

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC FELIPE OTAVIO MELO JÁCOME GURGEL

SISTEMA DE APOIO AO DESEMBARQUE:

Contribuição para as Tomadas de Decisão em uma Operação Anfíbia.

Rio de Janeiro

2018

CC FELIPE OTAVIO MELO JÁCOME GURGEL

SISTEMA DE APOIO AO DESEMBARQUE:

Contribuição para as Tomadas de Decisão em uma Operação Anfíbia.

Dissertação apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores.

Orientador: CF Carlos Uendel de Sousa Vituriano

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval
2018

“Quando a escola do oceano se reúne à escola da guerra podem estar certos de que se lhes dispensou entre seus semelhantes um quinhão comparável de saber.”

Rui Barbosa

AGRADECIMENTOS

Inicialmente a Deus, por ter me concedido a saúde física e mental que permitissem levar a cabo essa tarefa.

Ao meu orientador, Capitão de Fragata Uendel, pela paciente orientação e por seus direcionamentos no estudo contribuindo sobremaneira na elaboração deste trabalho.

Aos meus pais Francisco e Ivonete, pelo amor e incentivo em todas as etapas profissionais da minha vida.

Aos meus filhos Ian e João pelo amor incondicional.

A minha companheira Admara pela compreensão, apoio e carinho neste período.

Aos meus companheiros da Turma CEMOS 2018, em especial ao CF Arandy, CC Artur, CC Abranches, CC José Eduardo, LCDR Frisnell (EUA), CC Sophie (França) e CC Maurício (Peru) pelo companheirismo, amizade e ajuda na elaboração deste trabalho.

RESUMO

O objetivo deste estudo é analisar a adequabilidade do emprego de um sistema de apoio à decisão para auxiliar no planejamento de uma Operação Anfíbia e descrever sua metodologia visando sua implementação na Marinha do Brasil. A relevância do estudo reside na contribuição com o planejamento tático e operacional das Operações Anfíbias, possibilitando incrementar a segurança dos militares, minimizando avarias dos meios navais e de fuzileiros navais durante o movimento navio-terra, além de permitir uma melhor compilação do quadro tático da área de operação. Este trabalho terá como foco o movimento navio-terra realizado por superfície, pois busca-se entender melhor a interação dos meios de superfície com seu ambiente operacional: a complexa zona de arrebentação de uma praia de desembarque. Segundo a teoria de Daniel Kahneman exposta em seu livro “Rápido e Devagar: duas formas de pensar”, em que estabelece uma dualidade entre os Sistemas 1 e 2, em que o primeiro é mais intuitivo e este último está voltado para situações com maior nível de racionalidade. No entanto, as heurísticas, que simplificam os problemas complexos, reduzem a capacidade do nosso processo racional perante demasiada parcela de informações e geram erros duvidosos e inconscientes nas decisões. Trazendo esses conceitos para as Operações Anfíbias, verifica-se que esta é uma das mais complexas e completas operações de guerra, portanto, sujeitas a erros de avaliação dos planejadores. São apresentados exemplos históricos de sucesso e de fracasso nas Operações Anfíbias de maneira a reforçar a importância do planejamento voltado para as condições ambientais e/ou meteoceanográficas na área de responsabilidade para o cumprimento das missões. Fica notória a importância deste tipo de operação nos anos vindouros diante da nova ordem mundial. Modelos computacionais passam a ser utilizados a fim de mitigar possíveis erros. São analisados sistemas de apoio à decisões utilizados na França (*Système Déployable d'Hydrographique Militaire*), Estados Unidos da América (*Coupled Ocean/Atmosphere Mesoscale Prediction System*) e Nova Zelândia (*SurfZoneView*). Dentre os resultados mais significativos destacam-se pela importância: a sugestão de aplicação de um sistema de apoio à decisão no auxílio dos planejamentos das Operações Anfíbias propiciando uma maior economia de forças e meios, ampliação dos conhecimentos dos processos litorâneos, a utilização de um sistema com concepção nacional e a possibilidade de uso em outras áreas da Marinha do Brasil. O valor deste trabalho está em uma evolução doutrinária e operacional nas Operações Anfíbias da Marinha do Brasil alinhado com as novas tecnologias utilizadas nas marinhas mais avançadas no mundo, fortalecendo uma das tarefas do poder naval brasileiro que é projetar poder sobre terra.

Palavras-chave: Operações Anfíbias; Movimento Navio-Terra; Sistema de Apoio à Decisão; Modelagem.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelagem digital do terreno.....	60
Figura 2 – Malha de elementos finitos.....	61
Figura 3 – Dados batimétricos.....	62
Figura 4 – Rugosidade equivalente do fundo.....	63
Figura 5 – Comparação da elevação do nível d'água.....	64
Figura 6 – Comparação das intensidades das correntes.....	65
Figura 7 – Visão Geral da Área de Estudo.....	66
Figura 8 – Visão detalhada das proximidades da Praia do Farol em uma situação com ventos de sudoeste.....	67
Figura 9 – Visão detalhada das proximidades da Praia do Farol em uma situação com ventos de nordeste.....	68
Figura 10 – Exemplo da deriva de óleo nas proximidades do Porto do Forno, Arraial do Cabo-RJ.....	69

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Adbq – Área de Desembarque

AED – Ações Estratégicas de Defesa

BNDO – Banco Nacional de Dados Oceanográficos

CC – Carros de Combate

CFN – Corpo de Fuzileiros Navais

CHM – Centro de Hidrografia da Marinha

CLAnf – Carro Lagarta Anfíbio

CNUDUM – Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar

COAMPS – *Coupled Ocean/Atmosphere Mesoscale Prediction System*

COC – Centro de Operações de Combate

ComForDbq – Comandante da Força de Desembarque

ComForTarAnf – Comandante da Força-Tarefa Anfíbia

COPPE – Instituto Aberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

CP – Cabeça-de-Praia

DHN – Diretoria de Hidrografia e Navegação

DMN – Doutrina Militar Naval

ED – Embarcação de Desembarque

EMA – Estado-Maior da Armada

END – Estratégia Nacional de Defesa

EUA – Estados Unidos da América

FDNZ – Forças de Defesa Neozelandesa

FNMOC – *Fleet Numerical Meteorology and Oceanography Center*

ForDbq – Força de Desembarque

ForTarAnf – Força-Tarefa Anfíbia

FST – *Fleet Survey Team*

GIS – *Geographic Information System*

GLOSS – *The Global Sea Level Observing System*

GptOpFuzNav – Grupamento Operativo de Fuzileiros Navais

GRUMEC – Grupamento de Mergulhadores de Combate

HMS – *Her Majesty's Ship*

LCAC – Embarcação de Desembarque de Colchão de Ar

MB – Marinha do Brasil

MD – Ministério da Defesa

MH – Modelo Hidrodinâmico

MEF – Malha de Elementos Finitos

METOC – *Meteorology and Oceanography Command*

MNF – Marinha Nacional Francesa

MNT – Movimento Navio-para-Terra

NAVGEM – *Naval Global Environment Model*

NDCC – Navio de Desembarque de Carros de Combate

NDD – Navio de Desembarque Doca

NDM – Navio Doca Multipropósito

NOAA – *National Oceanic and Atmospheric Administration*

OpAnf – Operações Anfíbias

OHI – Organização Hidrográfica Internacional

OND – Objetivo Nacional de Defesa

OpEsp – Operações Especiais

PDN – Política de Defesa Nacional

PHM – Porta-Helicópteros Multipropósito

SAD – Sistemas de Apoio à Decisão

SDHM – *Système Déployable d' Hydrographique Militaire*

SEAL – *Sea, Air and Land*

SHOM – *Service Hydrographique et Oceanographique de la Marine*

SisBaHiA – Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental

SisDBQ – Sistema de Apoio ao Desembarque

SOLAS – Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar

SZV – *SurfZoneView*

UAnf – Unidade Anfíbia

UDT – Equipe de Demolição Subaquática

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

USMC – Corpo de Fuzileiros Navais Estadunidense

U.S. Navy – Marinha Estadunidense

VTOL – *Vertical Take-Off and Landing*

WW3 – *Wave Watch III*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OPERAÇÕES ANFÍBIAS	15
2.1	A IMPORTÂNCIA DA DOCTRINA DAS OPERAÇÕES ANFÍBIAS NO BRASIL PARA O SISTEMA DE APOIO AO DESEMBARQUE	15
2.2	ALGUMAS LIÇÕES DAS OPERAÇÕES ANFÍBIAS NA HISTÓRIA	17
2.2.1	A Campanha de <i>Galipolli</i>	18
2.2.2	Operação <i>Jubilee</i>	19
2.2.3	Batalha de <i>Tarawa</i>	20
2.2.4	Operação <i>Overlord</i>	21
2.2.5	Operação <i>Chromite</i>	23
2.2.6	Operação <i>Urgent Fury</i> : a invasão de Granada	24
2.3	MOVIMENTO NAVIO-TERRA	25
2.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE AS OPERAÇÕES ANFÍBIAS NO BRASIL	27
3	SISTEMA DE APOIO À DECISÃO	31
3.1	SISTEMAS DE JULGAMENTO E TOMADA DE DECISÃO	31
3.2	O USO DE MODELOS COMPUTACIONAIS NOS SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO	33
3.3	FERRAMENTAS UTILIZADAS EM OUTRAS MARINHAS	35
3.3.1	Marinha Nacional Francesa – <i>Système Déployable d'Hydrographie Militaire</i>	35
3.3.2	Marinha dos Estados Unidos da América – <i>Coupled Ocean/Atmosphere Mesoscale Prediction System</i>	37
3.3.3	Forças de Defesa da Nova Zelândia – <i>SurfZoneView</i>	40
4	SISTEMA DE APOIO AO DESEMBARQUE	43
4.1	O MODELO COMPUTACIONAL	44

4.2	MODELAGEM DIGITAL DO TERRENO	46
4.2.1	Condições de Contorno de Terra e Mar	46
4.2.2	Malha de Elementos Finitos	47
4.2.3	Batimetria e Rugosidade Equivalente do Fundo	48
4.3	MODELO HIDRODINÂMICO	49
4.4	MODELO DE PROPAGAÇÃO E DE GERAÇÃO DE ONDAS	49
4.5	CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO	51
5	CONCLUSÃO	53
	REFERÊNCIAS	56
	ANEXO - FIGURAS ILUSTRATIVAS DA METODOLOGIA UTILIZADA NO	
	SISBAHIA	60

1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Macro Diagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil, verifica-se, em todo o mundo, que mais de 50% da população vivem a menos de 60 km do litoral, e há previsões que em 20 anos essa percentagem atinja os 75% (STROHAECKER, 2008).

O Brasil segue essa mesma tendência. Com um litoral que se estende da região equatorial do Hemisfério Norte às latitudes subtropicais do Hemisfério Sul, com mais de 8.000 km banhados pelo Oceano Atlântico ocidental, a zona costeira constitui-se em uma parcela privilegiada do território brasileiro. Fonte de recursos naturais, econômicos e humanos, com cerca de 26,6% da população brasileira habitando essa região (BRASIL, 2011), a zona costeira configura-se como patrimônio nacional¹ e de grande valor estratégico.

O conturbado ambiente internacional, patente no século XXI, tem acentuado a ocorrência de conflitos, particularmente de baixa intensidade, normalmente decorrentes de disputas internas, terrorismo e criminalidade (LAGE, 2011). Souza (2003) acerta que a maioria dos conflitos regionais, bem como as violações das regras internacionais, ocorre, atualmente, no litoral. Para Till (2009), o litoral é o local onde as ameaças estão localizadas e assim se torna a arena natural para operações marítimas pós-modernas.

Além disso, analisando, ainda, a conjuntura mundial, tem aumentado o número de desastres naturais, como terremotos e furacões, deixando milhares de desabrigados e deslocados em diversos países (LAGE, 2011).

A Estratégia Nacional de Defesa (END), (BRASIL, 2016) autoriza o uso da Força Naval em diversas atividades. Desde a defesa da integridade territorial, a realização de operações de paz e humanitárias, evacuação de não-combatentes até a atuação em conflitos no

¹ Conforme estabelece a Constituição Federal de 1988, em seu Título VIII, Capítulo VI, Artigo 225, Parágrafo 40, a Floresta Amazônica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são considerados Patrimônio Nacional, ou seja, o conjunto de bens de uso comum, cujas características especiais lhe conferem posição especial, exigindo a preservação de suas condições básicas de existência.

apoio à política externa em qualquer região de interesse da nação. Muitas dessas atividades só são possíveis com a projeção de poder sobre terra que se dá com uma Operação Anfíbia (OpAnf).

Contudo, as OpAnf são extremamente complexas. Contemplam, também, uma diversidade de navios, meios de fuzileiros navais e aeronaves – tanto de asa fixa quanto de asas rotativas. São realizadas operações de ataque, bombardeio, operações especiais, antissubmarino, contramedidas de minagem, ações de guerra eletrônica, de defesa aeroespacial, de guerra acústica e de defesa nuclear, química e biológica, dentre outras operações, que também podem ser realizadas por Forças de Apoio (BRASIL, 2017)

Apesar de todas as operações navais necessitarem de uma preparação cuidadosa e detalhada, o planejamento de uma OpAnf é dificultada por demandar uma coordenação multifacetada em virtude das variadas Operações e Ações de Guerra Naval que são realizadas de forma encadeada e, por vezes, concorrentes.

Diante dessa conjuntura, dentre os diversos planos que serão confeccionados, faz-se necessário o estudo detalhado da área de operação onde podemos considerar exequível a realização de um desembarque.

Apesar de o estudo da área de responsabilidade ser apenas um aspecto em uma OpAnf, é o local onde ocorrerá a transposição da influência do Poder Naval para a área de interesse no Dia-D e Hora-H². Momento crítico para as forças, e de grande relevância para a consecução dos objetivos em terra.

Essa etapa da operação requer um planejamento detalhado para que o Comandante da Força-Tarefa Anfíbia (ComForTarAnf), junto ao Comandante da Força de Desembarque (ComForDbq) possam melhor decidir o local e a hora ótima para o desembarque.

² Conforme o Manual de Operações Anfíbias (BRASIL, 2000), o Dia-D é a denominação dada ao dia previsto para o início do assalto propriamente dito, ou desembarque em terra. A Hora-H é aquela escolhida para que a primeira vaga de assalto abique na praia.

O propósito deste trabalho³ é analisar a adequabilidade do emprego de um sistema de apoio à decisão (SAD), com base em análises ambientais, para auxiliar no planejamento de uma OpAnf e descrever sua metodologia visando sua implementação na 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, minimizando avarias dos meios navais e de fuzileiros navais durante o movimento navio-terra (MNT), permitindo ampliar o reconhecimento especializado da área de operação o que auxiliará o ComForTarAnf no seu ciclo de decisão⁴.

Este trabalho terá como foco o MNT realizado por superfície pois buscaremos entender melhor a interação dos meios de superfície com seu ambiente operacional: a complexa zona de arrebentação de uma praia de desembarque.

A metodologia adotada foi a pesquisa exploratória por meio de uma investigação bibliográfica e documental que, no capítulo 2 apresenta noções sobre as OpAnf no Brasil e sua importância, a doutrina da OpAnf, além de citar algumas operações clássicas do século passado que trazem a relevância do reconhecimento do ambiente operacional.

O capítulo 3 traz conceitos sobre os processos de tomadas de decisão, posteriormente introduzimos o SAD e seu crescente uso na sociedade além de apresentar os modelos utilizados por outras marinhas.

O capítulo 4 materializa a ideia sobre a adoção de um SAD a ser utilizado na Marinha do Brasil (MB) em apoio às OpAnf por meio de sua metodologia e por meio da

³ O autor possui uma experiência significativa de 12 anos operando com navios anfíbios e embarcações de desembarque, depois indo servir no Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), ampliou seus conhecimentos sobre oceanografia costeira, onde concluiu o Mestrado em Engenharia Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, que versava sobre o uso de modelos hidrodinâmicos em derrames de óleo no mar. A união da experiência pretérita com o conhecimento adquirido no seu curso de Mestrado conferem ao autor um cabedal expressivo de compreensão e da importância acerca do assunto em voga.

⁴ Doutrina 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.

proposição de sugestões.

Por fim, após todo o desenvolvimento concluído, será verificado se o SAD sugerido pode ser adotado pela MB. Assim sendo, o presente trabalho poderá aperfeiçoar o planejamento e a execução das OpAnf em nossa Marinha e, conseqüentemente, fortalecer uma das tarefas de nosso poder naval que é projetar poder sobre terra.

2 OPERAÇÕES ANFÍBIAS

Este capítulo tem como propósito citar a doutrina das OpAnf na MB contextualizando-a com o propósito do trabalho. Posteriormente, será exemplificado, por meio de suas principais operações realizadas no século passado, a importância do conhecimento do ambiente operacional para a tarefa de projeção de poder sobre terra e realizar-se-á uma breve exposição de uma etapa da OpAnf que é o MNT em nossa Marinha.

Por fim, será citada parte da evolução das OpAnf no país, a partir da década de 50, fazendo algumas reflexões almejando criar uma ideia da relevância do trabalho desenvolvido para a evolução operacional das mesmas na MB.

2.1 A IMPORTÂNCIA DA DOCTRINA DAS OPERAÇÕES ANFÍBIAS NO BRASIL PARA O SISTEMA DE APOIO AO DESEMBARQUE

Nesta etapa busca-se introduzir as OpAnf no cenário brasileiro a partir dos documentos legais que norteiam sua condução apresentando dados recentes relativos à MB que demonstram a alteração de sua postura frente aos novos desafios apresentados pela nova ordem mundial.

A Marinha do Brasil tem como missão preparar e empregar o Poder Naval com o propósito de defender a Pátria; garantir os poderes constitucionais, cumprir as atribuições subsidiárias previstas em lei e apoiar à política externa⁵.

O cumprimento de sua missão será efetuado pelos meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais que deverão estar capacitados para realizar as quatro tarefas básicas do Poder Naval, que são: controle de área marítima; negação do uso do mar; projeção de poder sobre terra; e contribuição para a dissuasão estratégica (BRASIL, 2016).

A projeção de poder sobre terra segundo a Doutrina Militar Naval (DMN),

⁵ Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/content/missao-e-visao-de-futuro-da-marinha>>. Acesso em: 22 de abr. 2018.

(BRASIL, 2017), é a “transposição da influência do Poder Naval para áreas de interesse, terrestres ou marítimas, abrangendo um amplo espectro de atividades”, onde podemos envolver as operações anfíbias, a mais clássica delas, assim como a simples presença de forças no mar.

A END salienta:

A fim de garantir a capacidade de projeção de poder e ampliar a de controlar áreas marítimas, a Marinha deverá dispor de meios de fuzileiros navais, em permanente condição de pronto emprego, essenciais para a defesa de instalações navais e portuárias, dos arquipélagos e das ilhas oceânicas, nas águas jurisdicionais brasileiras, para atuar, tempestiva e eficazmente, em operações de guerra naval, em atividades de emprego de magnitude e permanência limitadas, em operações humanitárias e em apoio à política externa em qualquer região que configure cenário estratégico de interesse. Nas vias fluviais, serão fundamentais para assegurar o controle das margens durante as Operações Ribeirinhas. O Corpo de Fuzileiros Navais, força de caráter anfíbio e expedicionário por excelência, constitui-se em parcela do Conjugado Anfíbio da Marinha do Brasil (BRASIL, 2016, p. 27).

Consoante com a END, 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.

Conclui-se que expedicionário será o conjugado anfíbio, o somatório da Força Naval com seus meios aeronavais adjudicados e um Grupamento Operativo de Fuzileiros Navais (GptOpFuzNav) embarcado, em condições de cumprir missões relacionadas às tarefas básicas do Poder Naval.

Segundo Almeida e Oliveira (2017), o conjugado anfíbio é a expressão máxima da capacidade expedicionária de pronto emprego da MB, por integrar vetor de alcance e mobilidade estratégicos com força para atuar em terra.

De acordo com Lage e Guadagnino (2013), o emprego desse Conjugado Anfíbio extrapola o conceito das OpAnf clássicas (Assalto Anfíbio, Incursão Anfíbia, Demonstração Anfíbia e Retirada Anfíbia). Adiciona-se a nova modalidade denominada Projeção Anfíbia.

A Projeção Anfíbia é a introdução de meios de Fuzileiros Navais em área de interesse, a partir do mar, para cumprir tarefas variadas que podem ser ligadas às operações

navais ou outras contingências, como prevenção de conflitos e catástrofes naturais (BRASIL, 2016). Cabe ressaltar que tal denominação só pode ser usada quando da aplicação do Conjugado Anfíbio.

Essa nova modalidade de OpAnf se coaduna com a nova ordem mundial, pós-Guerra Fria (1947-1989) em que, muitas das vezes não haverá o enfrentamento de esquadras⁶ mas há um ambiente com ameaças difusas como o terrorismo, o narcotráfico, a pirataria, a busca por recursos naturais (petróleo) e ictiológicos, desastres ambientais, problemas relacionados à imigração, entre outros.

Ao que tudo indica a projeção de poder sobre terra ganha importância no cenário nacional, como se percebe com a aquisição do navio doca multipropósito NDM Bahia (G-30) da Marinha Francesa e a recente transferência do navio HMS “*Ocean*”⁷ da Marinha Real do Reino Unido para a MB que reforçam as capacidades anfíbias e expedicionárias do Brasil. A ampliação da ênfase nas OpAnf com a nova modalidade Projeção Anfíbia confere mais responsabilidades à MB, entretanto, não podemos nos descuidar de cada engrenagem que compõe este tipo de operação, *e.g.* o MNT.

Se as OpAnf ganham relevância, conseqüentemente, o MNT também cresce de importância. Neste ínterim, observa-se que o MNT, efetiva transposição da influência a partir do mar para terra, se apresenta como um dos elementos fundamentais de uma OpAnf. O conhecimento histórico, apresentado abaixo, ajuda-nos a compreender as dificuldades enfrentadas por soldados no passado e serve de alerta para a futura singradura do MNT e das OpAnf no Brasil.

2.2 ALGUMAS LIÇÕES DAS OPERAÇÕES ANFÍBIAS NA HISTÓRIA

O grande estrategista Alfred Taher Mahan (1840-1914) já afirmava que o “estudo

⁶ Palestra proferida por Geoffrey Till na Escola de Guerra Naval em 22 de abril do corrente ano.

⁷ Recebeu o nome na MB de Porta-Helicópteros Multipropósito (PHM) “Atlântico”.

da história é o alicerce para todas as boas conclusões e práticas militares”⁸. Neste ponto citaremos de forma resumida, algumas das mais famosas OpAnf, suas consequências e as lições aprendidas, no que se refere ao estudo das Áreas de Desembarque e seus reflexos no MNT. Não cabe aqui analisar a oposição sofrida pelos invasores e a capacidade dos defensores, e sim, apontar questões do ambiente operacional e suas implicações.

2.2.1 A Campanha de *Galipoli*

Para Kennedy (2013), na Campanha de *Galipoli* (1915-16), as condições meteorológicas no estreito de *Dardanelos*, muito instáveis, não foram levadas em consideração. O verão demonstrou ser muito intenso (gerando problemas no suprimento de água para os soldados), enquanto, no inverno, as tempestades e nevascas provenientes do Bósforo fustigaram a tropa.

As áreas de desembarque possuíam declives íngremes e o terreno pedregoso eram inadequados para o movimento da tropa. As embarcações utilizadas para o transporte de tropas até a praia também não eram adequadas para o desembarque (KENNEDY, 2013).

A operação foi um desastre, tendo em vista o considerável número de baixas sofridas pelos aliados e pela expressiva perda de material, devido às falhas no planejamento e na execução, ou seja, foi conduzida sem surpresa, sem coordenação adequada e improvisando métodos de apoio (VELLAME, 2007).

Essa batalha passa a ser um marco nas operações anfíbias. A partir do seu fracasso, o CFN estadunidense elaboraram procedimentos e projetaram meios adequados para sua execução. A doutrina começou com o Major *Earl Hancock "Pete" Ellis*⁹ (1880-1923), oficial de inteligência do *United States Marine Corps*¹⁰ (USMC) que criou *Operations Plan*

⁸ Nota de aula do CF Raphael Corrêa Silva.

⁹ Palestra proferida pelo Contra-Almirante (FN) Renato Rangel Ferreira em 29 de junho do corrente ano na Escola de Guerra Naval (EGN).

¹⁰ “Corpo de Fuzileiros Navais dos Estados Unidos da América” (tradução nossa).

712: *Advanced Base Operations in Micronesia*¹¹, base para a campanha dos EUA no Oceano Pacífico. Em 1938, a *Landing Operations Doctrine*¹², da Marinha dos EUA, solidificou as transformações na doutrina e no treinamento para as OpAnf.

Dentre as inovações materiais tem-se a criação do LCVP¹³ (*Landing Craft Vehicle Personnel*), mais conhecido como "*Higgins boat*". A embarcação tinha uma rampa de aço adaptada a um casco de madeira e era capaz de transportar e desembarcar pessoas e equipamentos em praias. Veículos anfíbios e blindados leves ideais para o transporte em embarcações e para o desembarque também foram desenvolvidos (NOBLET, 2010).

Diante do exposto, verifica-se a necessidade da constante adaptação da doutrina das OpAnf com intuito de melhor cumprir a missão desejada. No que se refere ao ambiente operacional, percebemos que o relevo da praia, o tipo de terreno e clima contribuíram para seu insucesso. Este trabalho coaduna com essa posição e, como veremos mais a frente, sugere a adoção de um SAD na MB contribuindo na melhoria da doutrina do nosso conjugado anfíbio.

2.2.2 Operação *Jubilee*

Na batalha de *Dieppe* (1942), as tropas canadenses que desembarcaram tiveram atrasos em virtude da praia possuir um terreno com muitas pedras e rochas. Além disso, haviam aclives que dificultavam o avanço no terreno. Os blindados também não conseguiram prosseguir em virtude do cascalho presente no local. Muitos atolavam na praia. As informações provenientes do sistema de inteligência tinham sido insuficientes (KENNEDY, 2013).

Assim como em *Galipolli*, o relevo e o tipo de terreno contribuíram para o fracasso dos aliados em *Dieppe*. Muitos soldados/fuzileiros ficaram presos em paredões ou penhascos sendo facilmente abatidos pelos inimigos. Cabe acrescentar aqui, uma novidade

¹¹ “Plano de Operações 712: Operações Básicas Avançadas na Micronésia” (tradução nossa).

¹² “Doutrina de Operações de Desembarque” (tradução nossa).

¹³ “Embarcações de desembarque de material e pessoal” (tradução nossa).

que foi o desembarque de CC. Como muitos atolaram, houve a necessidade de planejar veículos e CC mais leves e adequados para certos tipos de terrenos. A ausência de análises sedimentológicas foram sanadas nas OpAnf seguintes como podemos observar mais abaixo na Operação *Overlord*.

2.2.3 Batalha de *Tarawa*

Em novembro de 1943, os fuzileiros navais dos EUA efetuaram um assalto anfíbio no atol de *Tarawa* (Ilhas *Gilbert*) durante a Guerra do Pacífico. A não observância do regime das marés locais e a utilização de cartas náuticas desatualizadas com sondagens de 1841 impediram a chegada das embarcações nas praias japonesas. Estas não conseguiram alcançar o seu destino devido aos corais e rochas situados no meio do caminho. Como resultado, os fuzileiros navais foram obrigados a percorrer quase uma milha, dentro d'água, sob o pesado fogo das tropas japonesas (SHAW, 2008).

As Equipes de Demolição Subaquática da Marinha¹⁴ (UDTs) das forças especiais da Marinha dos EUA (*SEAL – Sea, Air and Land*) surgiram neste contexto derivado dos *Seabees* que eram batalhões que apoiavam os desembarques (KENNEDY, 2013) durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945). Neste caso os *Seabees* tentaram mitigar com a explosão dos obstáculos abaixo d'água.

Os Estados Unidos ganharam a batalha, mas esta foi uma das mais sangrentas. Estima-se que metade das baixas americanas poderiam ter sido evitadas se os planejadores militares dos EUA não ignorassem os alertas sobre os regimes de marés em *Tarawa* (DONNER apud WRIGHT, 2012).

Dessa batalha, acrescentamos três fatores importantes no planejamento de um MNT. As condições de marés, o estudo do relevo submarino e a atualização dos dados de inteligência a serem utilizados na missão.

¹⁴ Disponível em: <<https://navyseals.com/nsw/navy-seal-history/>> Acesso em: 21 de abr. 2018.

2.2.4 Operação *Overlord*

Em 1940 a Alemanha expulsou os ingleses do continente europeu em *Dunquerque* (Operação *Dínamo*). Os estudos estratégicos realizados a pedido do primeiro-ministro britânico Winston Churchill (1874-1965) indicavam que uma operação anfíbia era necessária. Inicialmente, os desembarques foram considerados extremamente complexos e impraticáveis (AMBROSE, 1997).

Os Aliados passaram a executar operações anfíbias de menor monta no norte da África e na Itália, para, além de expulsar de vez os alemães do mar Mediterrâneo, adquirir todos os conhecimentos necessários para uma invasão de grande porte nas praias da França (SANTOS, 2004).

As operações *Torch* (norte da África), *Husky* (Sicília, Itália), *Avalanche* (Salerno, Itália) e *Shingle* (Anzio, Itália) foram todas bem-sucedidas, mas não foram perfeitas e propiciaram várias lições aos Aliados (AMBROSE, 1997).

Em 1943 o Tenente-General britânico Frederick Morgan (1894-1967) ficou encarregado de coordenar e dar início aos planos para operações além do canal da Mancha. Em dezembro do mesmo ano, o General estadunidense Dwight Eisenhower (1890-1969) é nomeado comandante supremo da Força Expedicionária Aliada (AMBROSE, 1997).

Posteriormente, fica definido que o desembarque se espalharia por cerca de 80 quilômetros e que o combate deveria ser realizado entre *Cherbourg* e a foz do rio *Sena*, em um trecho dividido em cinco setores: *Utah*, *Omaha*, *Gold*, *Juno* e *Sword* (AMBROSE, 1997).

Para o sucesso da missão, um planejamento detalhado e um conhecimento aprofundado das características da região do local escolhido para o desembarque seria necessário. As praias deveriam ser apropriadas para prolongadas operações de desembarque com as embarcações de desembarque (ED) e dispor de saídas rápidas de veículos e rede de estradas a fim de poder dar um rápido e maciço avanço para o interior (AMBROSE, 1997).

O levantamento sedimentológico das praias selecionadas foram atribuídas ao Grupo de Operação Combinada nº 1, de Reconhecimento Costeiro e Pilotagem ainda no ano de 1943 (AMBROSE, 1997).

O general Eisenhower também possuía uma assessoria nas questões meteorológicas e oceanográficas que foram decisivas no planejamento do assalto anfíbio em curso. Conceberam um panorama de condições climáticas e de marés ideais para o momento ideal do desembarque, normalmente seguindo o calendário lunar, disponíveis apenas em alguns dias por mês (AMBROSE, 1997).

Outro fato importante, ligado à ciência ambiental, que poderia ter interferido na logística subsequente ao desembarque, foi a destruição de um porto artificial¹⁵ construído para o desembarque das tropas e suprimentos em virtude das fortes tempestades nos dias seguintes às conquistas das cabeças de praia, o que provocou um atraso colossal no cronograma dos Aliados (KENNEDY, 2013).

Os conhecimentos colhidos de outras operações anfíbias trouxe um relevante ganho doutrinário para os Aliados. Além dos aspectos militares, as praias de desembarque receberam atenção especial. Foram realizados estudos sedimentológicos para verificar a trafegabilidade dos Carros de Combate nas praias. O relevo deveria ser adequado para um rápido processo de interiorização. As praias deveriam ser próprias para ED, considerando a inclinação da praia (gradiente), tipos de ondas e maré. Ademais existia uma equipe de assessoramento nas questões meteorológicas e oceanográficas.

Apenas o dimensionamento dos portos artificiais não foram adequados para a energia das ondas que seguiram o Dia-D provocando significativo atraso na descarga geral. Aqui encontramos outra função para o SAD, a ser proposto, nas OpAnf. Para a utilização dos

¹⁵ Também conhecidos como “Porto de *Mulberry*”, eram gigantescas estruturas de concreto, semelhante a um paralelepípedo, que dispunham de um lastro interno de modo que podiam ser rebocados e então montados como peças de dominó num enorme quebra-mar. A essa altura, eles eram suavemente afundados nas águas rasas próximas da praia servindo para o escoamento seguro e contínuo da logística necessária para as operações seguintes da guerra (KENNEDY, 2013).

pontões, em desuso na MB, faz-se mister o conhecimento das condições hidrográficas da região. Estas “pontes estreitas” que contribuem na transposição de cursos d’água ou no desembarque de material/pessoal em praias com obstáculos ou com gradientes desfavoráveis podem ser de extrema importância nas OpAnf.

2.2.5 Operação *Chromite*

O sucesso do assalto anfíbio de setembro de 1950 realizado em *Inchon* foi um ponto de inflexão na Guerra da Coreia (1950-1953) e é um exemplo claro de como o pleno conhecimento do ambiente operacional pôde alterar os rumos de um conflito.

A ideia de invadir *Inchon* foi considerado uma grande manobra operacional do Comandante-em-Chefe General Douglas Mac Arthur (1880-1964) pois nem mesmos os norte-coreanos acreditavam ser possível a realização de um assalto naquelas praias (SHAW, 2008). O General verificou a possibilidade de impedir o avanço do exército norte-coreano com uma OpAnf de forma a cortar suas linhas de comunicação. Vários locais foram cogitados como *Kusan* e *Chinnampo* mas a decisão final foi *Inchon* (SPELLER, TUCK, 2014).

Para Speller e Tuck (2014), *Inchon* não era a melhor escolha. As elevadas amplitudes de maré (9,1 metros), as fortes correntes variando entre 3 e 7 nós (muito próximas das velocidades máximas de uma ED) e os 5.486 metros de bancos de areia e lama durante a maré baixa ao longo do estreito *Flying Fish Channel* eram um grande obstáculo. Não obstante, não havia praias em *Inchon*, o assalto deveria ocorrer no centro da cidade, vencendo muros de 3,6 a 4,2 metros de altura.

O general da USMC Edwin Simmons (1921-2007) considerou que as condições oceanográficas locais eram mais assustadoras do que a qualidade da resistência inimiga esperada (SIMMONS, 2000).

O General Mac Arthur decidiu invadir *Inchon* em 12 de agosto de 1950. A janel

disponível para a operação em decorrência da maré era 15 de setembro ou 11 de outubro. Ele decidiu pela primeira janela em virtude da necessidade urgente de conter o avanço comunista. O tempo de planejamento ficou escasso (SPELLER, TUCK, 2014).

Diante do exposto, conclui-se que o grande desafio para o assalto seria não o inimigo, mas sim um conjunto de fatores ambientais em que o mais importante era a maré. Ela limitava a operação. Ela ditava os dias em que poderia ser feito o assalto. Ela impunha desafios ao Estado-Maior reduzindo seu tempo de planejamento. O estreito canal de aproximação e as fortes correntes também preocupavam.

Contudo, foi o planejamento operacional que propiciou o sucesso da missão. Vários dados de oceanografia, batimetria, correntes, condições do mar, marés, sedimentos de fundo além de uma descrição detalhada do litoral foram obtidos pela equipe de reconhecimento de praia. O desembarque foi improvisado com escadas em virtude da existência de muros para serem transpostos. Cabe ainda ressaltar, que além de todo esforço para tornar possível o assalto anfíbio, foi obtido o princípio da surpresa.

Para Shaw (2008), o êxito logrado na Operação *Chromite* deve-se ao profissionalismo da equipe de reconhecimento hidrográfico que propiciou um planejamento operacional adequado para Batalha em questão, considerando seu levantamento de dados e a perfeita compreensão da hidrodinâmica nos locais de desembarque.

Dessa forma, mais uma vez, assim como na Operação *Overlord*, o pleno conhecimento de todas as variantes hidro-oceanográficas propiciaram o sucesso da missão.

2.2.6 Operação *Urgent Fury*: a invasão de Granada

A Ilha de Granada, localizada em área estratégica do Caribe, era comandada por um governo socialista através do seu premier, Maurice Bishop (1944-1983), apoiado por Cuba e, pela então, União das Repúblicas Socialistas Soviéticas. A Ilha de Granada já era um

incômodo para o governo dos EUA. A situação se degenera em outubro de 1983, quando uma facção de esquerda radical dá um golpe de Estado, depondo e executando Bishop¹⁶. Os EUA respondem prontamente com a Operação *Urgent Fury*¹⁷.

A *Environmental Information for Naval Warfare*¹⁸ (EUA, 2003), cita que duas equipes *SEAL* foram enviadas para realizar o reconhecimento de praia. Durante a operação quatro membros de uma equipe morreram devido ao estado mar após o salto noturno.

A mesma fonte afirma que cerca de 75% das operações especiais são gravemente afetadas por condições meteoceanográficas inadequadas.

As correntes de maré, litorâneas e de retorno, as ondas, a temperatura da água e o estado do mar podem afetar as operações de mergulho ou de infiltração de terra por mar. Normalmente, correntes com velocidades acima de 01 nó¹⁹ impossibilitam o mergulho. Diante do exposto pode-se inferir que o uso de um SAD nesta ocasião, evitaria a morte da equipe *SEAL* durante a missão de estabilização da referida ilha. Conclui-se com este tópico, que o modelo proposto pode cooperar e colaborar com as Operações Especiais também.

2.3 MOVIMENTO NAVIO-TERRA

O MNT é o principal beneficiado deste trabalho. É esta etapa que acaba ficando relegada quando se realiza apenas adestramentos nos mesmos lugares. E é essa preocupação que será discutida, apresentado sugestões para mitigar adversidades em uma operação real. Não importa qual a modalidade de OpAnf escolhida, se houver a necessidade de se realizar o MNT estaremos diante de um momento crítico em qualquer tipo de missão conforme observado nas lições aprendidas no item anterior.

Conforme previsto no Manual de Operações Anfíbias (BRASIL, 2000), o MNT é

¹⁶ Disponível em: < <http://acervo.oglobo.globo.com/fatos-historicos/outubro-de-1983-eua-invadem-granada-9888350#ixzz5MZb99R9K>>. Acesso em: 08 de jul. 2018.

¹⁷ Disponível em: <https://www.globalsecurity.org/military/ops/urgent_fury.htm>. Acesso em: 10 de jul. 2018.

¹⁸ “Informações Ambientais para a Guerra Naval” (tradução nossa).

¹⁹ Informação retirada de manuais específicos do Grupamento de Mergulhadores de Combate (GRUMEC).

uma etapa de fase do Assalto que compreende o movimento ordenado de tropas, equipamentos e suprimentos dos navios de assalto para as praias selecionadas na área de desembarque (Adbq). O MNT pode ser realizado por superfície empregando navios anfíbios que realizam abicagens, desembarque de CLAnf e/ou ED, ou por helicópteros (helitransportado) ou por uma combinação de ambos.

A Marinha dos EUA também emprega aeronaves VTOL²⁰ tipo *Osprey* e embarcações tipo Colchão de Ar, conhecidas como *Landing Craft Air Cushion* (LCAC) nos MNT.

Essa etapa passa a ser o momento em que ocorre a decomposição parcial e temporária do conjugado anfíbio. Este se divide entre a Força Naval e a Força de Desembarque (ForDbq) que é projetada em terra para o cumprimento de suas tarefas previamente estabelecidas no planejamento.

Para o planejamento de um MNT em determinada área de responsabilidade é necessário conhecimentos relativos ao terreno e às condições climáticas, meteorológicas e hidrográficas. O Manual de Operações Anfíbias dos Grupamentos de Fuzileiros (BRASIL, 2008) enumera diversos fatores relevantes para um planejamento adequado e salienta que na “análise dos fatores de decisão no estudo da área de operações, deve-se acrescentar o das condições hidrográficas, pois estas são de primordial importância para a realização do desembarque por superfície”.

No que tange aos meios de superfície, é notório que o transporte de Embarcações de Desembarque (ED) ficou prejudicado com as baixas dos Navios de Desembarque Doca (NDD) Ceará e Rio de Janeiro. O NDM Bahia renovou a capacidade de transportar e controlar ED, vetores importantes para o MNT por superfície assim como os Carros de Lagarta Anfíbia (CLAnf) e carros de combate (CC) para realizar a projeção sobre terra. Estes últimos, também

²⁰ VTOL é um acrônimo do inglês *Vertical Take-Off and Landing*, que significa “Decolagem e Aterrisagem Vertical” (tradução nossa).

podem ser transportados pelos Navios de Desembarque de Carros de Combate (NDCC) que, da mesma forma, tem a possibilidade de abicar na praia e podem ser beneficiados por este trabalho.

A existência de inúmeros meios da MB, que podem realizar esta importante tarefa do Poder Naval, leva-nos a refletir que a complexidade de um MNT, exige do Poder Naval, não só a plena consciência da doutrina como reforça a necessidade de um profundo conhecimento da geografia, hidrografia e meteorologia da região de interesse.

2.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS OPERAÇÕES ANFÍBIAS NO BRASIL

Se até a década dos anos 1940 o Corpo de Fuzileiros Navais (CFN) sofria influências do Exército Brasileiro, o sucesso alcançado pelos USMC durante a Segunda Guerra Mundial trouxe novas perspectivas para o CFN no Brasil com a aprovação, em 1950, de seu novo regulamento, baseado na estrutura organizacional do *United States Marines Corps*, o USMC (TREITLER, 1997).

Como aprendizado ficou a necessidade do treinamento de forma mais próxima da realidade. Segundo o Manual de Oceanografia para Operações Anfíbias da Marinha dos EUA (1952), para se obter sucesso em uma operação anfíbia não bastam treinamento em sala de aula, é necessária uma formação em que os militares operem as ED, CLAnf, tratores, blindados e caminhões, que os marinheiros interpretem fotografias e cartas, entendam de meteorologia e oceanografia e compreendam as forças atuantes na zona de arrebentação.

Para se consolidar uma boa formação, apenas ensaios em grande escala trariam a confiança e a habilidade necessária para se realizar missões reais em circunstâncias adversas. Somente com um treinamento contínuo, sob uma variedade de condições, poderia forjar homens capazes para se conquistar uma praia (EUA, 1952).

Nesse contexto de treinamento contínuo e o mais realístico possível, o CFN

realizou sua primeira OpAnf em 1958, “Operação Aragem”, com o desembarque de tropas na praia de Jacuacanga, em Angra dos Reis/RJ e em 1964 iniciaram as Operações Dragão (TREITLER, 1997). Desde então, em quase todos os anos a MB realizou OpAnf em diversos locais no litoral brasileiro, podemos citar: Angra dos Reis, Cabo Frio e Macaé no Estado do Rio de Janeiro; Vitória, Itaóca e Marataízes no Estado do Espírito Santo; São Sebastião e Caraguatatuba no Estado de São Paulo, Imbituba e Itajaí no Estado de Santa Catarina; além de Ilhéus e Porto Seguro no Estado da Bahia.

Porém, a partir do ano de 1992, a MB passou a realizar exercícios apenas na região de Itaóca/ES. A situação começa a piorar a partir de 2001. Segundo VELLAME (2014), por questões orçamentárias e pelas desincorporações, ocorridas nos últimos sete anos, de três navios anfíbios, a MB, em substituição à “Operação Dragão”, passou a realizar, anualmente, na região de Itaóca-ES, um exercício com reduzida participação de meios navais, aeronavais e, por conseguinte, de fuzileiros navais denominado “UANFEX”.

Em 2016, a MB volta a realizar a operação Dragão também na região de Itaóca/ES. Em dezembro de 2017, o antigo e tradicional adestramento anfíbio volta a ter como palco o mesmo sítio.

O único problema de realizar as operações anfíbias em um mesmo local é que perde-se a capacidade de realizar o planejamento prévio necessário para as OpAnf como o conhecimento, análises e avaliações relativas ao terreno e às condições climáticas, meteorológicas e hidrográficas na área de responsabilidade. Esses fatores foram de extrema relevância para o sucesso de um MNT, principalmente quando realizado pela superfície, grandes vetores da projeção de poder sobre terra. Vellame (2007), reforça esta linha de pensamento:

Na área de adestramento da Marinha em Itaóca-ES não é possível realizar tiro com munição real, porém é excelente para atender e praticar todos os outros tipos de adestramentos. Entretanto, julgo que realizar o exercício com tema tático, seguidamente, numa mesma área, é um fator desmotivador, além de ser pouco produtor profissionalmente, pois o conhecimento prévio do terreno limita o

desenvolvimento dos militares em diversas técnicas e procedimentos, uma vez que inexistem as dificuldades inerentes à execução e ao planejamento em uma região desconhecida. Dentro da realidade orçamentária, a MB poderia se adestrar nesse tipo de operação em áreas alternadas, ou seja, nos anos pares em Itaóca e nos anos ímpares em outra área previamente reconhecida. Para viabilizar economicamente esta proposta, esse exercício poderia envolver outros tipos de guerra naval, sendo o coroamento do adestramento do setor operativo da MB, como foi previsto em 1964, ano da criação da “Operação Dragão”. A realização desse exercício, conforme proposto, permitiria a MB conhecer outras áreas do litoral, que ainda não foram reconhecidas, para serem utilizadas na defesa da soberania e da integridade territorial, quando necessário, bem como o envolvimento de todo setor operativo na realização de tão importante e complexa operação (VELLAME, 2007, p. 17).

A manutenção de uma área específica para exercícios se contrapõe às origens das OpAnf no Brasil. Destaco que esta tarefa básica é exclusiva do Poder Naval que deve estar sempre bem adestrado e apto para a sua execução.

Nesse aspecto, a adoção de um modelo hidrodinâmico na MB contribuirá para uma melhor compreensão dos fenômenos da zona de arrebenção de uma área de interesse por meio de reconhecimentos e estudos prévios que poderão auxiliar no planejamento operacional e tático, independentemente das dificuldades financeiras da Força.

Diante do exposto, percebe-se que com o fim da Guerra Fria o litoral ganhou relevância pois é o local onde as ameaças estão localizadas, a maioria das pessoas vivem e grande parte do comércio é conduzido. Considerando que as ações benignas ou contra os ilícitos poderão ser desenvolvidas a partir do mar, a OpAnf passa a ser uma realidade e o MNT uma grande possibilidade.

Dentre as lições aprendidas pela história das OpAnf, conclui-se que não importa o grau de profissionalismo das tropas e a tecnologia dos seus navios, estaremos sempre sujeitos as condições geográficas e atmosféricas do momento. A consciente escolha da área de operação e um bom planejamento podem ser o ponto de inflexão em um conflito ou operação.

Além disso, faz-se necessária a precisa compreensão da hidrodinâmica e das zonas de arrebenção nas praias de desembarque que é vital para o sucesso nas OpAnf. Contudo, existem diversos fatores relevantes em um planejamento adequado que, muitas das vezes, são difíceis de serem compreendidos de maneira holística, humana e completa.

Assim sendo, o uso de um sistema de apoio à decisão (SAD) torna-se uma ferramenta indispensável diante de problemas complexos e ganham aderência em outras marinhas conforme apresentaremos no próximo capítulo, e reforça a significativa contribuição que este trabalho pode conferir às OpAnf e à MB.

3 SISTEMA DE APOIO À DECISÃO

Como visto no capítulo passado, o sucesso ou o fracasso de uma OpAnf pode estar intimamente ligado às condições ambientais, geográficas e/ou meteoceanográficas. Menosprezar os dados ambientais da praia de desembarque pode prejudicar o desenvolvimento futuro das ações em terra. A compreensão desse conjunto de informações é de fundamental importância no planejamento das operações.

Entretanto, a mente humana possui falhas para interpretar de forma racional, diversas e complexas áreas de conhecimento. Kahneman (2011) identificou como heurísticas os atalhos simplificadores do nosso pensamento intuitivo diante de problemas complicados. Porém, essas simplificações podem levar a decisões incoerentes e ilógicas. O uso de modelos computacionais pode ser a solução para o assunto.

Nesse contexto, este capítulo busca, em sua primeira parte, apresentar o processo de tomada de decisão praticado pelo ser humano pontuando algumas de suas imperfeições com base nos estudos de Kahneman; na segunda parte, discorrer sobre o uso de modelos computacionais como o SAD proposto; e, por fim, citar as ferramentas utilizadas em OpAnf em marinhas de outros países.

3.1 SISTEMAS DE JULGAMENTO E TOMADA DE DECISÃO

Os seres humanos são sujeitos a diversas decisões ao longo de nossa vida. Escolhas que vão desde irrelevantes escolhas rotineiras como o futuro de suas vidas, definições estratégicas de uma empresa e até mesmo de um país ou de uma guerra.

Para Kahneman (2011), o sistema de julgamento humano é dividido em dois, o Sistema 1 que opera de modo automático e rápido, com pouco ou nenhum esforço e nenhuma percepção de controle voluntário. O Sistema 2 aloca atenção às atividades mentais laboriosas que o requisitam, incluindo cálculos complexos.

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 arapuca 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.

Assim conclui-se que no caso de uma situação complexa, por exemplo: a realização de um MNT em uma OpAnf, onde deve-se escolher a praia para se realizar um assalto, os meios a serem empregados, a compilação dos dados do ambiente operacional, a posição do inimigo (se hostil), o objetivo em terra, a hora ideal, ou seja, o comandante militar estará diante de um processo decisório que se apresentará de forma lenta, exigindo dos planejadores grande esforço e atenção. Serão diversas as variáveis a serem analisadas, a decisão pode levar de dias a meses.

No entanto, como já mencionado, o Sistema 2, que é racional e “devagar”, acaba por gerar erros diante de situações complicadas devido aos vieses das heurísticas. Os erros em uma OpAnf podem acarretar a perda de vidas desnecessárias como aconteceu na Batalha de *Tarawa*. O uso de modelos hidrodinâmicos por meio de um SAD tem a capacidade de mitigar tais falhas e auxiliar no complexo processo decisório.

3.2 O USO DE MODELOS COMPUTACIONAIS NOS SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO

Sabendo que o viés pode interferir na solução de algum problema, Araújo (2017) avalia que a eliminação completa dos vieses nos problemas é difícil de ser alcançada, mas é possível reduzir bastante seus efeitos nefastos.

Segundo Bazerman (2004), o uso de modelos lineares com a orientação de especialistas se apresenta como uma solução para melhorar o processo decisório.

Kaufmann (1975) antevia no seu livro “A Ciência da Tomada de Decisão” que os modelos ajudariam a compreender os mecanismos do mundo diante da complexidade dos fenômenos da atualidade.

Para Kahneman (2007), a maioria dos executivos não tem consciência dos riscos que assumem ao tomar uma decisão. Para ele, o otimismo natural do decisor é um obstáculo para o êxito de novos empreendimentos.

Nesse contexto, verifica-se o surgimento do conceito do SAD que são modelos usados para auxiliar o gestor a tomar a melhor decisão possível diante de uma situação real e complexa. O assunto é vasto e amplamente estudado por diversos autores.

Para Ignácio (2009) um SAD pode: proporcionar respostas mais rápidas a situações inesperadas; possibilitar economia de custos por meio de melhores escolhas; proporcionar um melhor e mais rápido uso dos dados e melhorar a capacidade da organização em lidar com problemas complexos.

Os avanços tecnológicos com o desenvolvimento de computadores mais rápidos e robustos com *softwares* avançados proporcionou a evolução do SAD, que se tornaram sistemas computacionais que interagem uma grande variedade de dados coletados através de cálculos, algoritmos matemáticos, simulações, auxiliando nas tomadas de decisão através de simplificações nas análises das questões apresentadas (IGNÁCIO, 2009).

Neste trabalho, será proposta uma solução mais segura para projeção de poder sobre terra através do MNT de superfície ou da abicagem de navios anfíbios, sugere-se a necessidade de montagem de um modelo computacional que simule nossa área de responsabilidade, normalmente, uma região litorânea ou uma praia.

Segundo Massuakado (2004), os modelos de simulação necessitam da inserção correta das variáveis que afetam o fenômeno e suas relações de interdependência, pois são através dessas variáveis que se processarão todo o sistema de informações.

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 integradoras, sem as quais dificilmente se consegue uma visão dinâmica de processos nestes 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 possui pessoal capacitado para criar cenários e simulações para analisá-los dentro de um contexto situacional por vir.

Diante do exposto, os modelos de simulação podem ajudar a entender a zona de arrebentação, possibilitando aos planejadores da OpAnf, uma ampla visão da praia (maré, gradiente, batimetria, tipos de terreno, ondas, entres outros), facilitando a análise de forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, auxiliando-os na escolha dos sítios de desembarque, onde e qual o momento propício para abicagem.

Conclui-se também que a existência de pessoal qualificado é essencial para a implantação dos modelos de simulação pois a mera posse de dados não garante nenhuma vantagem estratégica, caso não seja possível utilizá-los de maneira proficiente.

No item seguinte, vamos citar algumas ferramentas utilizadas por outras marinhas

de forma a reforçar a importância do presente estudo.

3.3 FERRAMENTAS UTILIZADAS EM OUTRAS MARINHAS

Neste item, será apresentado, de forma sucinta, como a marinha estadunidense, a Marinha Nacional Francesa (MNF) e a Forças de Defesa Neozelandesa (FDNZ) exploram os SAD em apoio às OpAnf/MNT e, quando possível, adicionam-se outras informações pertinentes.

3.3.1 Marinha Nacional Francesa – *Système Déployable d'Hydrographique Militaire*

De acordo com Morel (2018), o *Service Hydrographique et Océanographique de la Marine*²¹ (SHOM) tem como missão conhecer e descrever o ambiente físico marinho nas suas interações com o ambiente, com o fundo do mar e as zonas costeiras com intuito de prever seu comportamento.

O SHOM, segundo o mesmo autor, é um órgão do Estado francês que tem como responsabilidade a hidrografia nacional nas zonas sob sua jurisdição e onde a França tem responsabilidades por causa de compromissos internacionais específicos como a Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS), a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDUM), e a Organização Hidrográfica Internacional (OHI).

Para Morel (2018), no que se refere à parte militar, o SHOM também é responsável pelo fornecimento de serviços e manutenção dos equipamentos no campo oceanográfico conforme lista elaborada pelo Ministério da Defesa (MD).

O SHOM, fazendo uma comparação com a realidade brasileira, é semelhante à Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) no entanto, possui gestão civil tendo como um dos seus clientes o Ministério da Defesa (MD) na parte afeta a oceanografia operacional de

²¹ “Serviço de Hidrografia e Oceanografia da Marinha” (Tradução nossa).

interesse militar. São responsáveis pela aquisição de dados referentes ao meio físico marinho, assim como nossa DHN, que por meio do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), é o responsável pelo Banco Nacional de Dados Oceanográficos²² (BNDO) responsável pela gestão das informações sobre o meio marinho. O BNDO torna-se instrumento fundamental para sucesso da implementação do SisDBQ pois é o arquivo dos dados oceanográficos no Brasil.

O SHOM atua em diversas áreas militares e civis. Morel (2018), destaca o seu uso nas operações anfíbias com o domínio do ambiente (geografia, hidrografia, oceanografia e meteorologia) através do *Système Déployable d'Hydrographie Militaire* (SDHM)²³ no teatro de operações navais acoplado ao modelo de circulação oceânico HYCOM²⁴ (o mesmo utilizado pelo CHM).

O Manual das OpAnf da Marinha Nacional Francesa (FRANÇA, 2011) cita que o 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.

Para Morel (2018), o uso de Forças Navais com capacidade expedicionária têm aumentado na última década. A preparação dessas ações varia de acordo com a sua natureza e seu objetivo. O SDHM deverá estar apto a permitir um mapeamento rápido de qualquer praia, em qualquer lugar do mundo, no prazo máximo de cinco dias²⁵, para que o Esquadrão de

²² O Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO) tem como atribuição obter, receber, analisar, verificar a coerência dos dados recebidos, organizar, controlar, arquivar e disseminar dados oceanográficos; manter intercâmbio de dados oceanográficos com as instituições nacionais e estrangeiras congêneres no âmbito da COI; manter acervo bibliográfico das publicações e documentos da COI, para difusão à comunidade científica nacional; coordenar, controlar e supervisionar, com a participação do Ministério da Ciência e Tecnologia, os programas nacionais de obtenção de dados oceanográficos. Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/chm/chm/dados-do-bndo/bndo>>. Acesso em: 06 de jul. de 2018.

²³ “Sistema de Implementação de Hidrografia Militar” (Tradução nossa)

²⁴ O HYbrid Coordinate Ocean Model (HYCOM) é um modelo de circulação geral do oceano que resolve equações primitivas da hidrodinâmica do oceano e é empregado em diversas instituições para fins de pesquisa e para a previsão oceanográfica operacional. Disponível em: <<https://hycom.org/>>. Acesso em 27 de jun. de 2018.

²⁵ Disponível 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.

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 Irma²⁶ nas Antilhas em 2017, por meio de uma operação de resposta a desastres ambientais. O modelo permitiu verificar o melhor lugar para se criar um canal de acesso seguro para o desembarque de veículos, materiais e pessoal para atender a população local.

Diante do exposto, observa-se que o SDHM demonstra ser capaz de, em conjunto com uma boa equipe de reconhecimento, apoiar as operações anfíbias da MNF em qualquer lugar do mundo, como sua utilização na ajuda humanitária das Antilhas em 2017.

Verifica-se também, que o sistema apoia o planejamento das ações nos níveis estratégicos, operacionais e táticos com a disseminação de informações relevantes para o processo decisório.

3.3.2 Marinha dos Estados Unidos da América – *Coupled Ocean/Atmosphere Mesoscale Prediction System*

Desde a Segunda Guerra Mundial (1939-45), a área operacional das Forças Navais dos EUA expandiu-se ao redor do globo com intuito de dominar todos os ambientes – mar, ar e terra – com ênfase crescente na região litorânea (EUA, 2003).

Com o fim da Guerra Fria, a presença das Forças Navais dos EUA têm concentrado nas águas sob a plataforma continental e ao longo das áreas costeiras. Essa região, tornou-se o foco dos esforços para compreender e prever os processos oceânicos e atmosféricos e sua influência na condução de suas ações (EUA, 2003).

Em 1993, o Conselho Nacional de Pesquisa dos EUA lançou a *Coastal Oceanography and Littoral Warfare*²⁷ que resumiu as lições aprendidas sobre a guerra no

²⁶ Disponível 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.

²⁷ “Oceanografia Costeira e Guerra Litoral” (tradução nossa).

litoral e destacou vários fatores que afetam as operações navais, incluindo a “guerra anfíbia”. Esta publicação divide esses fatores nas seguintes categorias: atmosférica, biológica, oceanográfica, batimétrica e topográfica, acústica, geofísica e antropogênica (EUA, 2003).

Cabe ressaltar que a inserção do termo “oceanografia costeira” já traduz a possibilidade de estas pesquisas terem uma aplicação dual. A inclusão de uma categoria denominada “antropogênica” reforça o conceito supracitado trazendo a tona assuntos como poluição sonora e antrópica no meio marinho.

O órgão responsável pelos modelos utilizados pela *U.S. Navy* é o *Naval Meteorology and Oceanography Command*²⁸ também conhecido como METOC. Essa organização tem a capacidade de medir, detectar, avaliar e explorar as condições ambientais atuais e previstas de modo a produzir informações operacionais relevantes para marinheiros e fuzileiros navais (EUA, 2018).

Subordinado à METOC temos a *Fleet Numerical Meteorology and Oceanography Center*²⁹ (FNMOC) que tem como missão emitir a previsão ambiental global e regional, assegurando aos comandantes navais e de fuzileiros navais o apoio nas tomadas de decisão em qualquer lugar do planeta.

A FNMOC³⁰ utiliza o modelo COAMPS (*Coupled Ocean/Atmosphere Mesoscale Prediction System*³¹) – modelo de alta resolução, para uma resposta rápida aos pedidos de apoio na área de operação, normalmente, próximo ao litoral e com dados atualizados. O COAMPS é forçado pelo NAVGEM (*Naval Global Environment Model*³²), modelo ambiental global utilizado pela Marinha dos EUA. O modelo oceânico de ondas WW3 (*Wave Watch*³³ III) poderá ser acoplado ao COAMPS.

²⁸ “Comando de Meteorologia e Oceanografia Naval” (tradução nossa).

²⁹ “Centro de Meteorologia e Oceanografia Numérica da Esquadra” (tradução nossa). Disponível em: <http://www.public.navy.mil/FLTFOR/cnmoc/Pages/Overview_fnmoc.aspx>. Acesso em 12 de jun. de 2018.

³⁰ Disponível em: <[https://www.ofcm.gov/groups/CSAB/Meetings/2017/2017-03/04-FNMOC%20CSAB%20Brief%20Mar%2029%202017%20\(METOC%20Version\).pdf](https://www.ofcm.gov/groups/CSAB/Meetings/2017/2017-03/04-FNMOC%20CSAB%20Brief%20Mar%2029%202017%20(METOC%20Version).pdf)>. Acesso em 12 de jun. de 2018.

³¹ “Sistema de previsão de mesoescala acoplado para oceano e atmosfera” (tradução nossa).

³² “Modelo Ambiental Global da Marinha” (tradução nossa).

³³ “Contador de Ondas” (tradução nossa).

Desse modo, vislumbra-se que o COAMPS é apenas mais um modelo dentro do vasto e complexo sistema do FNMOC porém, muito experimentado pelas diversas operações estadunidenses ao redor do globo. Aliado ao NAVGEM, ao WW3 e ao amplo espectro de dados produzidos pelo METOC e por outras agências como a *National Oceanic and Atmospheric Administration*³⁴ (NOAA), o COAMPS é, sem dúvida, um grande benefício para a proteção de seu pessoal e de seus meios.

Um fato interessante neste contexto é que as informações do METOC podem interromper uma missão através do *go/no go decisions*, ou seja, decisão de ir ou não cumprir a tarefa definida. As previsões do METOC devem ser acompanhadas até o final de todas as operações (EUA, 2003).

Cabe mencionar, outro aspecto pertinente, é a existência do *Fleet Survey Team*³⁵ (FST) que é uma equipe de resposta rápida com capacidade de conduzir pesquisas hidrográficas de forma expedita em qualquer lugar do mundo. Ela permite que os navios e embarcações da *U.S. Navy* acessem as regiões litorâneas, de forma segura, por meio de sua hidrografia expedicionária (DELGADO, 2009).

A FST já foi reconhecida pelos Chefes Navais como um ativo extremamente valioso para a realização de operações próximas ao litoral pois propiciam uma navegação segura das Forças Navais e de seus navios logísticos (EUA, 2018).

Os membros da FST também desempenharam papéis significativos em 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 (EUA, 2018).

Diante do exposto, nota-se a importância da equipe, o FST, na capacidade

³⁴ “Administração Nacional Oceânica e Atmosférica” (tradução nossa). A NOAA é uma agência subordinada ao Departamento de Comércio dos EUA que tem como missão compreender e prever mudanças no clima, clima, oceanos e costas; compartilhar esse conhecimento e informação com outros; e conservar e gerir ecossistemas e recursos costeiros e marinhos. Disponível em < <http://www.noaa.gov/our-mission-and-vision> >. Acesso em 18 de jun. de 2018.

³⁵ “Equipe de Pesquisa da Esquadra” (tradução nossa).

expedicionária estadunidense. Assim como realizado na MNF, eles possuem a capacidade de levantar hidrograficamente qualquer área litorânea do mundo para apoiar as inúmeras missões dos EUA pelo mundo, desde operações benignas como o apoio às OpAnf.

Cabe destacar que, não importa o avanço tecnológico utilizado no modelo adotado, se a Marinha não tiver dados precisos do sítio de interesse, haverá resultados inconsistentes. Ciente da relevância do FST para suas operações, a *U.S. Navy* mantém pessoal altamente preparado utilizando equipamentos modernos para atender suas demandas para a correta obtenção desses dados.

3.3.3 Forças de Defesa da Nova Zelândia – *SurfZoneView*

As Forças de Defesa da Nova Zelândia (FDNZ) utilizam o *SurfZoneView* (SZV) que é um modelo computacional que apoia as OpAnf e demais operações em regiões costeiras. Encontra-se disponível para outras agências como a guarda costeira, institutos de pesquisa e de engenharia costeira (NOVA ZELÂNDIA, 2018).

O SZV 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).

A mesma fonte cita que o *software* é baseado no sistema *XBeach*³⁶ que é um modelo bidimensional para propagação de ondas, ondas longas e correntes, transporte de sedimentos e alterações morfológicas da zona costeira, praias e dunas. Possui código-fonte aberto, permite a importação da batimetria e os resultados das simulações podem ser exportados em formatos do *Geographic Information System*³⁷ (GIS).

³⁶ Maiores informações disponíveis em < <https://oss.deltares.nl/web/xbeach/> >. Acesso em 18 de jun. de 2018.

³⁷ Um Sistema de Informação Geográfica (GIS) é um sistema que processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase a análises espaciais e modelagens de superfícies georreferenciadas. Disponível em < http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html >. Acesso em 18 de jun. de 2018.

O modelo foi desenvolvido pela *MetOcean Solutions Limited*³⁸ que é uma consultoria que oferece serviços especializados em modelagem numérica e serviços analíticos em meteorologia e oceanografia.

Conclui-se que o SZV se assemelha muito ao SDHC da MNF. Possuem objetivos coincidentes entre si que é mapear as condições ambientais em praias e na região costeira com o propósito de auxiliar nos processos de tomada de decisão durante operações militares. Aproximam-se, em grande parte, com o modelo que será sugerido para a MB no capítulo 4. Pode-se observar também que o SZV tem grande possibilidade de uso dual.

O modelo também foi adotado pelo Ministério da Defesa do Reino Unido³⁹ que adquiriu, no corrente ano, uma licença operacional para a utilização do SZV, para apoiar as OpAnf e os desembarques na praia.

Inicialmente este capítulo apresentou parte do estudo de Daniel Kahneman em seu livro “Rápido e Devagar: duas formas de pensar” que identifica a dinâmica existente entre os Sistemas 1 e 2 em nossa mente. O Sistema 1 que é rápido e resolve questões rotineiras, e o Sistema 2 que assume o controle diante de problemas complexos. No entanto, as heurísticas, que simplificam os problemas, reduzem a capacidade do nosso processo racional perante demasiada parcela de informações e geram erros duvidosos e inconscientes nas decisões.

Contudo, diante de um conflito ou de uma OpAnf – que são as operações mais complexas e completas – que possui uma gama enorme de meios navais, aeronavais e terrestres; de sistemas de armas e de comunicações; além de contemplar operações como as de ataque, antissubmarino, guerra eletrônica, apoio de fogo naval entre outras diversas atividades, torna-se impeditivo para qualquer ser humano (por mais preparado que seja), avaliar e decidir, de forma perpicaz, sem uma consciência situacional adequada, por exemplo, a compilação do quadro tático de um Centro de Operações de Combate dos navios.

³⁸ Disponível em <<http://www.metocean.co.nz/>>. Acesso em 02 de jun. de 2018.

³⁹ Disponível em: <<http://www.metocean.co.nz/news/2018/2/28/uk-ministry-of-defence-adopts-surfzoneview>>. Acesso em 03 de julho de 2018.

Da mesma forma, durante o controle e condução do MNT, o ComForTarAnf não consegue reunir dados batimétricos, da zona de arrebentação, de perfis de praia, de ondas, ventos, marés e correntes, e ter uma visão prognóstica favorável das condições ambientais diante de locais desconhecidos, que é o normal em uma situação real. Nesse contexto, o uso da tecnologia pode ajudar a agrupar as variáveis ambientais a fim de se obter respostas mais rápidas a situações inesperadas em qualquer região costeira.

Pode-se observar que assim é feito em outras marinhas. Conforme citado, países como França, EUA, Nova Zelândia e Reino Unido tem seus modelos, cada um com suas particularidades, que auxiliam os comandantes militares nas tomadas de decisão.

Esses tipos de SAD, baseado em modelagens numéricas, tornam-se não só, ferramentas para uma melhor compreensão das áreas de interesse, como podem mitigar os esforços da tropa, reduzir o desgaste do material possibilitando maior economia de custos por meio de melhores decisões.

Convém salientar a importância das equipes de reconhecimento de praia. A *U.S. Navy* tem uma especializada. A MNF também citou sua capacidade de pesquisa hidrográfica expedicionária com capacidade de se realizar levantamentos de praia, em qualquer lugar do mundo, no prazo máximo de cinco dias. Vale ressaltar que o sucesso da Operação *Chromite* teve como fator relevante a excelente atuação de sua equipe de reconhecimento que propiciou uma surpreendente planejamento, em tempo adequado, que se materializou no Assalto Anfíbio.

Complementando, destaca-se que todos os modelos apontados são produtos duais (aplicação militar e civil) que tem papel significativo em atividades de pesquisa, segurança da navegação, engenharia costeira e para uso em licenças e análises ambientais.

4 SISTEMA DE APOIO AO DESEMBARQUE

Diante da complexidade das OpAnf e da incapacidade humana de ter uma visão completa de todas as variáveis ambientais que atuam na zona de arrebentação durante um desembarque, as marinhas de outros países estão aperfeiçoando suas OpAnf com a utilização de modelos conforme visto no capítulo 3.

A qualidade e a necessidade de conhecimentos específicos sobre as condições do meio ambiente operacional, em especial dos fenômenos naturais ligados à meteorologia e à oceanografia, pode ser o limite entre uma gloriosa vitória ou uma trágica derrota. Há séculos, o estrategista Sun Tzu (544 - 496 a.C.) já havia percebido esta questão afirmando: “conheça o inimigo e a si mesmo e você obterá a vitória sem qualquer perigo; conheça o terreno e as condições da natureza, e você será sempre vitorioso” (BRASIL, 2017).

A Doutrina de Meteorologia e Oceanografia de Defesa do MD 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.

Para Rosman (2018), “todos os modelos são errados, na mão de poucos, alguns são úteis”. Sua afirmação retrata a necessidade de que o usuário tenha perfeita compreensão dos fenômenos a serem estudados, do uso dos modelos, suas limitações e potencialidade.

De fato, o ComForTarAnf e o ComForDbq necessitam de conhecimento adequado que os auxiliem no processo de tomada de decisão (a área de operação anfíbia, as praias, o Dia-D, a Hora-H) em consonância com o objetivo da missão. Nesse contexto, o Sistema de Apoio ao Desembarque (SisDBQ) aparece como sugestão para uso na MB pois, assim como outros modelos, 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 (EUA, 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”*⁴⁰.

O Manual de Engenharia Costeira (EUA, 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”*⁴¹. A experiência da Marinha e do CFN estadunidense demonstra a criticidade de um MNT.

Neste capítulo será abordado o modelo sugerido para utilização na MB, a sua metodologia de forma concisa enunciando a modelagem digital do terreno, os modelos hidrodinâmicos e de ondas, os processos de calibração e validação.

4.1 O MODELO COMPUTACIONAL

À medida que torna-se claro e inquestionável que o emprego de sistemas computacionais é adequado e cabido nas OpAnf, passamos a questionar que tipo de modelo utilizar. Existem no mercado, diversos modelos hidrodinâmicos disponíveis para aplicação na MB. Países como os EUA, a Holanda, a Dinamarca e 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).

⁴⁰ “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).

⁴¹ “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).

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, 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 por meio de várias teses de mestrado e doutorado, além de projetos de pesquisa (ROSMAN, 2018).

Dentre as principais razões que motivaram o autor pelo uso do SisBaHiA® ressalta-se uma interface de trabalho extremamente amigável, necessidade computacional reduzida que pode ser instalado 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, desde que não envolvam uso comercial, 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 (GURGEL, 2016).

Destarte, o sistema ainda pode contribuir com as Ações Estratégicas de Defesa (AED) 67⁴² e 71⁴³. Como o SisBaHiA® foi desenvolvido na COPPE/UFRJ, o sistema proposto concorre com a integração da 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.

O OND-8: “ampliar o envolvimento da sociedade brasileira nos assuntos de

⁴² AED-67 – Aprimorar o modelo de integração da tríade Governo/Academia/Empresa.

⁴³ AED-71 – Estimular o estabelecimento de parcerias e intercâmbios na área de pesquisa de tecnologias de interesse da defesa.

defesa nacional” também pode ser incrementado por meio da AED-77⁴⁴ com profissionais e estudantes envolvidos neste novo sistema – relacionado com a Defesa Nacional, com a importância do mar e, especialmente, neste caso, a zona costeira – se conscientizando com assuntos relativos à proteção de nossa Amazônia Azul.

A partir deste momento, verifica-se a necessidade de apresentar a metodologia para a confecção dos modelos de simulação. Será descrito, de forma resumida, os principais processos para elaboração de um modelo que será usado no SAD. A linguagem técnica denota a inovação e tecnologia que pode ser adsorvida pela MB, por conseguinte, a materialização de um conceito que será apresentado no decurso dos quatro itens que se seguem.

4.2 MODELAGEM DIGITAL DO TERRENO

Para a confecção de modelos computacionais com intuito de simular fenômenos reais é necessário criar representações digitais, que sejam semelhantes às superfícies físicas e ao ambiente que será objeto de estudo. Segundo a Doutrina de Meteorologia e Oceanografia de Defesa (BRASIL, 2017), a caracterização ambiental é a representação precisa e consistente do ambiente real.

Mais especificamente, será a parte do modelo onde o modelador irá “construir”, digitalmente, a área de desembarque onde ocorrerá a OpAnf. É o momento da importação para o computador de mapas e linhas de contorno de terra e de água, geração e edição das malhas de discretização, incluindo a cota batimétrica e dados relativos ao tipo de fundo. A seguir, detalharemos os tópicos citados acima.

4.2.1 Condições de Contorno de Terra e Mar

Os contornos de terra representam as feições litorâneas da área a ser modelada.

⁴⁴ AED-77 – Contribuir para a ampliação de programas de apoio à pesquisa científica e tecnológica relacionados aos temas de Defesa Nacional (BRASIL, 2016).

Nesse domínio, são reproduzidas as praias, o litoral, estuários, como desembocaduras de rios de interesse e ilhas. O contorno do mar representa o encontro da massa d'água a ser modelada com a massa d'água exterior (GURGEL, 2016).

Para o detalhamento do contorno d'água, cabe ao modelador verificar se estará de acordo com os objetivos da missão e a precisão desejada nos resultados. Deve ser definida de forma que toda a região de interesse, por exemplo a(s) praia(s) de desembarque, esteja inserida no domínio e suficientemente afastada do contorno de mar.

Com a região de interesse suficientemente afastada do seu contorno do mar, o escoamento do modelo tem a capacidade de se ajustar às condições topo-hidrográficas anulando eventuais incertezas (ROSMAN, 2018).

A definição destes contornos podem ser adquiridos por meio de diversas fontes, onde podemos citar: imagens de satélite (incluindo as do *software Google Earth*); cartas náuticas; cartas topográficas e aerofotogrametria (ANEXO).

Qualquer que seja a fonte para realização dos mapas digitais para futuro planejamento de uma operação, deve-se observar a data em que foi gerada a informação e se houve mudanças na geografia/hidrografia local desde então. Importante verificar se as fontes estarão georreferenciados.

4.2.2 Malha de Elementos Finitos

A malha de elementos finitos (MEF) é um método numérico genérico para a resolução de equações matemáticas que descrevem fenômenos físicos da natureza. A MEF permite simular vários tipos de problemas da engenharia. Pode-se citar as deformações e tensões de uma estrutura sujeita a um esforço qualquer; o campo eletromagnético em um motor elétrico; o perfil de temperatura em um motor de combustão interna, entre outros (REDDY, 2005).

A MEF é de fundamental importância para que o modelo hidrodinâmico apresente resultados satisfatórios, captando o fenômeno de interesse, equilibrando sua densidade conforme o grau de detalhamento necessário (ANEXO).

4.2.3 Batimetria e Rugosidade Equivalente do Fundo

Depois de realizados os contornos da modelagem digital do terreno e inserida a MEF com suas coordenadas geográficas, é o momento de se informar a cota batimétrica e sua rugosidade equivalente de fundo (representação física do leito).

Em regiões costeiras, é usual se obter dados de batimetria de cartas náuticas. A Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) pode fornecer dados detalhados e atualizados para a confecção dos modelos operacionais que conferem resultados mais precisos (ANEXO).

No caso de não se ter dados detalhados de batimetria, o Grupamento de Mergulhadores de Combate (GRUMEC) é capaz de realizar “Reconhecimentos de Combate” ou “Levantamentos de Praia” conforme previsto em manuais específicos.

A rugosidade equivalente do fundo retrata o tipo de material existente na posição, por exemplo, pedra, areia, lama, vegetação, proporcionando ótima acurácia na representação física do leito, além disso, permite que seja calculado o atrito no fundo (GURGEL, 2016).

De acordo com o *Coastal Engineering Manual* (EUA, 2006, p. I-3-24), “*another major problem was beach trafficability. Vehicles were frequently stuck in the sand. A trafficability study of beach sand characteristics, beach slope, water level, and vehicle type was made.*”⁴⁵

Conforme pode-se observar, no que se refere ao tipo de fundo que possibilita a redução dos erros do modelo hidrodinâmico, os dados disponíveis podem servir de subsídios para as questões relacionadas ao desembarque do pessoal e material, incluindo os tipos de

⁴⁵ “Outro grande problema era a trafegabilidade da praia. Os veículos frequentemente atolavam na areia. Deve ser realizado um estudo de trafegabilidade considerando as características da areia, gradiente, nível de água e tipo de veículo usado.” (Tradução nossa).

viaturas anfíbias que podem ser usados no desembarque em uma praia específica (ANEXO).

4.3 MODELO HIDRODINÂMICO

Os modelos hidrodinâmicos (MH) são usados para previsão do escoamento, circulação ou movimento das águas, empregados para simulações de cenários em águas costeiras, baías, estuários e praias.

De acordo com Rosman (2018), o SisBaHiA® utiliza MH otimizados para representação de escoamentos em domínios naturais com geometria complexa. Ele pode incluir efeitos de ondas geradas por ventos locais e de ondas propagadas de zonas de geração remotas. No MH também está incluído o Módulo de Análise & Previsão de Marés. Segundo Rosman (2018, p. 11):

O Módulo de Análise & Previsão de Marés: através deste módulo pode-se realizar análises harmônicas de registros de níveis ou correntes para obtenção das constantes. Com o módulo de Previsão, fornecendo as constantes harmônicas de níveis ou de correntes, faz-se previsões de valores em séries temporais a intervalos definidos pelo usuário, bem como de séries de máximos e mínimos entre uma data inicial e uma final especificada pelo usuário. Os algoritmos de Análise e Previsão adotados são os mesmos empregados pelo *The Global Sea Level Observing System* (GLOSS) .

A utilização de dados de marégrafos são mais precisos e confiáveis porém, não havendo dados na área da operação, a maré pode ser calculada por meio do módulo de previsão supracitado.

Cabe ressaltar a importância dos dados de análise e previsão de maré para a realização de uma OpAnf. Um desembarque realizado com maré alta reduz o tempo na praia, já na maré baixa, permite maior tempo da embarcação abicada. Como observado no capítulo 2, as oscilações rítmicas do nível do mar podem ser fatores de sucesso como na Batalha de *Inchon* ou motivo de fracasso pelo excessivo número de mortes como na Batalha de *Tarawa*.

4.4 MODELO DE PROPAGAÇÃO E DE GERAÇÃO DE ONDAS

Em 1949, durante um treinamento de abicagem em três praias na Baía Waianae-

Pokai de Oahu, no Havaí (EUA), ondas de longo período atingiram duas praias causando diversas avarias nas embarcações de desembarque (ED). Nos primeiros quinze minutos do exercício, três ondas destruíram oito de um total de 20 ED. O adestramento foi rapidamente interrompido (EUA, 2006).

Estudos demonstraram que a onda mergulhante é a mais perigosa durante a abicagem e durante a retração de uma ED. Contudo, a onda tipo derramante passa a ser a mais perigosa durante o período em que a embarcação está abicada na praia (EUA, 1952).

De acordo com Rosman (2018), o modelo de propagação de ondas disponibiliza sua forma simulada em águas costeiras e próximo ao litoral, considerando os efeitos de refração, difração, dissipação e arrebentação. O programa implementado no SisBaHiA® é similar ao modelo conhecido como REF/DIF⁴⁶ e pode ser acoplado ao modelo de circulação oceânico HYCOM utilizado pelo CHM, semelhante ao SDHM da MNF.

O modelo de geração de ondas calcula a distribuição de alturas de onda e suas respectivas tensões no fundo, variáveis por seus campos de vento. O modelo permite calcular, ao longo do tempo, a distribuição espacial no domínio de parâmetros do clima de ondas gerado tais como: alturas significativas e médias quadráticas, períodos de pico, velocidades orbitais e tensões oscilatórias no fundo devido a ondas, dentre outros (ROSMAN, 2018).

Diante do exposto, concluímos que as ondas são muito importantes durante um MNT pois afetam o desempenho das ED e CLAnf durante a transposição do poder naval para terra, isto posto, podem ser consideradas como um dos fatores que podem impedir a execução de um desembarque conforme observado no exemplo supracitado. Dados como a altura de arrebentação, o período, o tipo e seu ângulo de arrebentação na praia são essenciais para o planejamento de um MNT e avaliação pré Dia-D e podem ser previstas por meio do uso desse modelo, conferindo maior confiabilidade na tomada de decisão.

⁴⁶ Maiores informações disponíveis em: <<https://www1.udel.edu/kirby/programs/refdif/refdif.html>>. Acesso em: 25 de jun. 2018.

4.5 CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO

Este é o estágio em que os resultados desses métodos numéricos devem ser comparados com medições de campo. Observando uma correlação, entre esses, demonstra-se sua validade, podendo, finalmente, ser utilizado para prever o processo dinâmico do mar, encontrando, assim, a sua aplicação prática (KOWALIK, 1980 *apud* GURGEL, 2016).

Caso o modelo não apresente resultados satisfatórios é necessário ajustar o mesmo. Na calibração são verificadas as compatibilidades das escalas características dos fenômenos de interesse, as escalas de discretização, a geometria da modelagem digital do terreno e seus contornos, a variação de níveis de água e correntes na região do fenômeno de interesse (ROSMAN, 2018).

Quando os resultados representarem os fenômenos de interesse na área estudada, considera-se que está validado e o processo de modelagem está concluído. A partir desse momento as informações resultantes são efetivamente incorporados no processo de tomada de decisão (ANEXO).

Por fim, é emitido um relatório que é o objetivo final do sistema, que se traduz em informações organizadas, para o auxílio no planejamento ou no processo de tomada de decisões pelo Estado-Maior ou pelo ComForTarAnf (ANEXO).

Nesse contexto, vislumbra-se que o Sistema de Apoio ao Desembarque ou SisDBQ, poderia ser conceituado como um sistema de modelagem computacional para representação de escoamentos em corpos de água com geometria complexa (*e.g.* praias e regiões costeiras) em apoio ao processo de tomada de decisões nos planejamentos de uma operação naval que envolva o movimento ordenado de tropas, equipamentos e suprimentos de navios da MB ou instalações de terra para as praias previamente selecionadas, por superfície.

Mesmo não sendo o propósito deste trabalho, cabe aqui ressaltar que o SisDBQ 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 SisDBQ poderá contribuir no seu planejamento.

No tocante às Operações de Defesa de Ilhas e Arquipélagos Oceânicos, que é de responsabilidade dos fuzileiros navais, é aceitável a hipótese de um desembarque administrativo.

Em Operações da Garantia da Lei e da Ordem, pode-se fazer uso das ED, levando em consideração os princípios da surpresa e da exploração, em comunidades como o Complexo da Maré que possui acesso à Baía de Guanabara. Além dos princípios supramencionados, reduz problemas logísticos no transporte de carros anfíbios sobre lagarta.

O SisBaHiA® também é usado 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 (ANEXO). Outra hipótese de emprego é na simulação da dispersão de radionuclídeos, indispensável para o licenciamento ambiental da Base de Itaguaí e do Submarino Nuclear Brasileiro.

Por oportuno conclui-se que o modelo sugerido, SisBaHiA® da COPPE/UFRJ, está consoante aos OND sendo o mesmo, de concepção nacional. Estes sistemas devem ser operados por pessoal especializado para evitar resultados equivocados.

Negligenciar tais conhecimentos podem trazer graves consequências materiais e pessoais para a nossa Marinha durante operações em locais distintos dos costumeiros em seus exercícios, como a Praia de Itaóca ou a Ilha da Marambaia. Tais ferramentas incrementam a capacidade expedicionária conferindo maior segurança e presteza ao MNT e às OpEsp além de aquilatar a atualização tecnológica na doutrina das OpAnf.

5 CONCLUSÃO

Após o fim da Guerra Fria, as ameaças deixam os oceanos e migram para as regiões litorâneas. O litoral passa a ser o principal desafio para as marinhas pós-modernas. Uma região com ameaças difusas como o terrorismo, o narcotráfico, a pirataria, a busca por recursos naturais (petróleo) e ictiológicos, questões ambientais, alterações climáticas e problemas relacionados à imigração entre outros.

A MB aumenta o seu espectro de atuação com a recente criada Projeção Anfíbia que, aliada a aquisição de navios multipropósitos (NDM Bahia e o PHM Atlântico), amplia sua capacidade expedicionária na resolução de conflitos e na distensão de crises de origens diversas.

As OpAnf ganham relevância no cenário internacional. Consequentemente, o MNT pode estar inserido nessas operações. Contudo, a partir de 1992, a MB só realiza OpAnf com MNT na praia de Itaóca acarretando, de forma inconsciente, certa perda de capacidade nas análises e avaliações relativas à escolha da praia de desembarque, por exemplo. A história nos ensinou que as condições geográficas e atmosféricas 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. A compreensão da hidrodinâmica, da meteorologia e das zonas de arrebentação nas áreas de responsabilidade é imprescindível para o sucesso do MNT por superfície e de outras operações.

As análises históricas demonstram que as forças que compreenderam as variáveis meteoceanográficas e as características físicas dos locais de desembarque de forma positiva obtiveram grande êxito em suas campanhas (Operações *Overlord* e *Chromite*). As forças que negligenciaram tais aspectos sofreram atrasos e perdas de vidas humanas significativas (Batalha de *Tarawa* e Operação *Urgent Fury*) e fracassaram no cumprimento de sua missão

(Batalha de *Dardanelos* e Operação *Jubilee*).

O pleno conhecimento de uma zona costeira é um grande desafio até para os especialistas mais preparados. Diante dessas complexidades, nosso sistema 2 simplifica os problemas (heurísticas) e acabam por gerar decisões imprecisas. Assim, o uso de simulações computacionais possibilitam que o militar/decisor tenha uma visão dinâmica dos processos nestes complexos sistemas ambientais auxiliando o planejamento e as ações em uma OpAnf.

Nesse contexto, as operações de Guerra Naval passam a fazer uso da tecnologia no intuito de aperfeiçoar o cumprimento de seus objetivos. Os SAD passam a auxiliar na resolução de problemas complexos como são as OpAnf e passam a ganhar aderência em outras marinhas.

Pode-se observar que as forças de países como a França, EUA, Nova Zelândia e Reino Unido vem utilizando SAD nas OpAnf devido a sua complexidade. Estes tipos de SAD, baseadas nas modelagens numéricas, surgem como ferramentas que possibilitam reunir diversas variáveis ambientais propiciando respostas mais rápidas a situações de emergência ou de urgência em qualquer região do mundo. Contribuem na mitigação dos esforços da tropa além da redução do desgaste do material possibilitando maior economia de custos por meio de decisões otimizadas.

Verifica-se também que os modelos estudados podem ter aplicações tanto no meio militar, como no meio civil. Em sua maioria, tem funções significativas em atividades de pesquisa, segurança da navegação, engenharia costeira e para análises ambientais.

O trabalho buscou contribuir para a doutrina de OpAnf sugerindo o SisDBQ, de concepção nacional, a ser desenvolvido em parceria com a COPPE/UFRJ. Ressalta-se que esses sistemas devem ser operados apenas por pessoal especializado para evitar resultados equivocados.

A tecnologia aparece como um instrumento de auxílio das OpAnf. Desprezar os

avanços tecnológicos, já amplamente solidificados em outras marinhas, significa olvidar potenciais equívocos – tão comuns nas OpAnf como visto no decorrer da história – com nosso pessoal e material durante operações em locais distintos dos costumeiros, como a Praia de Itaóca ou a Ilha da Marambaia. O SisDBQ também poderá incrementar a capacidade expedicionária conferindo maior segurança e presteza no MNT e nas OpEsp.

Assim sendo, diante dos fatos e argumentos apresentados, conclui-se que o propósito do trabalho foi alcançado pois o SisDBQ, caso adotado pela MB, incrementará as OpAnf com uma melhor compreensão dos diversos fatores ambientais funcionando como uma ferramenta de apoio à decisão para os Comandantes dos Teatros de Operação, contribuindo, significativamente, no aprimoramento da realização do MNT.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Nélio de, OLIVEIRA, Edson de. **A atividade expedicionária no contexto das Operações Conjuntas**. Revista Âncoras e Fuzis. N°. 48, p. 30-38, 2017, 116p. ISSN 2177-7608
- ARAUJO, Roberto Pinto de, **Problemas para o Julgamento e a Tomada de Decisão na Aplicação do Estudo de Estado-Maior – EEM**. Revista da Escola de Guerra Naval. 2017. e-ISSN 2359-3075. ISSN: 1809-3191
- AMBROSE, Stephen E. **O Dia D, 6 de junho de 1944: a batalha culminante da Segunda Guerra**. Biblioteca do Exército, 1997. 882 p.
- BAZERMAN, Max H. **Processo Decisório: para cursos de administração e economia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. 348 p.
- BRASIL. Comando Geral do Corpo de Fuzileiros Navais. **CGCFN-1-1 - Manual de Operações Anfíbias dos Grupamentos de Fuzileiros Navais**. Rio de Janeiro. 2008. 131p.
- _____. Comando de Operações Navais. **ComOpNav-542. Manual de Operações Anfíbias**. Rio de Janeiro. 2000.
- _____. Ministério da Defesa. **Minutas da Política Nacional de Defesa e da Estratégia Nacional de Defesa**. 2016. 50p.
- _____. **Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro. 2011. 176p.
- _____. Estado Maior da Armada. **EMA-332: Processo Decisório e Estudo de Estado-Maior**. 2015. 137p.
- _____. Estado Maior da Armada. **EMA-305 - Doutrina Militar Naval**. 2017.
- _____. Ministério da Defesa. **Doutrina de Meteorologia e Oceanografia de Defesa – MD32-M-03**. 2ª Edição. 2017. 34 p.
- COSTA, Alexandre Andrade da. **Londres sob bombardeios alemães: uma série de Ralph Ingersoll no jornal O Estado de São Paulo. 1940-1941**. São Paulo, UNESP, v. 8, n. 2, p. 128-147, julho-dezembro, 2012. ISSN – 1808–1967.
- DELGADO. R. R. **Fleet Survey Team: Providing Operational Hydrography to the U.S. Navy**. 2009. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/5422378/>>. Acesso em 23 de abr. de 2018.
- DONNER, Simon. **Sea Level Rise and the Ongoing Battle of Tarawa**. EOS, Transactions, American Geophysical Union. Volume 93, n° 17. 2012. 169–176p.
- EUA. United States Marine Corp **Warfighting Publication (MCWP). Employment of Amphibious Assault Vehicles (AAVs)2005**. 262p. Disponível em: <<http://www.trngcmd.marines.mil/Portals/207/Docs/TBS/MCWP%203-13%20AAVs.pdf>>

ver=2015-06-08-150105-830>. Acesso em 23 de abr. de 2018.

_____. **Coastal Engineering Manual**. United States Army Corps of Engineers. 2006.

_____. **National Academy of Engineering and National Research Council. 2003. Environmental Information for Naval Warfare**. Washington, DC: The National Academies Press. Doi: 10.17226/10626. Disponível em: < <https://www.nap.edu> >. Acesso em 20 de jun. de 2018.

_____. **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.

_____. **METOC – Meteorology & Oceanography**. Disponível em: < http://www.public.navy.mil/spawar/PEOC4I/Documents/TearSheets/PMW120_METOCTear sheet_DistA.pdf >. Acesso em 12 de jun. de 2018.

FRANÇA. **Les opérations amphibies**. Livret 1/2, la Publication interarmées (PIA) – 3.1.1_1(A)_OA(2011). N° 187/DEF/CICDE/NP de 07 nov. de 2011.

GURGEL, F. O. M. J. **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.

IGNÁCIO, Bruno Alvarez Ferreira. **Desenvolvimento de um modelo de programação linear para apoio à tomada de decisão em uma cadeia de suprimentos**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Centro Universitário da FEI, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica. São Bernardo do Campo, SP, 2009. 195p.

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

_____. **O otimismo é mau conselheiro**. HSV Management n° 65. 2007.

KAUFMANN, Arnold. **A Ciência da Tomada de Decisão: Uma introdução à praxiologia**. Zahar Editores. Rio de Janeiro. 1975. 213 p.

KENNEDY, Paul. **Engenheiros da vitória: Os responsáveis pela reviravolta na Segunda Guerra Mundial**. Tradução Jairo Arco e Flexa. Editora Companhia das Letras. 2013. 397p.

LAGE, Rogério Ramos e GUADAGNINO, Luiz Guilherme Dias. **O Conjugado Anfíbio como ferramenta expedicionária do Poder Naval**. Revista O Anfíbio, Rio de Janeiro, n°. 31, p. 04-13, 2013, 94p.

LAGE, Rogério Ramos. **Projeção Anfíbia**. Revista Âncoras e Fuzis. Ano X - n° 42, Rio de Janeiro p. 13-16, 2011, 60p. ISSN 2177-7608.

MASSUKADO, Luciana Miyoko. **Sistema de apoio à decisão: avaliação de cenários de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos domiciliares**. Dissertação apresentada ao

Programa de Pós- Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana. São Carlos : UFSCar, 2004. 230 p.

MILLER, Stephen W. **From Ship to Shore.** Surface & SubSurface. NAVAL FORCES V. 2017. 25-29p.

MOREL, Yves. **Axis Recherche SHOM.** Disponível em: <http://www.shom.fr/fileadmin/SHOM/PDF/02-produits/Annales_hydrographiques/Annales/AH775/AH-775-Axes-recherche.pdf>. Acesso em: 20 de junho de 2018.

NOBLET, Andrew. T. **Tarawa to Okinawa: The Evolution of Amphibious Operations in the Pacific during World War II.** Disponível em: <<http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a602899.pdf>>. Acesso em: 27 de junho de 2018.

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.

PIERCE, Tery. **Warfighting and Disruptive Technologies: Disguising Innovation Strategy and History.** Editora Routledge, 2004. 288p. ISBN 1135769311, 9781135769314.

REDDY, Junutula Narasinha. **Solutions Manual for an Introduction to the Finite Element Method.** 3ª Edição. McGraw-Hill, New York, 2005. 423 p.

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.

SANTOS, Almir. **Junho de 2004: 60 Anos da Invasão da Normandia.** Revista Augustus – Rio de Janeiro – Vol. 09 – N. 18 – Jan./Jun. – 2004 – Semestral.

SHAW JR, Ronald R. **Reinventing Amphibious Hydrography: The Inchon Assault and Hydrographic Support for Amphibious Operations.** Joint Military Operations Department Naval War College. 2008. 25p.

SIMMONS, Edwin H.. **Over the Seawall: U.S. Marines at Inchon.** Marine Corps Historical Center. 2000. 72p. Disponível em: <http://www.koreanwar2.org/kwp2/usmckorea/PDF_Monographs/KoreanWar.Over-Seawall.pdf>. Acesso em 18 de abr. de 2018.

SPELLER, Ian, TUCK, Christopher. **Amphibious Warfare: Strategy and Tactics from Galipoli to Iraq.** Amber Book Ltd. 2014. 176 p.

STROHAECKER, Tânia Marques. **Dinâmica Populacional.** In: Macro Diagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental. Brasília. 2008. 59–92.

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

Cass Publishers, 2009.

TREITLER, Sérgio. **Três décadas de Operação Dragão**. Revista Marítima Brasileira. Rio de Janeiro vol. 117, 1997, 276p.

VELLAME, Jorge Nerie. **Operação anfíbia: é válido a Marinha do Brasil manter a capacidade de realizá-la no século XXI?** – Rio de Janeiro: ESG, 2014. 76p.

WILLIAMS, Blair S. **Heurísticas e Vieses no Processo Decisório Militar**. Military Review. Janeiro-Feveireiro, 2011. 56-69p.

ANEXO - FIGURAS ILUSTRATIVAS DA METODOLOGIA UTILIZADA NO
SISBAHIA

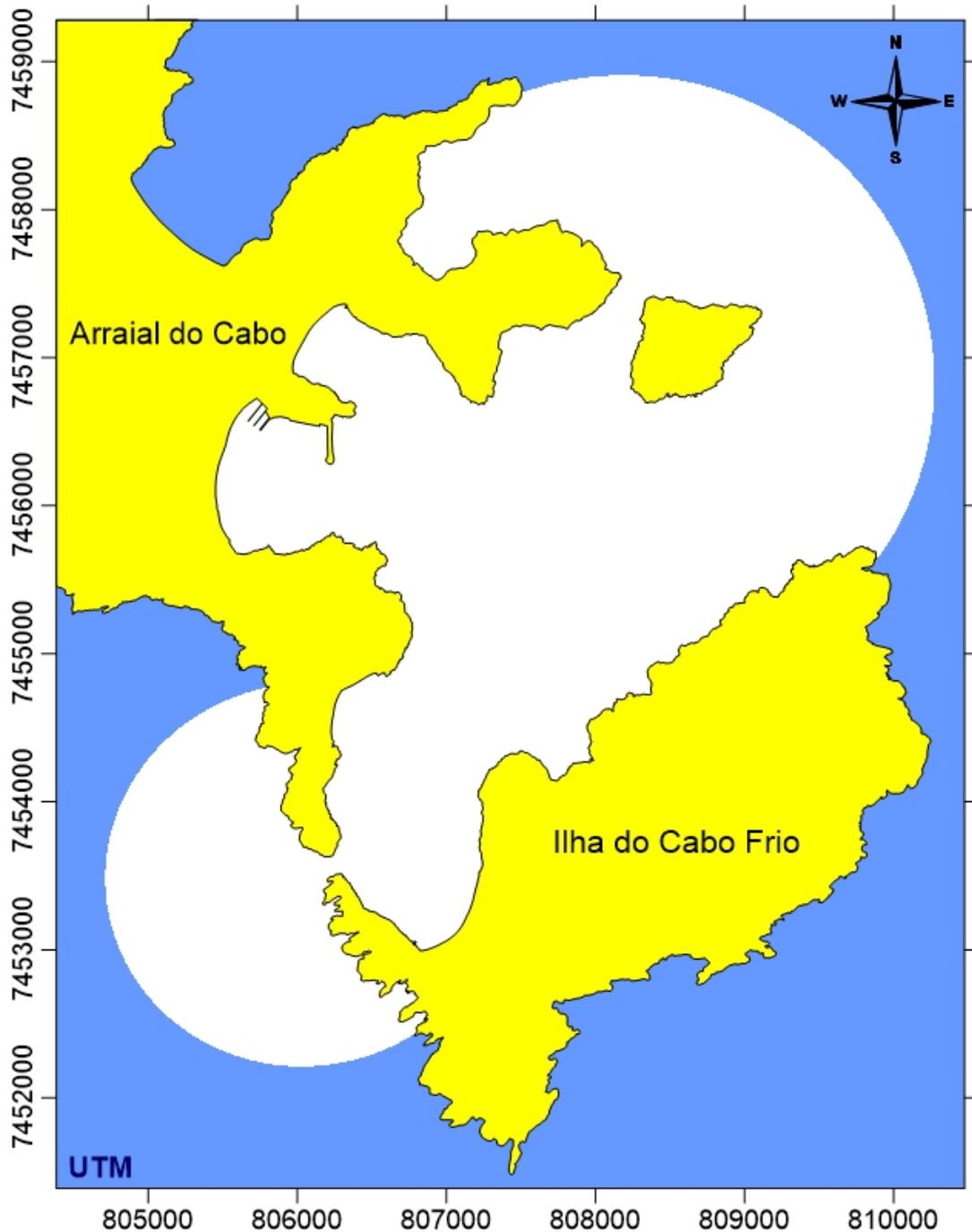


FIGURA 1 – Modelagem Digital do Terreno. Nesta figura pode-se observar o contorno de terra que é a superfície terrestre (parte amarela) propriamente dita mais as ilhas e o contorno do mar que é a divisão da porção d’água onde o fenômeno será estudado (parte branca) e a representação do mar (parte azul).

Fonte: GURGEL, 2016.

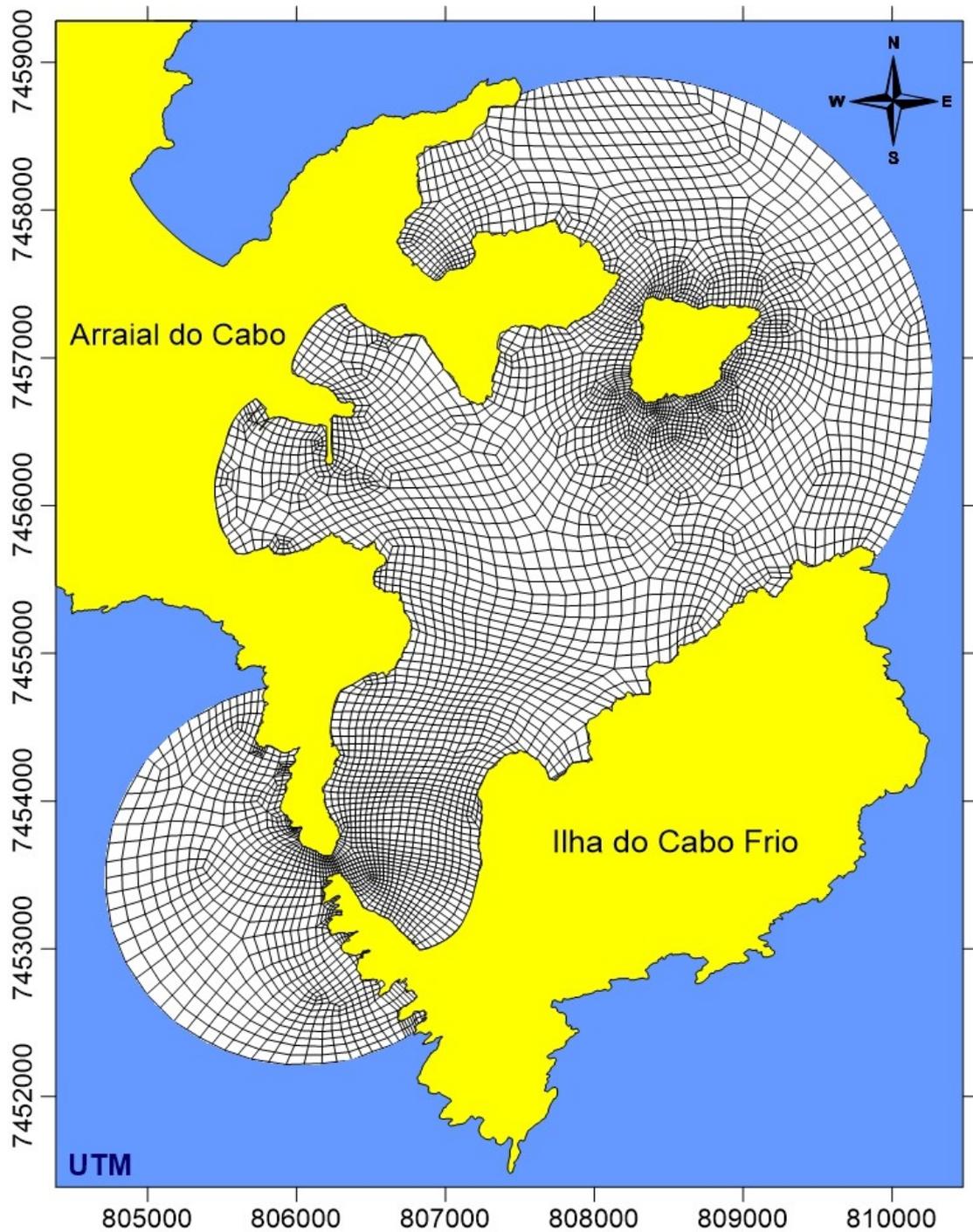


FIGURA 2 – Malha de Elementos Finitos. A MEF é de fundamental importância para que o modelo hidrodinâmico apresente resultados satisfatórios, captando o fenômeno de interesse. Durante sua confecção, buscou-se inserir os elementos seguindo as margens do contorno do domínio e equilibrar sua densidade conforme o grau de detalhamento necessário.

Fonte: GURGEL, 2016.

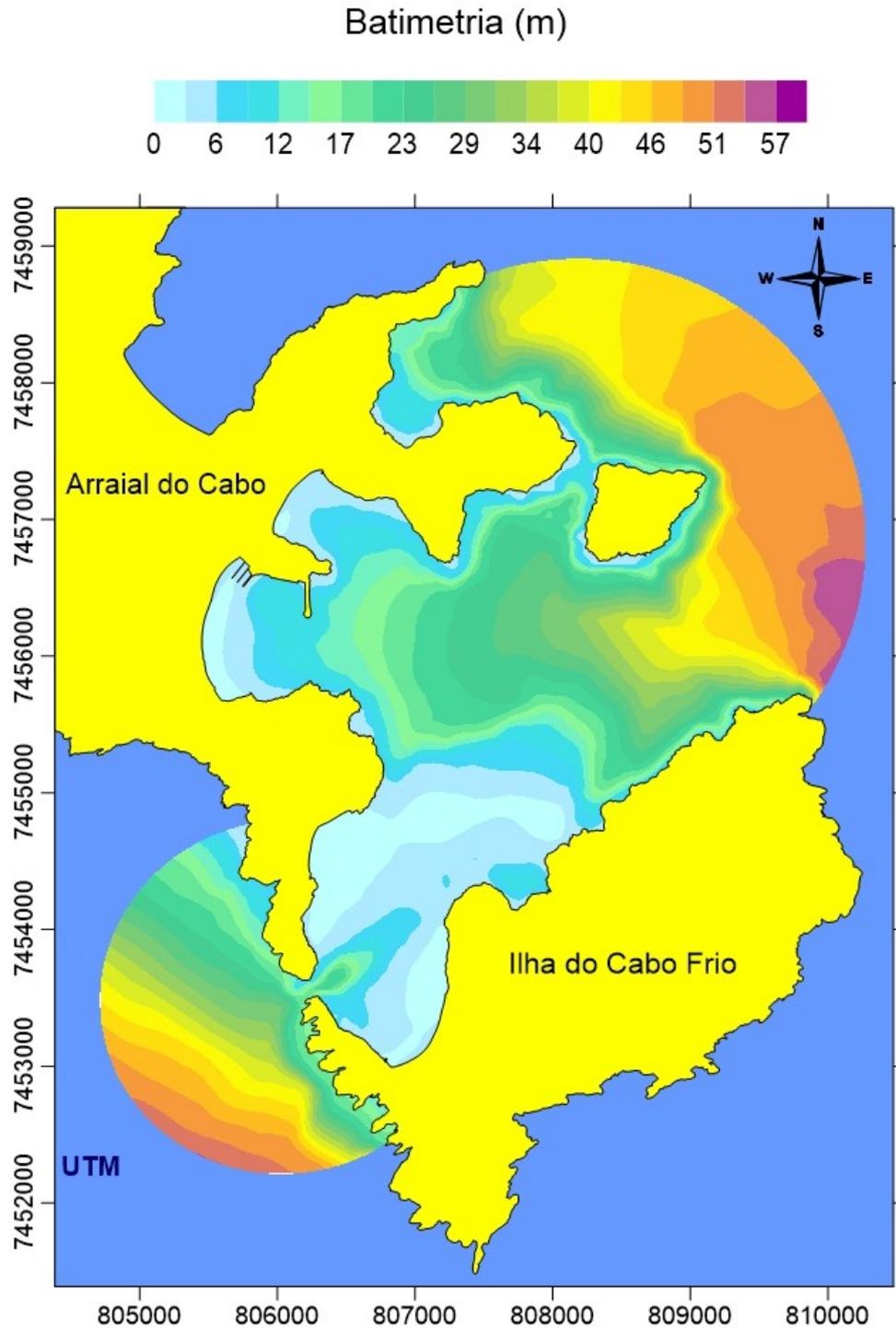


FIGURA 3 – Dados batimétricos. As informações referentes à batimetria do exemplo acima foram retiradas da Carta Náutica nº 1503 confeccionada pela DHN: Enseadas do Cabo Frio. Escala 1:20.000. A grade batimétrica foi construída a partir da digitalização da carta náutica supracitada.

Fonte: GURGEL, 2016.

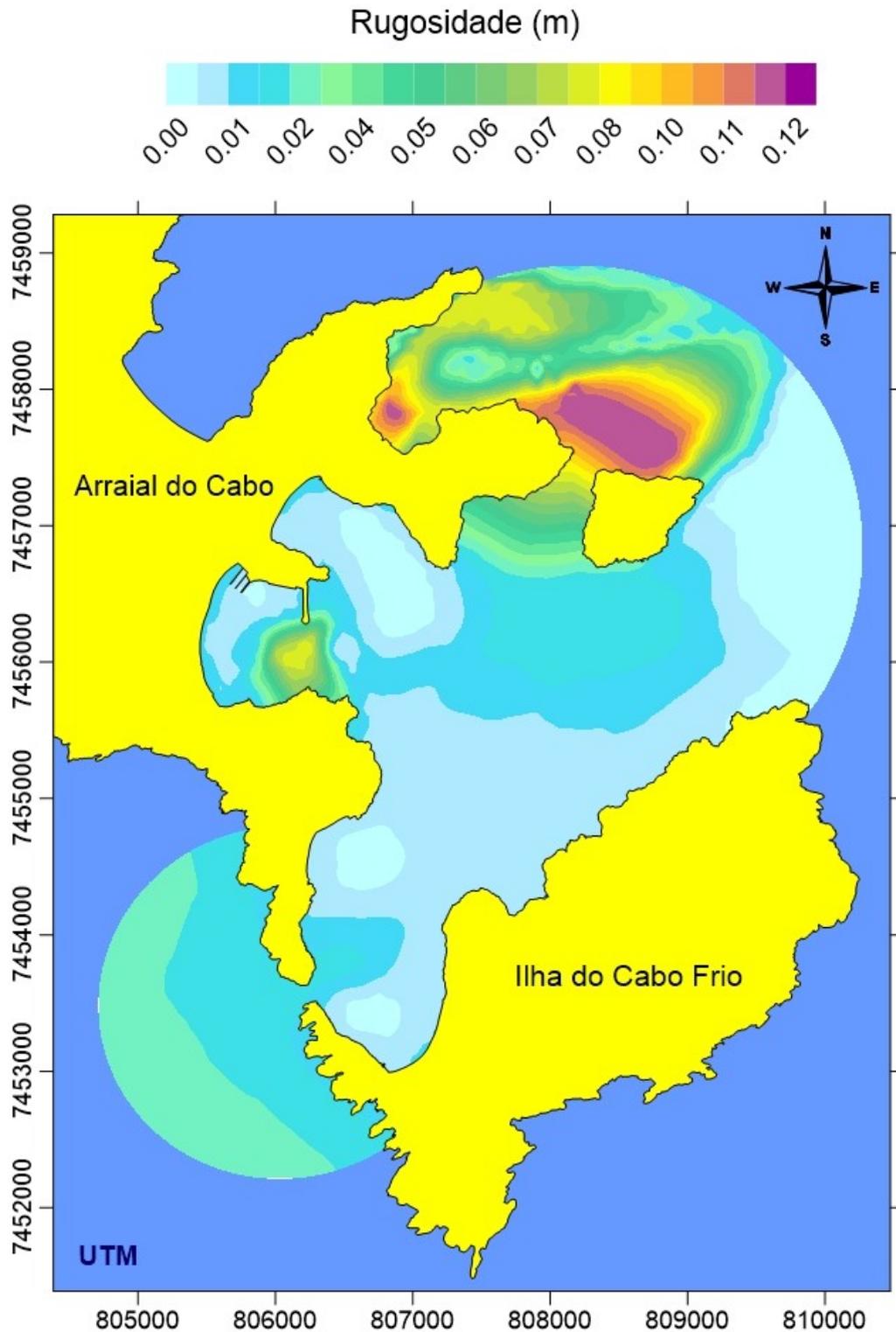


FIGURA 4 – Rugosidade Equivalente do Fundo. O modelo hidrodinâmico admite especificação pontual do tipo do material de fundo. A tensão de atrito no fundo é influenciada diretamente pelo tipo de material que compõe o leito do corpo d' água. Com base na natureza do fundo, em cada local do domínio de modelagem, devemos aplicar a sua amplitude de rugosidade equivalente coerente com a realidade local.

Fonte: GURGEL, 2016.

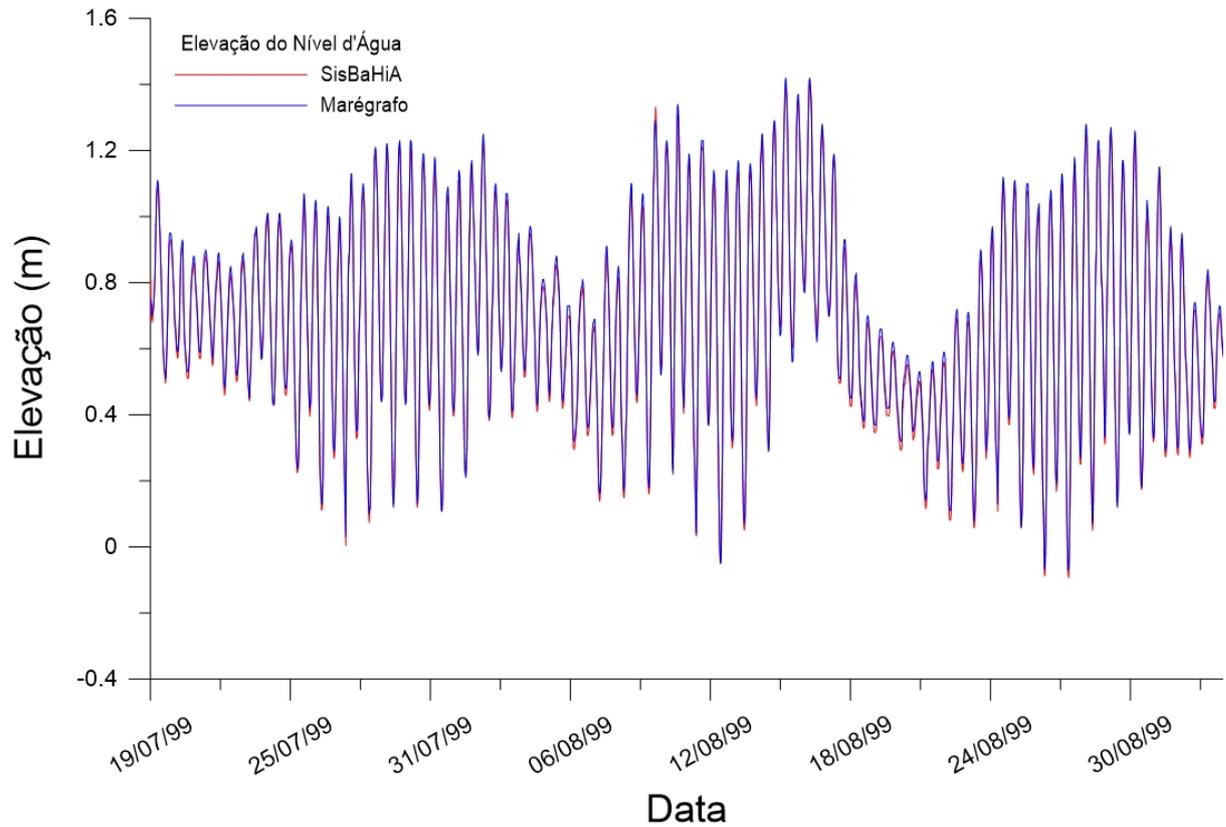


FIGURA 5 – Comparação da Elevação do Nível d'Água. A figura acima apresenta a curva de maré entre os dias de 19 de julho e 02 de setembro de 1999 fornecida pela Estação da Enseada dos Anjos (Porto do Forno) do IEAPM em comparação com a elevação da superfície livre modelada. Percebe-se uma boa concordância entre os dados de campo e modelados.

Fonte: GURGEL, 2016.

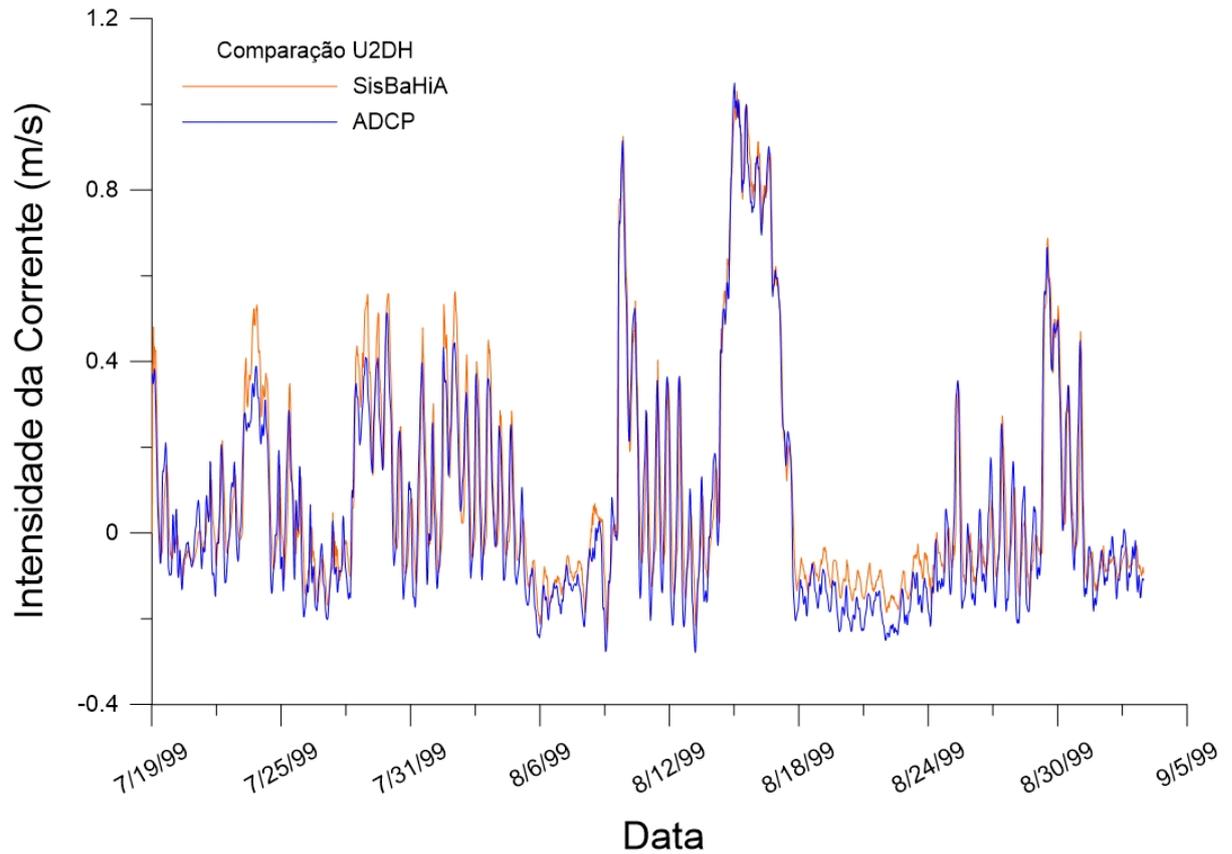


FIGURA 6 – Comparação das intensidades das correntes. Na figura acima são realizadas comparações entre os perfis de intensidade da corrente obtidos pelo Perfilador Acústico Doppler de Correntes (ADCP) e os resultados obtidos pelo modelo na componente zonal. O modelo apresenta boa aderência aos dados de campo.

Fonte: GURGEL, 2016.

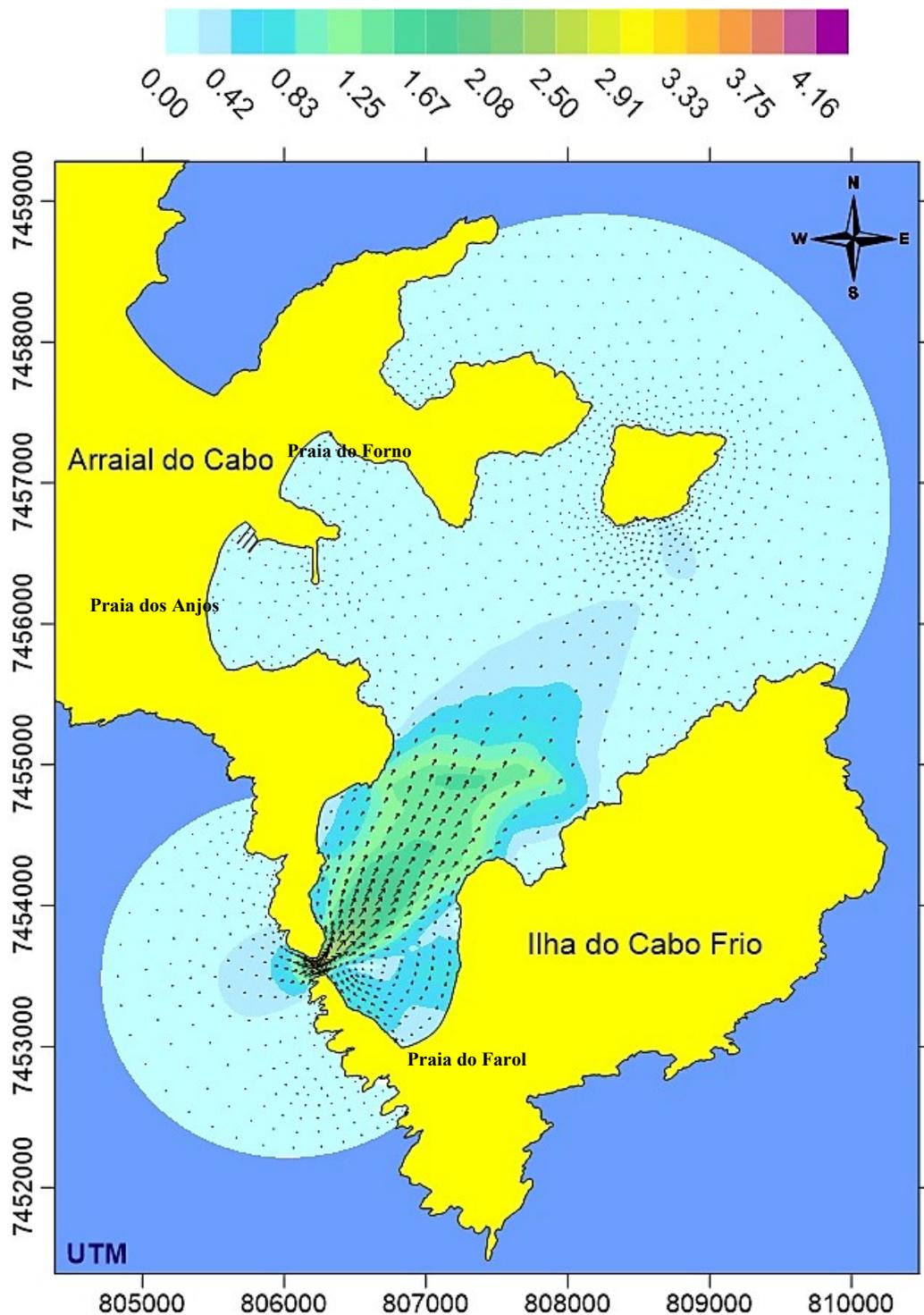


FIGURA 7 – Visão geral da área de estudo. Neste caso por exemplo, vislumbrando a realização de um MNT por superfície na área, das três praias existentes, o planejador mais sensato escolheria as Praias dos Anjos ou do Forno, regiões menos afetadas pelo estado do mar.

Fonte: GURGEL, 2016.

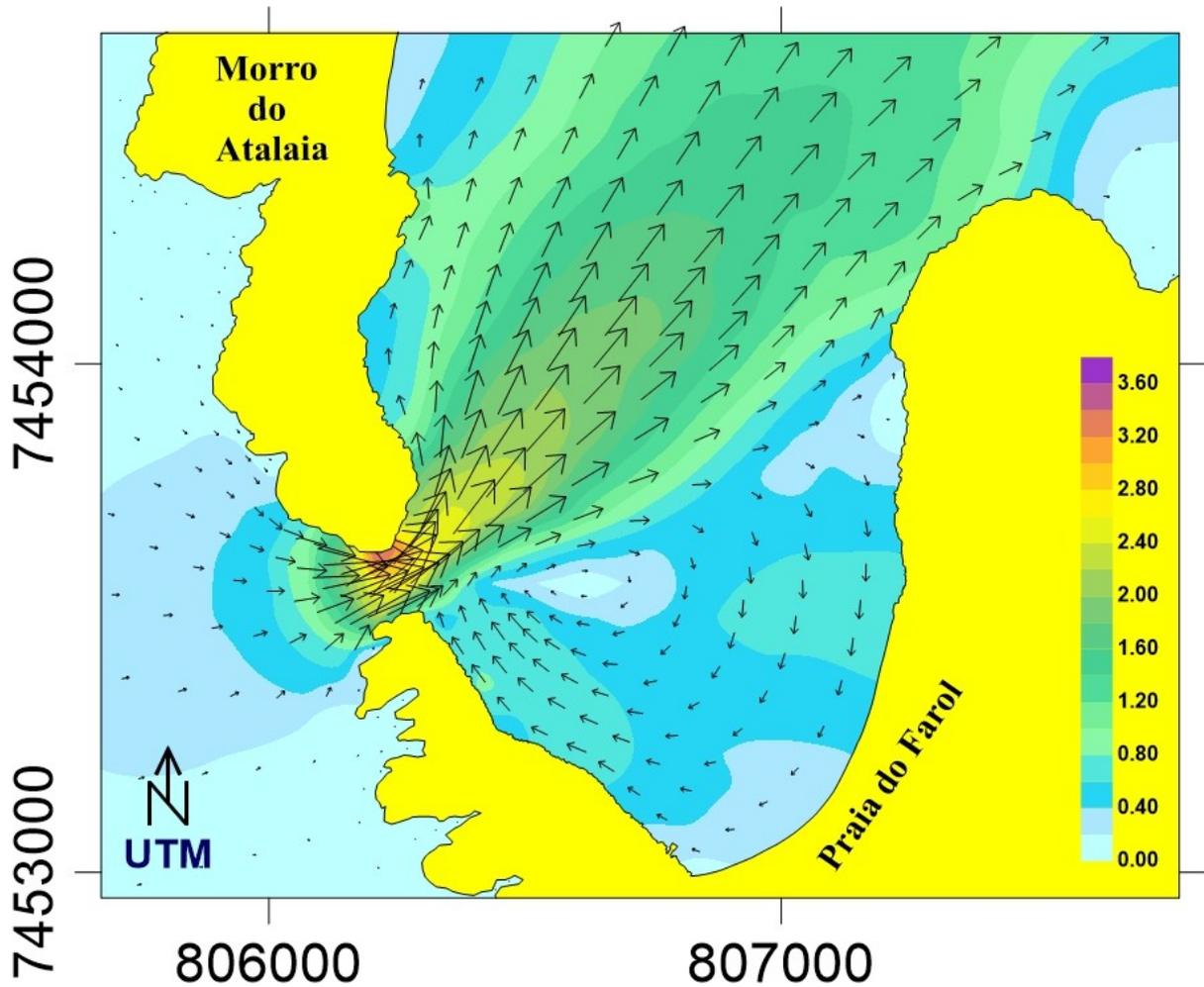


FIGURA 8 – Visão detalhada das proximidades da Praia do Farol em uma situação com ventos de sudoeste. Podemos observar a intensidade de corrente no estreito acima de 3 m/s. Havendo necessidade de atividades de mergulho/OpEsp nesta área o relatório confeccionado pela equipe do SisDBQ desaconselharia pois o limite de um nadador é de 1 nó de acordo com os manuais específicos do GRUMEC. Outra conclusão que poderíamos retirar do mapa é a dificuldade para realizar abicagem na Praia do Farol pelas ED devido a uma forte corrente paralela a praia com intensidade de até 0,80 m/s.

Fonte: GURGEL, 2016.

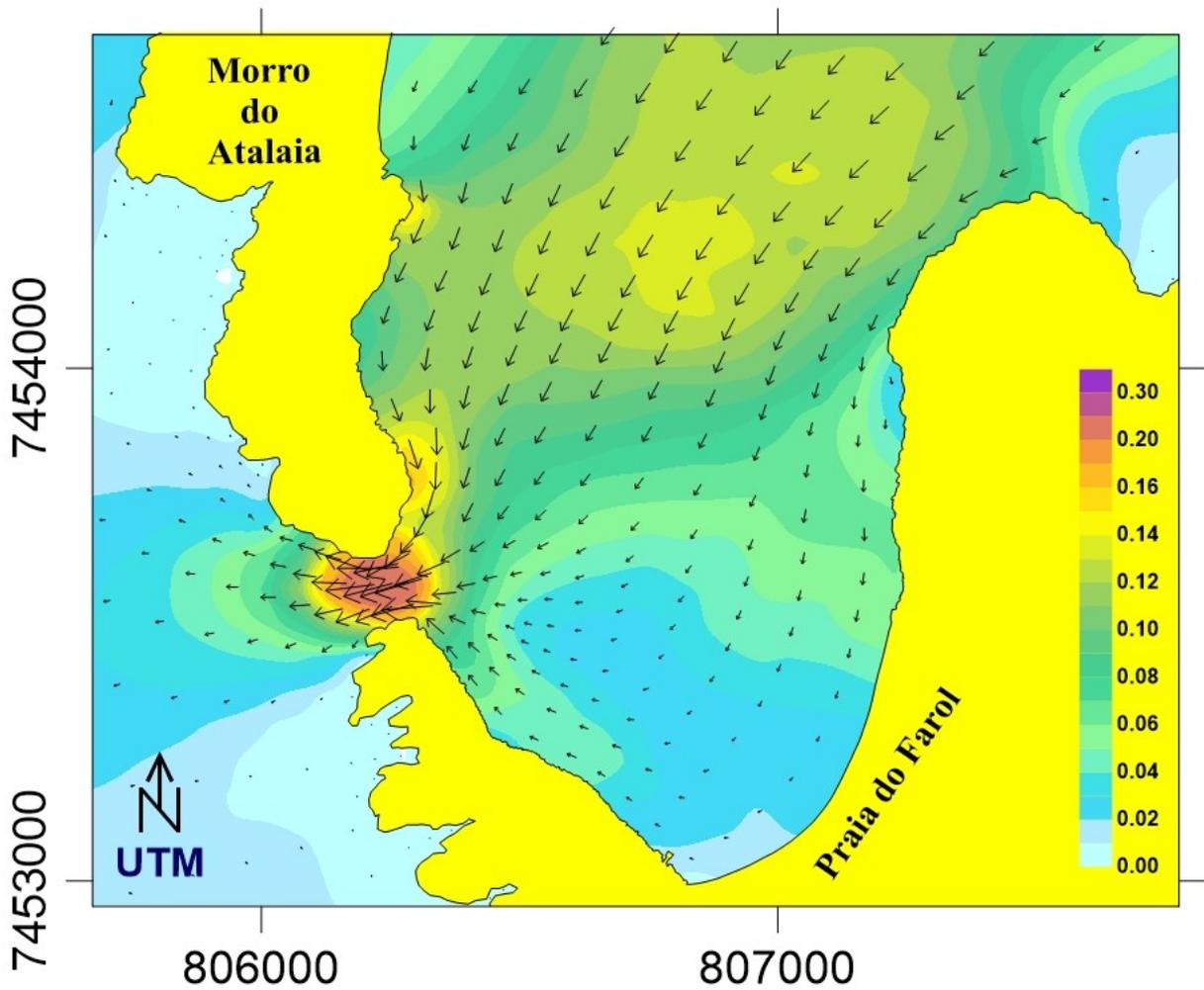


FIGURA 9 – Visão detalhada das proximidades da Praia do Farol em uma situação com ventos de nordeste. Podemos perceber um cenário mais confortável para a realização do MNT por superfície.

Fonte: GURGEL, 2016.

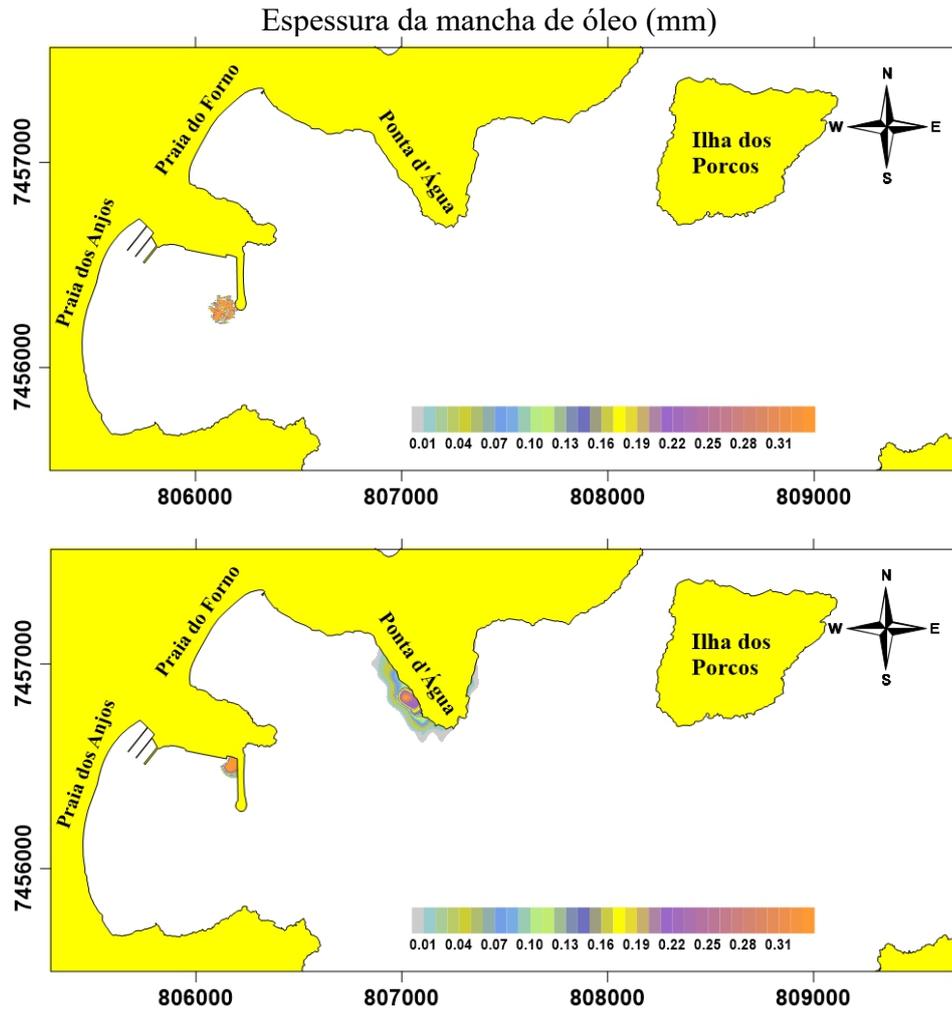


FIGURA 10 – Exemplo da deriva de óleo nas proximidades do Porto do Forno, Arraial do Cabo-RJ. Mesmo não sendo o propósito deste trabalho, cabe aqui ressaltar que o SisDBQ pode ter aplicação em outras áreas da MB. As figuras acima exemplificam de forma clara a deriva do óleo fruto de um vazamento simulado. A figura mais acima representa o momento inicial do vazamento, A figura do meio a situação da mancha após uma hora. A última figura representa a posição da mancha após duas horas.

Fonte: GURGEL, 2016.

