organização possuir um banco de dados com diversas informações, além de ferramentas adequadas, se não possuir pessoal capacitado para criar cenários e simulações para analisá-los dentro de um contexto situacional iminente.

Algumas marinhas já adotam o uso de modelos na área operativa. O Manual das OpAnf da Marinha Nacional Francesa – MNF (FRANÇA, 2011) cita que o modelo utilizado, o *Système Déployable d'Hydrographie Militaire* (SDHM), pode analisar dados sobre o ambiente marinho, contribuindo para o reconhecimento de praias, mapeamento de fundos, avaliação de obstáculos submarinos e sedimentos marinhos além da realização dos registros ambientais.

O SDHM deverá estar apto a permitir um mapeamento rápido de qualquer praia, em qualquer lugar do mundo, no prazo máximo de cinco dias³, para que o Esquadrão de Navios Anfíbios consiga realizar seu desembarque com segurança. De forma a exemplificar seu uso e sua importância, a MNF utilizou o SDHM após a passagem do ciclone Irma⁴ nas Antilhas em 2017, permitindo verificar o melhor lugar para se criar um canal de acesso seguro para o desembarque de veículos, materiais e pessoal para atender a população desamparada.

A Marinha dos Estados Unidos da América utiliza o *Coupled Ocean/Atmosphere Mesoscale Prediction System*⁵ (COAMPS) que é um modelo de alta resolução, para uma resposta rápida aos pedidos de apoio na área de operação, normalmente, próximo ao litoral e com dados atualizados.

A *United States Navy* desempenhou papéis significativos ao mapear áreas marítimas afetadas por desastres naturais, como o tsunami do sul da Ásia de 2004, os furacões *Katrina*, *Rita*, *Gustav* e *Ike* no Golfo do México, e na ajuda humanitária ao terremoto no Haiti em 2010 (ESTADOS UNIDOS, 2018).

As Forças de Defesa da Nova Zelândia (FDNZ) utilizam o *SurfZoneView* (SZV) que permite uma avaliação rápida e precisa de ondas e correntes litorâneas em qualquer região costeira. O *software* mapeia claramente as condições ambientais em praias e próximo ao litoral possuindo ferramentas para auxiliar na tomada de decisões operacionais (NOVA ZELÂNDIA, 2018).

³Disponível em: <<https://www.meretmarine.com/fr/content/amphibie-le-shom-teste-un-nouveau-systeme-de-reconnaissance-des-plages>>. Acesso em 20 de jun. de 2018.

⁴Disponível em: <<https://www.defense.gouv.fr/actualites/operations/faa-le-systeme-deployable-d-hydrographie-militaire-du-shom-sur-le-bpc-tonnerre>>. Acesso em 14 de jun. de 2018.

⁵“Sistema de previsão de mesoescala acoplado para oceano e atmosfera” (tradução nossa).

Figura 1: Exemplo de uso do SDHM nas Ilhas Antilhas pela MNF.

FAA : le système déployable d'hydrographie militaire du Shom sur le BPC Tonnerre

Mise à jour : 05/10/2017

Suite au passage du cyclone Irma sur les Antilles, une équipe de 4 hydrographes du Shom a embarqué sur le BPC Tonnerre afin de mettre en œuvre le Système déployable d'hydrographie militaire (SDHM). Elle participe ainsi aux opérations amphibies de débarquement et d'aide à la population.



Par le biais d'instruments bathymétriques (sondeur mono-faisceaux, sonar latéral, GPS) et d'instruments topographiques, le SDHM du Shom a pu réaliser, en lien avec la Flotille Amphibie, un chenal d'accès sécurisé pour le débarquement de véhicules, de matériels et de personnels.

À la demande de la Préfecture et dans le cadre de la sécurité de la navigation, le SDHM, avec l'aide du groupement des plongeurs démineurs de la Marine Nationale, a ensuite hydrographié le chenal menant de la marina Port-le-Royal au large. Des épaves coulées pendant le cyclone ainsi que des constructions ont été repérées. Leur positionnement a permis aux plongeurs démineurs de les renflouer.

grâce à l'action combinée du SDHM et des plongeurs démineurs, l'accès sécurisé aux voies de navigation a pu être rétabli. Les populations locales peuvent de nouveau se déplacer en toute sécurité.

Sources : État-major des armées
Droits : Ministère de la Défense

Fonte: <<https://www.defense.gouv.fr/operations/prepositionnees/forces-de-souverainete/antilles/actualites/faa-le-systeme-deployable-d-hydrographie-militaire-du-shom-sur-le-bpc-tonnerre>>.

O modelo também foi adotado pelo Ministério da Defesa do Reino Unido⁶ que adquiriu, em 2018, uma licença operacional para a utilização do SZV, para apoiar suas operações anfíbias.

3. Proposta para a Marinha do Brasil

A Doutrina de Meteorologia e Oceanografia de Defesa afirma que o conhecimento de dados ambientais visa obter vantagens estratégica, operacional e/ou tática, contribuindo para elevar os níveis de segurança das Forças Singulares, no cumprimento de suas missões (BRASIL, 2017). A doutrina ressalta que o provimento de informações de meteorologia e oceanografia, para os tomadores de decisão, otimiza o preparo e o emprego das Forças Singulares.

Figura 2: Assistência humanitária no Haiti, 2010 (VIALPANDO, 2016).



Fonte: Autor.

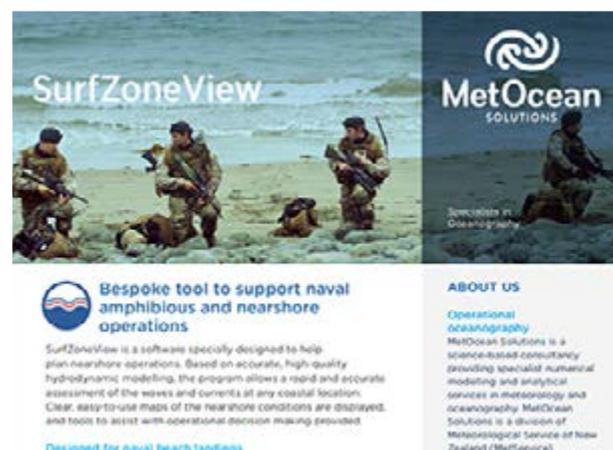
De fato, o ComForTarAnf e o ComForDbq necessitam de conhecimento adequado que os auxiliem no processo de to-

⁶Disponível em: <<http://www.metocean.co.nz/news/2018/2/28/uk-ministry-of-defence-adopts-surfzoneview>>. Acesso em 03 de julho de 2018.

mada de decisão (na área de operação anfíbia, nas PraDbq, no Dia-D, na Hora-H, nas condições meteorológicas adequadas) em consonância com o objetivo da missão. Nesse contexto, o uso de modelos hidrodinâmicos surge como uma possibilidade para ser empregada na MB pois contribuirá com o planejamento tático e operacional das OpAnf, permitindo ampliar a consciência situacional da área de operação e propiciando informações organizadas normalmente por meio de relatórios com tabelas, gráficos e mapas além de suas respectivas análises.

Corroborando sobre a conveniência do uso de modelos, o Manual de Oceanografia Anfíbia (ESTADOS UNIDOS, 1952, p. VII-12) afirma: *“Excluding mechanical failures occurring outside the surf zone and not caused by previous landings, all other casualties probably have surf as the ultimate cause”*⁷.

Figura 3: Modelo hidrodinâmico utilizado pela FDNZ.



Fonte: <<https://static1.squarespace.com/static/57070436f699bbcf-154423d/t/5b7b91151ae6cfc624e46771/1534824743835/MetOcean-Solutions-SurfZoneView.pdf>>.

O Manual de Engenharia Costeira (ESTADOS UNIDOS, 2006, p. I-3-24) acrescenta: *“As expected, many landing-craft and amphibious-vehicle casualties were related to problems with waves and currents causing capsizing, swamping and broaching, getting stuck on bars”*⁸. A experiência da marinha e do CFN estadunidense demonstra a criticidade de um MNT.

A medida que se torna oportuno o emprego de sistemas computacionais nas OpAnf da MB, passamos a questionar que tipo de modelo utilizar. Existem no mercado, diversos modelos

⁷“Excluindo falhas mecânicas ocorridas fora da zona de arrebentação e não causadas por desembarques anteriores, todas as outras avarias provavelmente tem a zona de arrebentação como a principal causa.” (Tradução nossa).

⁸“Como esperado, muitos problemas das embarcações de desembarque e de veículos anfíbios são relacionadas às ondas e correntes, provocando emborcamento, inundação, abalroamento e ficando presas em bancos de areia.” (Tradução nossa).

hidrodinâmicos disponíveis para aplicação na MB. Países como os EUA, a Holanda, a Dinamarca e a França possuem grande desenvolvimento nessa área. Qual deles adotar? A pergunta pode soar complexa, mas não é. A resposta para tal pergunta vem diretamente da Estratégia Nacional de Defesa (END).

O Objetivo Nacional de Defesa (OND) 7 da END (BRASIL, 2016) busca a promoção da autonomia produtiva e tecnológica na área de defesa, ou seja, a pesquisa no desenvolvimento de tecnologias autóctones para o aprimoramento de doutrinas operacionais.

Em face do exposto, como sugestão temos o Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental ou simplesmente seu acrônimo – SisBaHiA® – que é um sistema profissional de modelos computacionais que está em contínuo desenvolvimento no Instituto Aberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), desde 1987, com ampliações de escopo e aperfeiçoamentos feitos através de várias teses de mestrado e doutorado, além de projetos de pesquisa.

Dentre as principais razões que motivaram os autores pelo uso do SisBaHiA® ressalta-se uma interface de trabalho extremamente amigável, necessidade computacional reduzida, que pode ser instalada em computadores pessoais de uso comum, possui código aberto que pode ser cedido por meio de uma solicitação formal, de domínio público, gratuitamente para usos profissionais e acadêmicos, além de ser um sistema de concepção nacional – alinhado com o OND-7 – possuindo pessoal altamente qualificado para apoiar eventuais dúvidas surgidas além de poder desenvolver novas capacidades no uso do sistema.

Destarte, o sistema ainda pode contribuir com as Ações Estratégicas de Defesa (AED) 67⁹ e 71¹⁰. Como o SisBaHiA® foi desenvolvido na COPPE/UFRJ, o sistema proposto adere à tríade Governo/Academia/Empresa, também conhecido como “Tríplice Hélice”. Além do governo representado pela MB e a sua parceria com a academia, futuramente pode-se, com o apoio de empresas, desenvolver um sistema de modelagem com previsão em tempo real (COOK, 2011).

O OND-8: “ampliar o envolvimento da sociedade brasileira nos assuntos de defesa nacional” também pode ser incrementado através da AED-77¹¹ com profissionais e estudantes envolvidos nesse novo sistema – relacionado com a Defesa

⁹AED-67 – Aprimorar o modelo de integração da tríade Governo/Academia/Empresa.

¹⁰AED-71 – Estimular o estabelecimento de parcerias e intercâmbios na área de pesquisa de tecnologias de interesse da defesa.

¹¹AED-77 – Contribuir para a ampliação de programas de apoio à pesquisa científica e tecnológica relacionados aos temas de Defesa Nacional (BRASIL, 2016).

Nacional, com a importância do mar e, especialmente, neste caso, a zona costeira – conscientizando-se com assuntos relativos à proteção de nossa Amazônia Azul.

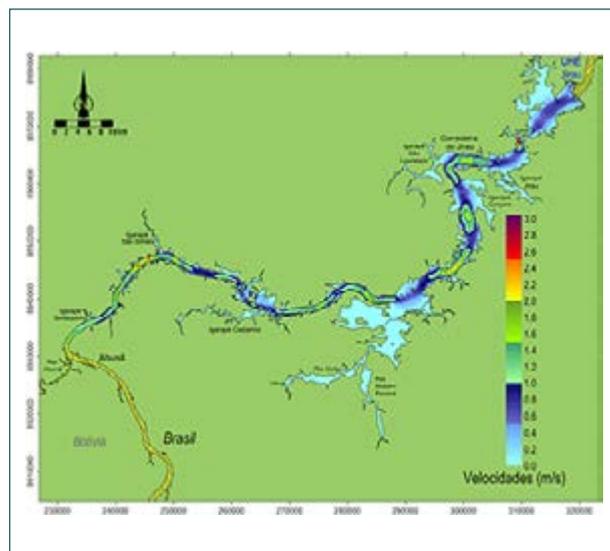
O Planejamento Estratégico da Marinha também prevê como ações estratégicas navais a ampliação da estrutura do sistema de coleta, processamento e disseminação de dados ambientais (AEN-10) e a obtenção de ferramentas computacionais que contribuam para experimentação e análise de dados visando o desenvolvimento de doutrinas da MB.

Vale ressaltar que o uso de modelos hidrodinâmicos pode ter diversas aplicações em outras Operações de Guerra Naval além do uso dual. Na verdade, toda e qualquer tarefa que envolva projeção de poder sobre terra e movimento ordenado de pessoal e/ou material dos navios de assalto e/ou de um ponto de terra para as praias selecionadas, o uso do modelo poderá contribuir no seu planejamento.

Operações de Defesa de Ilhas e Arquipélagos Oceânicos, Operações da Garantia da Lei e da Ordem (quando envolvem acesso por mar *i.e.* o Complexo da Maré na cidade do Rio de Janeiro), Operações Ribeirinhas podem se locupletar do modelo no planejamento de suas missões.

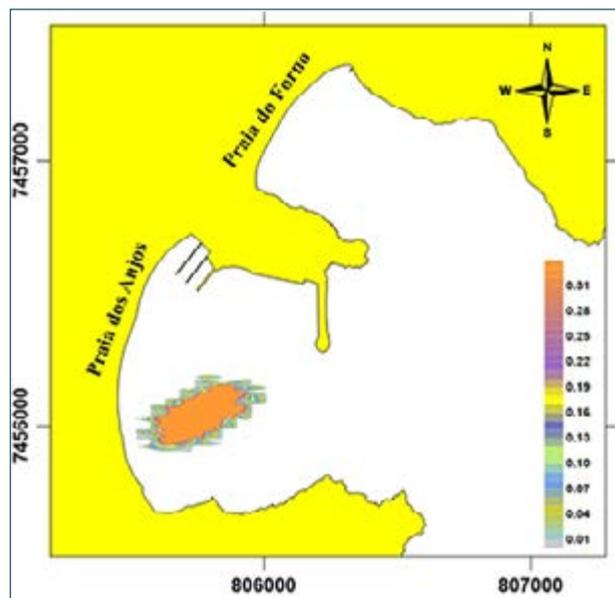
Os modelos também são usados em análises de diagnóstico e prognóstico como avaliar, através de simulações de acidentes hipotéticos, os resultados da deriva de mancha de óleo no mar que pode ser usado em todas as bases e estações navais na elaboração do seu Plano de Emergência Individual. Outra hipótese de emprego é na simulação da dispersão de radionúcleos, indispensável para o licenciamento ambiental da Base de Itaguaí e do Submarino Nuclear Brasileiro.

Figura 4: Exemplo de possibilidade de uso do modelo hidrodinâmico em OpRib.



Fonte: Notas de Aula do Professor Paulo César Colonna Rosman – COPPE/UFRJ (2014).

Figura 5: Exemplo de deriva de óleo em áreas portuárias (GURGEL, 2019).



Fonte: Notas de Aula do Professor Paulo César Colonna Rosman – COPPE/UFRJ (2014).

Os custos envolvidos na implantação desse tipo de sistema podem ser considerados irrisórios se comparados aos benefícios decorrentes da economia de forças e meios.

Mais detalhes sobre a metodologia para a confecção dos modelos de simulação estão em Gurgel (2016) e Rosman (2018).

Referências

- BRASIL. Ministério da Defesa. **Minutas da Política Nacional de Defesa e da Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, 2016. 50p.
- BRASIL. Marinha. Estado-Maior da Armada. **EMA-332: Processo Decisório e Estudo de Estado-Maior**. 2015. 137p.
- BRASIL. Marinha. Estado-Maior da Armada. **EMA-305: Doutrina Militar Naval**. 2017.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **MD32-M-03: Doutrina de Meteorologia e Oceanografia de Defesa**. 2. ed. Brasília, 2017. 34 p.
- COOK, J. et al. **Real-Time Meteorological Battlespace Characterization in Support of Sea Power 21**. Monterrey, California. 2011. 75p. Relatório do Naval Research Laboratory.
- ESTADOS UNIDOS. **Manual on Amphibious Oceanography**. California, 1952. 2v.
- ESTADOS UNIDOS. Army. Corps of Engineers. **Coastal Engineering Manual**. Washington, 2006.
- ESTADOS UNIDOS. Navy. **Fleet Survey Team: The Expert, Efficient and Responsive Resource for Littoral Battlespace Characterization and Hydrographic Surveys**. Disponível em: <<http://www.public.navy.mil/FLTFOR/cnmoc/Documents/NAVO/FST.pdf>>. Acesso em 14 de jun. de 2018.
- FRANÇA. Ministère de la Défense. **(PIA) – 3.1.1_1(A)_OA(2011): Les opérations amphibies, Livret 1/2**. la Publication interarmées, n. 187/DEF/CICDE/NP de 07 nov. de 2011.
- GURGEL, Felipe Otavio Melo Jácome. **Aplicações de modelagem hidrodinâmica para ações de resposta a incidentes de poluição por derrame de óleo: estudo de caso da Enseada dos Anjos em Arraial do Cabo-RJ**. 167p. Dissertação (Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, RJ. 2016.

4. Conclusão

Após o fim da Guerra Fria, as ameaças deixam os espaços oceânicos e migram para as regiões litorâneas. O litoral passa a ser o principal desafio para as marinhas pós-modernas diante das diversas formas de ameaças que se apresentam. A MB assume uma nova postura com a recente criada Projeção Anfíbia, aliando a aquisição de navios multipropósitos, amplia sua capacidade expedicionária na resolução de conflitos, atividades benignas e na distensão de crises de origens diversas.

Nesse contexto, outras marinhas passam a fazer uso da tecnologia no intuito de aperfeiçoar o cumprimento de seus objetivos. Os SAD passam a contribuir na resolução de problemas complexos como são as OpAnf.

Vimos através de fatos históricos que as condições geográficas e meteoceanográficas podem interferir no destino de uma operação independentemente do profissionalismo das tropas. Destarte, a caracterização ambiental do sítio de interesse deve ser, cuidadosamente, estudada com o fim da obtenção de vantagens operacionais.

Para auxiliar nas tomadas de decisão foi proposto o SisBaHiA® desenvolvido na COPPE/UFRJ como um sistema computacional para preencher este vácuo nos planejamentos das OpAnf.

Desprezar os avanços tecnológicos, já amplamente solidificados em outras marinhas, significa olvidar potenciais equívocos nas futuras operações da MB.

GURGEL, Felipe Otavio Melo Jácome. **Sistema de Apoio ao Desembarque: contribuição para as tomadas de decisão em uma Operação Anfíbia**. 71p. Dissertação (Mestre em Ciências Navais) – Escola de Guerra Naval, RJ, 2018.

GURGEL, Felipe Otavio Melo Jácome; ROSMAN, Paulo C. C.; SANTOS, Marcos.. Evaluation of Oil Spill in the Environment of Forno Port, Municipality of Arraial do Cabo, Brazil. New York, **Modern Environmental Science and Engineering**. 2019. 8p. Paper Acceptance.

KAHNEMAN, Daniel. **Rápido e Devagar: duas formas de pensar**. Tradução Cássio de Arantes Leite. Rio de Janeiro: Editora Objetiva, 2012. 588p.

NOVA ZELÂNDIA. **SurfZoneView**. MetOcean Solutions Ltd. 2018. Disponível em: <<https://static1.squarespace.com/static/57070436f699bbcf154423d/t/57e1ec8c579fb3910f43ee18/1474423964085/SurfZoneView.pdf>>. Acesso em 03 de julho de 2018.

ROSMAN, Paulo César Colonna. **Sistema base de hidrodinâmica ambiental. Referência Técnica**. Programa de Engenharia Oceânica da COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ, 347 p. Disponível em: <http://www.SisBaHiA@coppe.ufrj.br/SisBaHiA@_RefTec_V95.pdf>. Acesso em: 20 de ago. de 2014.

TILL, Geoffrey. **Seapower: A guide for the Twenty-First Century**. 2. ed. Londres: Frank Cass Publishers, 2009.

VIALPANDO, Emma. **Stability Operations in Haiti 2010: A Case Study**. U.S. Army Peacekeeping and Stability Operations Institute. Oct. 2016. 156 p.

WILLIAMS, Blair S. Heurísticas e Vieses no Processo Decisório Militar. **Military Review**, Forte Leavenworth, Kansas, p. 56-69, jan.-fev., 2011.