

MARINHA DO BRASIL
ESCOLA DE GUERRA NAVAL
MESTRADO PROFISSIONAL EM ESTUDOS MARÍTIMOS

GABRIELA DE LIMA BRAGANÇA

**DESENVOLVIMENTO DE SIMULADORES NACIONAIS DE NAVEGAÇÃO
MARÍTIMA:** uma questão de autonomia tecnológica e de Defesa Nacional

RIO DE JANEIRO
2017

GABRIELA DE LIMA BRAGANÇA

**DESENVOLVIMENTO DE SIMULADORES NACIONAIS DE NAVEGAÇÃO
MARÍTIMA: uma questão de autonomia tecnológica e de Defesa Nacional**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Estudos Marítimos.
Área de Concentração em Segurança, Defesa e Estratégia Marítima.

Orientador: Prof. Dr. Nival Nunes de Almeida

RIO DE JANEIRO
2017

B813d Bragança, Gabriela de Lima

Desenvolvimento de simuladores nacionais de navegação marítima: uma questão de autonomia tecnológica e de Defesa Nacional/ Gabriela de Lima Bragança. __ Rio de Janeiro, 2017. 105 f. : il.

Orientador: Nival Nunes de Almeida.

Dissertação (Mestrado) - Escola de Guerra Naval, Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos (PPGEM), 2017.

1. Simuladores de navegação - Brasil. 2. Tecnologia - Autonomia. 3. Segurança Nacional. I. Almeida, Nival Nunes de. II. Escola de Guerra Naval (BRASIL). III. Título.

CDD 623.893

GABRIELA DE LIMA BRAGANÇA

**DESENVOLVIMENTO DE SIMULADORES NACIONAIS DE NAVEGAÇÃO
MARÍTIMA: uma questão de autonomia tecnológica e de Defesa Nacional**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Estudos Marítimos.
Área de Concentração em Segurança, Defesa e Estratégia Marítima.

Aprovada em 28 de abril de 2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Nival Nunes de Almeida
Doutor – EGN

Prof. Dr. Claudio Rodrigues Corrêa
Doutor – EGN

Prof. Dr. Edson Mesquita dos Santos
Doutor – CIAGA



DEDICATÓRIA

Aos meus pais e ao André, por estarem
sempre ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por me abençoar e me permitir estar aqui.

Aos meus pais, pelo amor que recebo desde o dia em que disseram sim para mim.

De forma especial, ao André, que, mesmo distante durante os períodos embarcados, está sempre presente no meu coração.

Aos meus amigos especiais, Marco Aurélio, Brasil e Lívia, pelo carinho e pelas palavras a mim dirigidas, transmitindo-me força e entusiasmo.

A todos da turma 2015 de Mestrado do PPGEM a qual pertencço, porque, com vocês, tudo se tornou mais fácil e prazeroso.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Nival, pelos conhecimentos transmitidos e pelo apoio durante toda esta jornada.

Ao Capitão de Corveta Ricardo Sampaio Bastos e ao Diretor da Technomar Engenharia Oceânica Felipe Rateiro, pela confiança e pela valorosa contribuição para este trabalho.

Aos Professores Doutores, que se dispuseram a participar da banca de defesa desta dissertação de Mestrado.

E a todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu pudesse chegar ao final desta caminhada.



A pesquisa se desenvolve por meio de escolhas.

(STOKES, Donald, 2005, p. 22)

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo analisar alternativas para o desenvolvimento de tecnologia nacional de simuladores para navegação marítima, a fim de alcançar a autonomia tecnológica neste setor, por ser uma questão relevante no tocante à independência tecnológica, tanto para o segmento civil quanto para o segmento militar. Desse modo, foi necessário apresentar ao longo deste trabalho: conceitos relacionados à simulação, estudo do uso destes simuladores na formação de Oficiais, tanto da Marinha do Brasil quanto da Marinha Mercante, uma análise das políticas públicas existentes para a promoção do desenvolvimento de tecnologia nacional e a apresentação de instituições nacionais, que estão desenvolvendo este tipo de tecnologia. Essas instituições evidenciaram que o Brasil reúne as condições necessárias e suficientes para ter autonomia neste setor. Foi considerada ainda a importância do incentivo ao desenvolvimento de tecnologia nacional por meio de parcerias entre as Forças Armadas, as universidades e as empresas, a fim de garantir a autonomia nesta área e atender às demandas de Defesa do país.

Palavras-chave: Desenvolvimento. Tecnologia. Simuladores. Autonomia. Independência.



ABSTRACT

This work aims to analyse alternatives for the development of national technology of the simulators for maritime navigation, in order to achieve technological autonomy in this sector, as it is a relevant issue regarding technological independence, both for the civil segment and for the segment military. Thus, it was necessary to present along this work: concepts related to the simulation, study of the use of these simulators in the training of Officers, both the Brazilian Navy and the Merchant Navy, an analysis of existing public policies to promote the development of national technology and the presentation of national institutions that are developing this type of technology. These institutions showed that Brazil has the necessary and sufficient conditions to have autonomy in this sector. It was also considered the importance of encouraging the development of national technology through partnerships between the Armed Forces, Universities and Companies, in order to guarantee autonomy in this area and meet the country's defense demands.

Keywords: Simulators. Technology. Development. Independence. Autonomy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura de uso de simuladores marítimos voltado para o ensino.....	33
Figura 2 – Simulador marítimo do tipo CBT.....	34
Figura 3 – Simulador marítimo do tipo <i>Part-Task</i> (PTT).....	35
Figura 4 – Simulador marítimo do tipo <i>FULL MISSION</i> do CIABA.....	36
Figura 5 – <i>K-sim Navigation</i>	42
Figura 6 – Simulador do tipo <i>Full-Mission</i> do TPN-USP.....	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABS –	<i>American Bureau of Shipping</i>
AMB –	Autoridade Marítima Brasileira
AMC –	<i>Australian Maritime College</i>
AMSA –	Autoridade Marítima Australiana
AUTM –	<i>Association of University Technology Managers</i>
CA –	Corpo da Armada
CAAML –	Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão
CAORF –	<i>Computer - Assisted Operations Research Facility</i>
CASNAV –	Centro de Análise de Sistemas Navais
CBT –	<i>Computer Based Training</i>
CFN –	Corpo de Fuzileiros Navais
CIABA –	Centro de Instrução Almirante Braz de Aguiar
CIAGA –	Centro de Instrução Almirante Graça Aranha
CIM –	Corpo de Intendentes da Marinha
CISNE –	Console Integrado de Sensores de Navegação Eletrônica
DGDNTM –	Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha
DGN –	Diretoria-Geral de Navegação
DHN –	Diretoria de Hidrografia e Navegação
DNV –	<i>Det Norsk Veritas</i> (Sociedade Classificadora)
DNVGL –	<i>Det Norske Veritas/ Germanischer Lloyd</i> (Sociedade Classificadora)
DPC –	Diretoria de Portos e Costas
EFOMM –	Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante
EGN –	Escola de Guerra Naval
EMA –	Estado Maior da Armada
EN –	Escola Naval
END –	Estratégia Nacional de Defesa
ENIDH –	Escola Superior Náutica Infante D. Henrique
EPM –	Ensino Profissional Marítimo
FDEPM –	Fundo de Desenvolvimento do Ensino Profissional Marítimo
FEMAR –	Fundação de Estudos do Mar
FHM –	Fundação Homem do Mar
FONT –	Curso de Formação de Oficial de Náutica da Marinha Mercante
GM –	Guarda-Marinha
GMDSS –	<i>Global Maritime Distress and Safety System</i>
IALA –	<i>Association of Mariner Aids to Navigation and Lighthouse Authorities</i>
IMO –	<i>International Maritime Organization</i>
ISFM –	<i>International Marine Simulation Forum</i>
IPQM –	Instituto de Pesquisa da Marinha
LBDN –	Livro Branco de Defesa Nacional
MB –	Marinha do Brasil
MSF –	<i>Marine Safety Comitee</i>
NORMAM –	Normas da Autoridade Marítima
OMI –	Organização Marítima Internacional
OM –	Organização Militar

ONU –	Organização das Nações Unidas
PEPME –	Programa de Ensino Profissional Marítimo para Estrangeiros
PND –	Política Nacional de Defesa
PTT –	<i>Part-Task Training</i>
RA –	Realidade Aumentada
RIPEAM –	Regulamento internacional para evitar abalroamentos no mar
RV –	Realidade Virtual
SEPM –	Sistema do Ensino Profissional Marítimo
SIAvin –	Simulador de Aviso de Instrução
SIEN –	Simulador da Escola Naval
SOLAS –	Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar
STCW –	<i>Seafarer's Training, Certification and Watchkeeping Code</i>
UFF –	Universidade Federal Fluminense
UFRJ –	Universidade Federal do Rio de Janeiro
USMMA –	<i>United States Merchant Marine Academy</i>
USP –	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVOS.....	16
1.1.1	Tema	16
1.1.2	Delimitação do tema	16
1.1.3	Objetivo geral	16
1.1.4	Objetivos específicos	17
1.2	JUSTIFICATIVA.....	17
1.3	OBJETO.....	20
1.3.1	Problema	20
1.3.2	Hipótese	20
1.3.3	Variáveis	20
1.4	METODOLOGIA.....	20
1.5	EMBASAMENTO TEÓRICO.....	21
1.6	COMPOSIÇÃO DO TRABALHO.....	21
2	UMA REVISÃO DA LITERATURA DE SIMULAÇÃO	23
2.1	ANTECEDENTES CONCEITUAIS.....	24
2.1.1	Tecnologia	24
2.1.2	Segurança e Defesa	25
2.1.3	Simulação	26
2.1.4	Simulação marítima em ambientes virtuais	27
2.2	BENEFÍCIOS E LIMITAÇÕES DO USO DE SIMULAÇÕES.....	28
2.3	TIPOS DE SIMULAÇÕES.....	30
2.4	TEORIA DOS JOGOS, SIMULAÇÕES E CENÁRIOS.....	36
2.5	ESTADO DA ARTE DE SIMULADORES DE NAVEGAÇÃO MARÍTIMA.....	41
3	A FORMAÇÃO DE OFICIAIS DE MARINHA E O USO DE SIMULADORES	44
3.1	A INTRODUÇÃO DO USO DE SIMULADORES NA FORMAÇÃO DE OFICIAIS DE MARINHA MERCANTE.....	44

3.2	ORGANIZAÇÕES INTERNACIONAIS.....	45
3.2.1	Organização das Nações Unidas (ONU).....	46
3.2.2	Organização Marítima Internacional (OMI).....	47
3.3	DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS (DPC).....	48
3.4	SOCIEDADES CLASSIFICADORAS.....	50
3.4.1	<i>Det Norske Veritas/Germanischer Lloyd (DNVGL).....</i>	51
3.5	FORMAÇÃO DOS OFICIAIS DA MARINHA DO BRASIL (MB).....	52
3.6	FORMAÇÃO DOS OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE BRASILEIRA.....	53
3.7	O USO DE SIMULADORES NA FORMAÇÃO DE OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE EM OUTROS PAÍSES.....	55
3.7.1	Formação de Oficiais da Marinha Mercante em Portugal.....	56
3.7.2	Formação de Oficiais da Marinha Mercante nos Estados Unidos da América.....	57
3.7.3	Formação de Oficiais da Marinha Mercante na Austrália.....	58
3.8	A FORMAÇÃO CONTINUADA E O USO DE SIMULADORES.....	59
4	SIMULADORES NACIONAIS DE NAVEGAÇÃO MARÍTIMA: DESENVOLVIMENTO.....	62
4.1	INSTITUIÇÕES NACIONAIS DE PESQUISAS QUE ESTÃO DESENVOLVENDO TECNOLOGIAS NACIONAIS DE SIMULAÇÕES PARA A NAVEGAÇÃO MARÍTIMA.....	62
4.1.1	CASNAV.....	63
4.1.2	IPQM.....	65
4.1.3	Technomar Engenharia Oceânica.....	65
4.2	POLÍTICAS PÚBLICAS RELEVANTES PARA O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA NACIONAL VOLTADAS PARA A DEFESA.....	67
4.3	CLASSIFICAÇÃO E AS TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS NO DESENVOLVIMENTO DE SIMULADORES DE NAVEGAÇÃO MARÍTIMA..	69
4.4	DESAFIOS DO DESENVOLVIMENTO DE SIMULADORES NACIONAIS DE NAVEGAÇÃO MARÍTIMA.....	72
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
	REFERÊNCIAS.....	78



ANEXOS..... 86
APÊNDICES..... 96

1 INTRODUÇÃO

Em função do aceleração dos avanços tecnológicos dos equipamentos usados para conduzir as embarcações de um ponto a outro com segurança, os métodos de ensino, empregados na graduação e na formação continuada dos marítimos, vêm se aprimorando.

O uso dos simuladores é uma de suas consequências, portanto o ponto forte do uso da tecnologia de simulação de navegação marítima como recurso instrucional deve-se ao uso simultâneo da teoria e da prática.

Sendo assim, entende-se que as simulações utilizadas durante a formação devem reproduzir os exercícios que serão realizados com o máximo de realidade possível. Dessa forma, o graduando terá a chance de praticar o conteúdo teórico apresentado nas disciplinas que necessitam do uso desse tipo de tecnologia para uma melhor apreensão do conhecimento transmitido.

Ao se tratar do desenvolvimento de tecnologia de simulação de navegação marítima, pode-se dizer que o Brasil ainda é um país dependente de tecnologia advinda do exterior, visto que este país vem adquirindo simuladores de navegação marítima de empresas estrangeiras já há algum tempo.

É o caso do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha (CIAGA), no Rio de Janeiro, e do Centro de Instrução Almirante Braz de Aguiar (CIABA), em Belém do Pará, onde estão localizadas as duas Escolas de Formação de Oficiais da Marinha Mercante (EFOMM), que adquiriram esse tipo de tecnologia para fins instrucionais e de pesquisa.

Para que ocorra o desenvolvimento de uma tecnologia nacional de simulação de navegação marítima, serão necessárias as participações de atores políticos, econômicos e da área de Ciência, Tecnologia e Inovação, com a finalidade de compreender que todos os esforços para a reestruturação dos setores da Marinha Mercante e da Defesa devem ser políticas públicas de Estado.

As políticas públicas como a Política Nacional de Defesa (PND) (BRASIL, 2005), a Estratégia Nacional de Defesa (END) (BRASIL, 2008), ambas revisadas e atualizadas em 2012 (BRASIL, 2013), e o Livro Branco de Defesa Nacional (LBDN) (BRASIL, 2013), que norteiam o desenvolvimento de tecnologia e inovação no setor de Defesa, são ações recentes.

Ressalta-se, neste trabalho, a importância da aquisição de conhecimentos científicos e tecnológicos pelas instituições militares, universidades e empresas, a fim de que o Brasil possa contornar os obstáculos e tornar-se independente tecnologicamente.

Ademais, os países considerados “have nots”¹, além de serem dependentes de tecnologias oriundas dos países considerados “haves”², possuem uma deficiência em relação à inovação tecnológica nos setores financeiros, de segurança e de produção.

Assim sendo, foram elaboradas políticas públicas para a área da Defesa que viabilizam as criações de novas Instituições Científicas e Tecnológicas (ICT) e fomentam o desenvolvimento autóctone. Nesse caso, a fim de ratificar o que foi exposto acima, vale ressaltar o seguinte parágrafo da END:

No esforço de reorganizar a indústria nacional de material de defesa, buscar-se-á parcerias com outros países, com o objetivo de desenvolver a capacitação tecnológica nacional, de modo a reduzir progressivamente a compra de serviços e produtos acabados no exterior. A esses interlocutores estrangeiros, o Brasil deixará sempre claro que pretende ser parceiro, não cliente ou comprador. O país está mais interessado em parcerias que fortaleçam suas capacitações independentes do que na compra de produtos e serviços acabados. (BRASIL, 2008, p.36).

A partir do que foi exposto na citação acima, pode-se depreender que o desenvolvimento de tecnologia nacional desempenha um papel de suma importância para a reestruturação do setor de Defesa no Brasil.

Portanto, incentivar a integração das instituições militares, das universidades e das empresas poderá ser um fator relevante para a inovação e o desenvolvimento neste setor.

Por outro lado, no tocante às “aquisições de Defesa”, e de acordo com Longo e Moreira, estas são entendidas como os processos de suprimento de necessidades a partir de um amplo leque de opções que vão desde o desenvolvimento autóctone do produto até a compra de equipamentos prontos e acabados no mercado internacional. (LONGO; MOREIRA, 2013, p.295).

¹“have nots” são os que não têm domínio tecnológico na área. (MOREIRA, 2012, p.5).

²“haves” são os que têm domínio tecnológico na área. (MOREIRA, 2012, p.5).

Vale destacar que importa conscientizar a sociedade brasileira no que diz respeito a se dar prioridade aos investimentos na área de Defesa, apesar de o Brasil ser um país pacífico e estar localizado numa região de pouca, ou até mesmo, nula percepção de ameaça.

É preciso estar preparado, mesmo que não esteja em tempos de guerra, para que o Brasil não seja surpreendido. Portanto, os investimentos são necessários para que o país possa se sentir protegido e em condições de igualdade para negociar com os países desenvolvidos.

Além da capacitação de mão de obra, o país precisa, ainda, de mais incentivos nas áreas de pesquisas básicas e aplicadas a fim de adquirir e gerar conhecimento científico e tecnológico, para que possa estar preparado tanto para receber a tecnologia advinda do exterior quanto para desenvolver sua própria tecnologia.

Ademais, vale reforçar que não é suficiente para as instituições militares possuírem equipamentos modernos e ter em seu quadro efetivo pessoal qualificado e capacitado para operá-los. É de suma importância que sejam capazes de deter conhecimento científico e tecnológico para que possam desenvolver e produzir esses equipamentos em seu território, assim como terem condições de mantê-los, atualizá-los e aperfeiçoá-los, quando for preciso.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Tema

Desenvolvimento de simuladores nacionais de navegação marítima: uma questão de autonomia tecnológica e de Defesa Nacional.

1.1.2 Delimitação do tema

É abordada a questão do desenvolvimento de tecnologia de simuladores nacionais de navegação marítima e a importância da autonomia tecnológica tanto para a Marinha do Brasil quanto para a Marinha Mercante Brasileira.

1.1.3 Objetivo geral

Analisar alternativas para a autonomia brasileira no setor de simuladores de navegação marítima.

1.1.4 Objetivos específicos

- a) Revisar o conceito de simulação e dos principais termos relacionados;
- b) analisar a importância do uso de simuladores de navegação marítima na formação de Oficiais tanto da Marinha do Brasil quanto da Marinha Mercante;
- c) relacionar possíveis instituições nacionais de pesquisas que podem ou estão desenvolvendo das tecnologias nacionais de simulações para navegação marítima e a situação atual destes desenvolvimentos; e
- d) analisar as políticas públicas formuladas com a finalidade de fomentar o desenvolvimento de tecnologia nacional.

1.2 JUSTIFICATIVA

Os simuladores têm sido empregados atualmente em treinamento nas diversas áreas de atuação do profissional no segmento militar e civil. Isso se deve à capacidade de imersão em uma realidade virtual que essas ferramentas possibilitam. Como não poderia deixar de ser, também a área marítima emprega largamente a tecnologia de simulação.

Uma das vantagens do emprego de simuladores é o aspecto econômico, pois é possível formar, capacitar, treinar e aperfeiçoar os graduandos e os profissionais marítimos em atividades complexas e de extremo risco material, ambiental e de preservação da vida humana sem incorrer em acidentes reais.

A autora deste trabalho ministra aulas teóricas e práticas utilizando simuladores de navegação marítima, cuja tecnologia de simulação é importada, para o bacharelado em Ciências Náuticas de graduandos do Curso de Formação de Oficial de Náutica da Marinha Mercante (FONT) da EFOMM no CIAGA e também para cursos de formação continuada.

Sendo assim, percebeu-se a dependência deste tipo de tecnologia proveniente do exterior e sentiu-se a necessidade de investigar, através desse trabalho, as políticas públicas existentes que incentivam e tornam viável o desenvolvimento nacional de simuladores de navegação marítima

em ambientes virtuais e as possíveis instituições nacionais civis e militares que estejam desenvolvendo esse tipo de tecnologia.

Existem diversas empresas no mundo, dentre as quais podemos citar a *Kongsberg Gruppen* (empresa norueguesa) e a *Transas* (empresa norte-americana), líderes no mercado internacional, que desenvolvem soluções em simulação de navegação marítima para treinamentos e formação de pessoal tanto para a área da Defesa quanto para a área civil, o que mostra a importância desse tipo de tecnologia, em aplicações civis e militares, face à sua natureza dual.

Boa parte dessas empresas desenvolve seus simuladores há pelo menos trinta anos. A Marinha do Brasil vem adquirindo simuladores de empresas estrangeiras já há algum tempo, caracterizando a dependência tecnológica nesse setor.

Recentemente, a Marinha do Brasil, por meio do Centro de Análise de Sistemas Navais (CASNAV), associada a instituições de pesquisas brasileiras, como a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Federal Fluminense (UFF) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), iniciaram o projeto de desenvolvimento de sua própria tecnologia de simulação de navegação marítima, que será instalado no CIAGA. (IPN, p.4).

Esse projeto busca o desenvolvimento de simuladores nacionais de navegação marítima que, por se tratar de uma tecnologia dual, podem ser largamente utilizados pelo setor militar e pelo setor civil, a fim de que possam ser desenvolvidos, através do uso desses equipamentos, métodos de ensino-aprendizagem adequados às necessidades nacionais para a área marítima.

Portanto, para que ocorra o desenvolvimento desse tipo de tecnologia, há uma necessidade de capacitação e qualificação contínua do pessoal das instituições civis e militares responsáveis por esse desenvolvimento.

Sendo assim, cabe ressaltar que se deve ter o cuidado de documentar todo o processo de desenvolvimento e, se possível, repassar os conhecimentos adquiridos para outras pessoas a fim de que não se perca tudo o que já foi obtido. E também poder aperfeiçoar a tecnologia em questão, de acordo com a necessidade do mercado, inclusive competir no mercado internacional de Defesa, além de suprir a necessidade interna da Defesa.

No entanto, importa ter cautela, caso haja necessidade de aquisição de tecnologia estrangeira, pois se faz necessária a transferência de tecnologia empregada nos simuladores de navegação marítima, para que se tenha acesso às ferramentas de construção de cenários virtuais

de simulação, que envolvem software para criação de cenários em computação gráfica, modelagem de escoamento e ajustes de novos modelos hidrodinâmicos.

As ferramentas citadas acima permitirão a construção de novos cenários de simulação e a modelagem de novas embarcações, além daquelas adquiridas originalmente com o simulador, gerando a independência na construção de novos cenários e modelos de embarcação. Caso contrário, o que vai ser adquirido será apenas a técnica de como operar, tornando-se apenas um usuário e sem aquisição da tecnologia.

Caso não ocorra a aquisição da tecnologia, para a adequação dessas ferramentas às demandas de novos treinamentos, haverá a necessidade da cooperação e da participação do detentor do conhecimento tecnológico, incorrendo em altos custos.

No caso de áreas específicas como a Defesa, essa dependência tecnológica implica numa exposição de toda uma estratégia de Defesa a nações estrangeiras, o que não é desejável.

No âmbito federal, recentemente, foram elaboradas e sancionadas algumas políticas de suma importância para a reestruturação da Defesa com base nas necessidades das Forças Armadas para que possam se modernizar, aumentar seu efetivo e oferecer treinamentos eficientes e eficazes, a fim de que obtenham êxito em suas atuações em caso de um futuro conflito armado, garantindo, assim, a lei, a ordem e a paz em território nacional.

Como exemplo, pode-se citar a END, que é um documento formalizado pelo decreto nº 6.703, de 18 de dezembro de 2008, e que tem por finalidade definir ações estratégicas de médio e longo prazo, com vistas à atuação interna das Forças Armadas na promoção da Defesa Nacional.

O texto da END afirma que a Estratégia Nacional de Defesa é inseparável da Estratégia Nacional de Desenvolvimento, visto que o setor de Defesa é fundamental para o sucesso da estratégia de desenvolvimento dos setores industrial e tecnológico de um país.

Cabe também ressaltar neste trabalho a importância da Lei 12.598, de 21 de março de 2012, para o setor de Defesa Nacional, conhecida como Regime especial para a Indústria de defesa (RETID). (BRASIL, 2012).

A lei citada acima estabelece as normas especiais para as compras, as contratações e o desenvolvimento de produtos e sistemas de Defesa e dispõe de regras de incentivo à área estratégica de Defesa. (BRASIL, 2012).

1.3 OBJETO

1.3.1 Problema

A capacitação tecnológica da Marinha do Brasil, das universidades e empresas nacionais é condição necessária e suficiente para a autonomia no setor de desenvolvimento de simuladores de navegação marítima?

1.3.2 Hipótese

O atual estágio de desenvolvimento tecnológico no Brasil é adequado ao atendimento das necessidades de simulação de navegação marítima da Marinha do Brasil e da Marinha Mercante.

1.3.3 Variáveis

- a) O retrato do estágio de desenvolvimento tecnológico para a produção de simuladores de navegação marítima no Brasil; e
- b) as necessidades atuais de simuladores para a Marinha do Brasil e para a Marinha Mercante.

1.4 METODOLOGIA

O método de abordagem que será utilizado na elaboração da dissertação será o hipotético-dedutivo, baseado em pesquisa exploratória, documental e conceitual realizada em publicações específicas sobre o tema como fonte de embasamento para tal estudo.

Neste trabalho, será considerada a técnica de documentação indireta, com análise de pesquisa bibliográfica, com o exame de literatura científica para um levantamento inicial, uma análise do que já se produziu sobre o tema e entrevista semiestruturada baseada na experiência dos possíveis desenvolvedores de simuladores nacionais. A partir dessa coleta, serão elaboradas considerações e/ou uma nova perspectiva sobre a temática.

Como fontes, serão utilizados livros, artigos científicos publicados em revistas, periódicos, leis, decretos e portarias normativas existentes acerca do tema proposto.

1.5 EMBASAMENTO TEÓRICO

Foi necessária, na primeira fase, uma revisão da literatura a respeito do termo simulação, que é o escopo deste trabalho, e foi realizada uma comparação entre simulação, jogos e cenários. As fontes primárias usadas para auxiliar essa parte conceitual serão obras dos autores Thomas, Perla, McGrady e Tanabe, entre outros.

Na segunda fase, deu-se a fundamentação teórica através de antecedentes conceituais de termos relevantes para esta pesquisa, tais como tecnologia e inovação tecnológica, com base nas políticas públicas PND, END e LBDN e autores nacionais e internacionais.

E, por fim, na terceira fase, foi realizada a investigação das possíveis instituições nacionais de pesquisas que podem ou estão desenvolvendo essa tecnologia e a análise da situação atual do desenvolvimento das tecnologias nacionais de simulações para navegação marítima com base em entrevista semiestruturada.

1.6 COMPOSIÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho é composto de cinco capítulos, sendo o primeiro uma introdução com a finalidade de contextualizar a importância do desenvolvimento de tecnologia de simulação de navegação marítima para o ensino-aprendizagem, pesquisa e desenvolvimento.

No segundo capítulo, são apresentados o embasamento teórico e uma revisão da literatura sobre simulação, pois, para um eficaz entendimento do tema proposto no trabalho em questão, há a necessidade de definir inicialmente determinados conceitos a respeito de termos que serão abordados ao longo deste trabalho.

O terceiro capítulo discorre sobre os órgãos reguladores nacionais e internacionais em relação à formação dos marítimos e descreverá como se dá a formação no tocante à graduação da Marinha do Brasil e da Mercante Nacional e Internacional através dos países Portugal, Estados Unidos da América e Austrália.

O quarto capítulo aborda a relevância do desenvolvimento de uma tecnologia nacional para a simulação de navegação marítima para aplicações civis e militares, as instituições nacionais de pesquisas que estão desenvolvendo essa tecnologia e o estágio atual desses desenvolvimentos, cujas informações foram obtidas através de entrevistas semiestruturadas.

Por conseguinte, é realizada uma apresentação da situação atual desses desenvolvimentos de tecnologias nacionais de simulações para navegação marítima e serão analisados alguns desafios, como a necessidade de capacitação e qualificação contínua do pessoal que participará deste desenvolvimento, e outro grande obstáculo enfrentado pelo setor de Defesa, que é a captação de recursos financeiros para a compra do produto pronto ou para o desenvolvimento nacional.

Por fim, é desenvolvido o último capítulo contendo as considerações finais, onde se pretende apresentar as respostas para os questionamentos que foram apresentados ao longo deste trabalho como o que poderia ser feito para que o Brasil pudesse ter autonomia, em se tratando de tecnologia de simulação para a navegação marítima com aplicação militar e civil, e sobre a possibilidade de se adquirir parte da tecnologia estrangeira, através de contratos de transferência de tecnologia, para que se possa acoplá-la aos projetos de desenvolvimento dos simuladores, a fim de minimizar o grau de dependência tecnológica.

Nas considerações finais, também é apresentada a contribuição da autora que objetiva expor a importância de se incentivar o desenvolvimento de tecnologia nacional, especialmente para a área de simulação de navegação marítima, promovendo as parcerias entre as Forças Armadas, as universidades e as empresas, com a finalidade de se alcançar a independência tecnológica, garantindo, assim, a autonomia nesse setor e preservando a segurança do país.

2 UMA REVISÃO DA LITERATURA DE SIMULAÇÃO

As atividades do dia a dia, com uso de tecnologias como *smartphones*, *smartTVs*, *tablets* e afins, ou como carros automatizados com o recurso de multimídias, que estacionam automaticamente, entre outros, têm estado cada vez mais frequentes na vida das pessoas.

É notável que o uso da tecnologia no processo de ensino-aprendizagem contribui para que novas metodologias sejam empregadas e, com isso, observam-se uma apreensão do conhecimento, de forma mais interativa, por parte dos graduandos e uma mudança de postura por parte do docente. No caso deste trabalho, os simuladores de navegação marítima terão o uso da sua tecnologia abordada.

Os simuladores em ambientes virtuais, sendo usados em tempo real ou em *fast time*, destinados à navegação marítima, representam uma das consequências da interação entre humanos e tecnologia. Sua utilização nos cursos oferecidos pela EFOMM, especificamente no curso FONT, deve-se ao seu dinamismo que posiciona o docente como um direcionador, levando o graduando a contribuir para o próprio aprendizado.

Esses recursos instrucionais permitem uma maior participação dos graduandos e uma interação mais estreita com seus professores, pois se baseiam na aplicação prática das teorias que foram transmitidas em sala de aula e na análise posterior, conhecida como *debriefing*, dos resultados obtidos com os exercícios realizados.

Apreender conhecimento com a prática corresponde à oportunidade de envolvimento do graduando no processo de ensino-aprendizagem, no qual ele deixa de ser aquele que somente recebe informações e passa a ter uma participação mais ativa.

Sendo assim, o graduando é levado à experimentação por meio de uma realidade simulada com a finalidade de formação e treinamento, desenvolvimento de habilidades, padronização nas ações e nas tomadas de decisões, principalmente em situações de emergência, pesquisa, investigação de acidentes, entre outros.

Para que seja extraído o máximo do aprendizado, a partir da utilização dos exercícios simulados, é essencial que as simulações em ambientes virtuais sejam as mais próximas possíveis da realidade pretendida para que os graduandos possam ter um bom desempenho no decorrer da sua vida profissional.

No setor marítimo, os simuladores, que foram empregados inicialmente para a formação e o treinamento dos graduandos e profissionais da Marinha Mercante e dos militares da Marinha de Guerra, hoje servem para uma variedade de tarefas que incluem os projetos de embarcações (determinação de suas capacidades de manobra, arranjo de passadiço, formato dos equipamentos de bordo etc.), os projetos de portos, de terminais, de bacias de evolução e de canais de acesso portuário, com seus respectivos procedimentos operacionais, posicionamento de auxílios à navegação (bóias, balizas, faróis) e investigação de acidentes marítimos, entre outros.

Cabe ressaltar que a investigação dos problemas relativos ao comportamento das embarcações em uma determinada condição ambiental envolve um complexo conjunto de sistemas que interagem entre si.

Portanto, o uso de simuladores, na área de ensino-aprendizagem e de desenvolvimento e pesquisas, torna-se importante porque permite a incorporação das ações relativas à percepção e ao controle humano na solução desses problemas.

2.1 ANTECEDENTES CONCEITUAIS

Para um eficaz entendimento do tema proposto nesta dissertação, há a necessidade de definir inicialmente determinados conceitos a respeito de termos que serão abordados ao longo deste trabalho, que constam das políticas públicas destinadas ao setor da Defesa Nacional, tais como tecnologia, transferência de tecnologia, inovação tecnológica, pesquisa básica, pesquisa aplicada, segurança, defesa e simulação, que é o escopo deste trabalho.

2.1.1 Tecnologia

A seguir, serão apresentadas algumas definições para que se possa compreender melhor o significado de tecnologia e diferenciá-la da técnica:

Tecnologia é um pacote de informações organizadas, de diferentes tipos (científicas, empíricas...), provenientes de várias fontes (descobertas científicas, patentes, livros, manuais, desenhos...), obtidas por meio de diferentes métodos (pesquisa, desenvolvimento, cópia, espionagem...), utilizado na produção de bens e serviços. (FLEURY, 1990, p.24).

A partir do que foi exposto acima, pode-se compreender que tecnologia é um agregado organizado de conhecimento necessário para o desenvolvimento de uma produção.

O que difere a tecnologia de técnica é que esta é um conjunto de instruções que habilitam os usuários a operar determinado produto, enquanto aquela seria como desenvolver o produto.

Segundo a *Association of University Technology Managers* (AUTM), a transferência de tecnologia é o processo de transferência de descobertas científicas de uma organização para outra com a finalidade de desenvolvimento e comercialização.

É importante compreender bem esses conceitos porque, em muitos casos, em vez de se obter a transferência de tecnologia, na verdade o que ocorre é apenas a transferência de técnica, como usar, como operar e não como desenvolver.

Após um breve entendimento sobre tecnologia, será apresentado um conceito de inovação tecnológica segundo o Manual de Oslo:

Uma inovação tecnológica de produto é a implantação/comercialização de um produto com características de desempenho aprimoradas de modo a fornecer objetivamente ao consumidor serviços novos ou aprimorados. Uma inovação de processo tecnológico é a implantação/adoção de métodos de produção ou comercialização novos ou significativamente aprimorados. Ela pode envolver mudanças de equipamento, recursos humanos, métodos de trabalho ou uma combinação destes. (OSLO, 2004, p.21).

Em se tratando de pesquisa básica e pesquisa aplicada, entende-se que a primeira objetiva o entendimento e a segunda consiste na utilização. Segundo Stokes (1997, p.22), “os diferentes objetivos da pesquisa básica e da pesquisa aplicada tornam esses tipos de pesquisa conceitualmente distintos”. Ao analisar o conceito de tecnologia, observa-se que, para o seu desenvolvimento, faz-se necessário o uso tanto da pesquisa básica quanto da pesquisa aplicada.

2.1.2 Segurança e Defesa

De acordo com a PND, “Segurança é a condição que permite ao País preservar sua soberania e integridade territorial, promover seus interesses nacionais, livre de pressões e ameaças, e garantir aos cidadãos o exercício de seus direitos e deveres constitucionais” e “Defesa Nacional é o conjunto de medidas e ações do Estado, com ênfase no campo militar, para a defesa do território, da soberania e dos interesses nacionais contra ameaças preponderantemente externas, potenciais ou manifestas”. (BRASIL, 2005, p.2).

2.1.3 Simulação

Nos conceitos de simulação, os autores e estudiosos do tema, como, por exemplo, Shannon (1975) e Law e Kelton (1999), procuram descrever as finalidades que consideram essenciais ao seu emprego. Definir o que é simulador não é uma tarefa das mais simples, devido às diferentes perspectivas observadas por cada um de seus usuários.

É importante, porém, definir esse termo e a sua utilidade para evitar equívocos. Levando em consideração que este trabalho tem como foco o desenvolvimento de uma simulação voltada para a navegação marítima, será apresentada a definição de simulação, segundo *Oxford Learners Dictionary*, como uma situação em que um determinado conjunto de condições é criado artificialmente, a fim de estudar ou experimentar algo que poderia existir na realidade. (OXFORD LEARNERS DICTIONARY, 2015, tradução da autora).

Em parte da literatura que trata de simulação, podem ser encontrados conceitos relacionados com a utilização da simulação na atividade de ensino e, mais precisamente, na tentativa de reproduzir, em ambientes virtuais, o cotidiano dos graduandos enquanto profissionais.

Para Naylor (1971, p.2), “simulação é uma técnica numérica usada para conduzir experiências com certos tipos de modelos matemáticos que descreve o comportamento de um sistema complexo em um computador digital por prolongados períodos de tempo”.

Gramigna (1993, p.6) diz que “a simulação é caracterizada por uma situação em que um cenário simulado representa modelos reais, tornando possível à reprodução do cotidiano”.

Segundo Law e Kelton (1999), “a simulação é imitação de um sistema real modelado em um computador para avaliação e melhoria da sua performance”.

Conforme Shannon, a simulação não é uma teoria, mas uma metodologia de resolução de problemas, que faz uso da modelagem para implementar e analisar um procedimento real (físico), proposto em um computador ou em protótipos, portanto, simulação é o ato de imitar um procedimento real em menor tempo e com menor custo, permitindo um estudo detalhado de acontecimentos passados, presentes e futuros. (SHANNON, 1975).

A partir dos conceitos expostos acima, pode-se depreender que as simulações permitem a inserção de dados da realidade num sistema computacional com a finalidade de ensino-aprendizagem, pesquisas e investigações.

As vantagens das simulações, que podem ser utilizadas em diversas áreas de ensino, tais como Engenharia, Matemática, Física, Ciências Náuticas, entre outras, propiciam uma maior inserção desse tipo de tecnologia na formação de novos profissionais e no aperfeiçoamento daqueles que já se encontram no mercado. Porém, não se pode deixar de ressaltar que a tecnologia de simulação também possui algumas limitações.

2.1.4 Simulação marítima em ambientes virtuais

No caso de simulação de navegação marítima em ambientes virtuais, essa pode ser realizada através de treinamento individual ou treinamento em equipe, através de um exercício com o máximo de realidade possível, podendo ser repetida diversas vezes com a possibilidade de alterações ou inclusões de novos dados, a qualquer momento do exercício, a fim de se alcançar um determinado objetivo.

No caso da formação dos graduandos do curso FONT da EFOMM, os simuladores são usados não somente para fins de treinamento, mas também como requisitos de competência exigidos pelo *Seafarer's Training, Certification and Watchkeeping Code (STCW Code)*³ de 1978, emendado pela Convenção da Organização Marítima Internacional (OMI)⁴ em 1995 e ratificado pelo Brasil. (MOURA, 2014).

Cumprindo essas exigências constantes do *STCW Code*, como emendada Manila 2010, ao final do curso, os graduados receberão a certificação mandatória, o certificado de competência com validade de cinco anos, para o cumprimento de suas funções a bordo das embarcações. (MOURA, 2014).

Como já foi apresentada neste trabalho, a simulação pode ser usada no processo de ensino-aprendizagem em diversas áreas. É o caso das simulações em ambientes virtuais que são utilizadas para navegação aérea, nos setores militar e civil, com a finalidade de aumentar a eficiência dos pilotos das aeronaves e de padronizar ações, tais como responder a determinadas

³STCW Code é o Código que estabelece os padrões de competência para fins de treinamento, certificação e serviço de quarto exigidos dos tripulantes para o exercício de suas funções a bordo de embarcações. As últimas emendas ao Código STCW foram definidas em Manila em 2010.

⁴A OMI (internacionalmente conhecida como International Maritime Organization – IMO) é a uma Agência especializada e vinculada à Organização das Nações Unidas (ONU) responsável pela codificação e padronização de procedimentos relacionados à salvaguarda da vida humana no mar, proteção do meio ambiente marinho, cooperação técnica e certificação de profissionais e embarcações.

adversidades simuladas, por exemplo, uma pane nos motores, deixando-os preparados para o que possa vir a ocorrer no futuro em ações reais.

Atualmente, a simulação também pode ser encontrada em jogos tanto de empresas quanto de guerra, objetivando o treinamento profissional, de forma individual ou em equipe, e o aprimoramento dos graduandos em processos de tomada de decisão mais complexos.

Existem também simuladores de direção de automóveis, de voos, entre outros, com cenários virtuais próximos aos reais, já que são capazes de reproduzirem situações com o uso de equipamentos específicos para cada tipo de simulação desejada.

Com o avanço da tecnologia computadorizada, a simulação ganhou força e referência para um treinamento mais preciso, objetivando padronizar determinadas ações e atitudes, inclusive comportamentais, a fim de se preparar para possíveis acontecimentos emergenciais ou para evitar ou minimizar acidentes.

2.2 BENEFÍCIOS E LIMITAÇÕES DO USO DE SIMULAÇÕES

Atualmente, as simulações são utilizadas em larga escala em variadas áreas de atuação com diversas finalidades como pesquisas para obtenção de novos conhecimentos, estudos de viabilidade portuária, treinamentos de pessoal civil e militares, processos de ensino-aprendizagem, entre outras.

A multidisciplinaridade no uso da tecnologia de simulação torna-se possível com o advento dos avanços tecnológicos, visto que esses são responsáveis pela maior aproximação entre a simulação e realidade do que será simulado. O fato de uma simulação aproximar-se o máximo possível da realidade simulada pode fazer com que se obtenham resultados mais satisfatórios diante dos objetivos pretendidos para a referida simulação.

Devido ao fato da multidisciplinaridade em relação ao uso da simulação, essa também pode ser utilizada com a finalidade de solucionar variados tipos de problemas, porém deve-se entender que, como toda tecnologia, a simulação possui benefícios e limitações que devem ser levados em consideração, para que se consiga atingir o melhor resultado dentro do possível.

Para Law e Kelton (1991), são benefícios do uso de simuladores:

- a) Possibilidade da reaplicação precisa dos experimentos, o que permite o teste de várias alternativas diferentes para o mesmo sistema;

- b) a manipulação das condições experimentais, o que não seria possível no sistema real;
- c) a avaliação de longos períodos em um espaço curto de tempo; e
- d) a economicidade se comparado a experiências no sistema real, pois essas, quando realizadas, podem acarretar consequências danosas ou irreparáveis.

Segundo Cornélio Filho (1998), pode-se destacar as seguintes limitações associadas ao uso de simulações:

- a) Necessidade de exatidão na seleção dos dados de entrada do sistema, visto que dados incorretos ocasionarão informações incorretas;
- b) pode haver dificuldades na interpretação dos resultados, principalmente, para as pessoas não versadas na linguagem utilizada no modelo; e
- c) lentidão no processo de desenvolvimento, em virtude do tempo necessário para modelagem e experimentação do sistema.

Para o autor Thomas (2003), as simulações podem ser usadas em diversas categorias. Em seu artigo, ele apresenta as seguintes:

- Pesquisa: a investigação sobre simulações é importante para explorar a precisão e a utilidade das novas técnicas analíticas que possam se revelar com o uso no projeto e análise; envolve a derivação e verificação dos modelos de sistemas. As simulações são utilizados como ferramentas de pesquisa para estabelecer tendências, demonstrar as relações entre o sistema parâmetros ou fazer previsões sobre o futuro.
- Projeto: os designers utilizam simulações para caracterizar ou visualizar um sistema que ainda não existem, de modo a atingir uma solução ideal. Por exemplo, usando a simulação para modelar uma unidade de fabricação de diferentes máquinas e caixas de armazenamento, tempos de preparação e transferência de materiais, de modo a melhorar a eficiência.
- Análise: refere-se ao processo pelo qual a simulação é usada para determinar a comportamento ou a capacidade de um sistema atualmente em operação ou para verificar a sua exatidão. Também pode ser usada para testar sistemas reais sob extrema ou mesmo condições impossíveis. O comportamento do modelo é estabelecido pelo dados inseridos no sistema. Por exemplo: otimização da gestão de um hospital através da simulação do agendamento de médicos, pessoal, equipamento e pacientes.
- Formação: simulações de treinamento são utilizados para recriar situações que as pessoas enfrentam no trabalho e permitir aos graduandos a prática de uma sequência de ações ou para aprender a ação correta para um determinado evento. O treinamento pode permitir que os alunos cometam erros potencialmente fatais, sem prejuízo.
- Educação: na educação, os alunos não só precisa saber "como" fazer alguma coisa; eles precisam saber o porquê. Simulações representam um mundo exploratório onde os alunos podem utilizar modelos para conduzir a experimentação, para criar e testar hipóteses e construir a sua própria compreensão de um sistema. As simulações podem fornecer ferramentas para os professores demonstrarem e explicarem o comportamento de sistemas complexos e dinâmicos. (THOMAS, 2003, p.5, tradução da autora).

Para exemplificar o que foi abordado acima, segundo Protil (2005), os jogos de empresa, que são um tipo de simulação, podem possuir diferentes aplicações pedagógicas e o seu maior potencial de aprendizagem encontra-se na graduação e pós-graduação:

O processo de aprendizagem utilizando jogos de empresa pode ser subdividido em quatro áreas:

- Difusão do conhecimento técnico (aprendizagem cognitiva);
- Capacitação para o processo decisório em situações complexas;
- Desenvolvimento de aptidões para o trabalho em equipe (aprendizagem efetiva/emocional); e
- Treinamento e aplicação de técnicas de trabalho (aprendizagem instrumental). (ROHN, 1989, p.40 *apud* PROTIL, 2005, p.117).

As áreas subdivididas do processo de ensino-aprendizagem usando jogos empresariais citadas no parágrafo anterior também se aplicam no processo de ensino-aprendizagem usando simuladores de navegação marítima como recursos instrucionais, tanto na graduação quanto na formação continuada, que é o foco deste trabalho.

2.3 TIPOS DE SIMULAÇÕES

Existem diversificados tipos de simulação, dentre os quais podemos citar:

- Simulação Viva: é a modalidade de simulação em que pessoas reais operam sistemas reais, em um ambiente real, com apoio de sensores, dispositivos apontadores *laser* (Dispositivos de Simulação de Engajamento Tático – DSET) e outros instrumentos que permitem acompanhar o treinamento, simulando os efeitos dos engajamentos entre tropas. (OLIVEIRA FILHO, 2015, p.35).

Como exemplo de simulação viva, podemos citar as simulações da cerimônia de abertura dos Jogos Olímpicos Rio 2016 no entorno do Estádio do Maracanã no Rio de Janeiro, que ocorreram nos dias 17 de julho e 31 de julho. As simulações serviram para testar a segurança e as rotas de chegada e a partida dos Chefes de Estado, das delegações e do público em geral ao evento. (OLIVEIRA, 2016).

Por exemplo, essas simulações reuniram as Polícias Federal, Rodoviária Federal e Militar, a Força Nacional de Segurança Pública, o Corpo de Bombeiros e as Forças Armadas. Cerca de 700 veículos, incluindo motos, carros, vans, ônibus, ambulâncias e helicópteros, foram envolvidos. (OLIVEIRA, 2016).

– Simulação Construtiva: é definida por uma simulação que envolve frações operativas simuladas, dispostas em sistemas simulados, controladas por pessoas reais que são responsáveis por produzir os eventos que determinam os engajamentos responsáveis pelo desencadear de Processos de Tomada de Decisão (PTD). Esse sistema de treinamento é dedicado para a condução de operações militares que enquadra pessoal e meios divididos em forças oponentes, sob o controle de uma direção de exercício. É uma evolução do meio conhecido como “jogo de guerra” que migrou da execução em tabuleiros para os meios computacionais da atualidade. (OLIVEIRA FILHO, 2015, p.36)

– Simulação Virtual: é o tipo de simulação em que pessoas reais operam sistemas simulados ou gerados por computador. Representa uma pródiga ferramenta de treinamento por se tratar de um processo de imersão que busca o maior realismo possível, preservando os recursos humanos, materiais e financeiros. A utilização de ambientes sintéticos para simular os campos de atividade é capaz de remeter o indivíduo às sensações do evento real, haja vista os modernos meios computacionais empregados para gerar cenários. (OLIVEIRA FILHO, 2015, p.38).

Segundo Harrison et al. (2007), uma simulação é um modelo computacional de comportamento de um sistema com um *design* experimental. A execução desse *design* é, às vezes, chamado de “experiência virtual”, a fim de distinguir experiências de simulação de experiências laboratoriais tradicionais. (HARRISON et al., 2007, p.1234, tradução da autora).

Importa também para este trabalho apresentar os conceitos de realidade virtual e realidade aumentada com a finalidade de diferenciá-las.

De acordo com os autores Kirner e Siscoutto:

A Realidade Virtual (RV) é uma “interface avançada do usuário” para acessar aplicações executadas no computador, propiciando a visualização, movimentação e interação do usuário, em tempo real, em ambientes tridimensionais gerados por computador. O sentido da visão costuma ser preponderante em aplicações de realidade virtual, mas os outros sentidos, como tato, audição, etc. também podem ser usados para enriquecer a experiência do usuário. (KIRNER; SISCOOTTO, 2007, p.7).

Após a definição de RV, Azuma definirá Realidade Aumentada (RA) como:

Um sistema que suplementa o mundo real com objetos virtuais gerados por computador, parecendo coexistir no mesmo espaço e apresentando as seguintes propriedades:

- combina objetos reais e virtuais no ambiente real;
- executa interativamente em tempo real;
- alinha objetos reais e virtuais entre si e
- aplica-se a todos os sentidos, incluindo audição, tato e força e cheiro. (AZUMA, 2001 *apud* KIRNER; SISCOOTTO, 2007, p.10).

Para os autores Kirner e Siscoutto (2007, p.10), “a RA é o enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, usando algum dispositivo tecnológico, funcionando em tempo real”.

A simulação computacional é uma ferramenta de ensino-aprendizagem que é usada em diversas áreas de atuação. Podemos citar como exemplo o *MATrix LABORatory* (MatLab), que é um sistema interativo o qual permite todas as capacidades de uma linguagem de programação, muito usado na área de exatas. (CHAIA; DAIBERT, 2013).

Encontrado em *softwares*, o MatLab desempenha cálculos em matrizes e possui um sistema que integra, além da capacidade de realizar formas algébricas com ótimas visualizações gráficas. Com o MatLab, pode-se executar diversas simulações, análises e confecções de dados sobre projetos. (CHAIA; DAIBERT, 2013).

Já na área de engenharia, temos o *Labview*, que permite a simulação de plantas típicas utilizadas na literatura clássica da área de controle e automação de processos, incluindo módulos de instrumentação virtual em geral, como osciloscópio e gerador de função, e módulos que implementam ações de controladores nas áreas de eletrônica, controle e automação. (CAMPOS; G. JUNIOR; SOARES, 2004).

A seguir, são enumerados diversos simuladores existentes na atualidade:

- a) simuladores de voos;
- b) simuladores de condução de automóveis;
- c) simuladores de eletrônica;
- d) simulador de robótica;
- e) simulador de hidráulica;
- f) simulador de mecânica básica;
- g) simulador de processos logísticos e outros.

Quanto aos simuladores existentes usados para a formação e o treinamento na área de navegação marítima, podemos citar os seguintes:

- a) simulador de manobras;
- b) simulador de RADAR/ARPA;
- c) simulador de carta eletrônica (ECDIS);
- d) simulador de posicionamento dinâmico (DP);
- e) simulador de cargas líquidas;
- f) simulador de estabilidade;

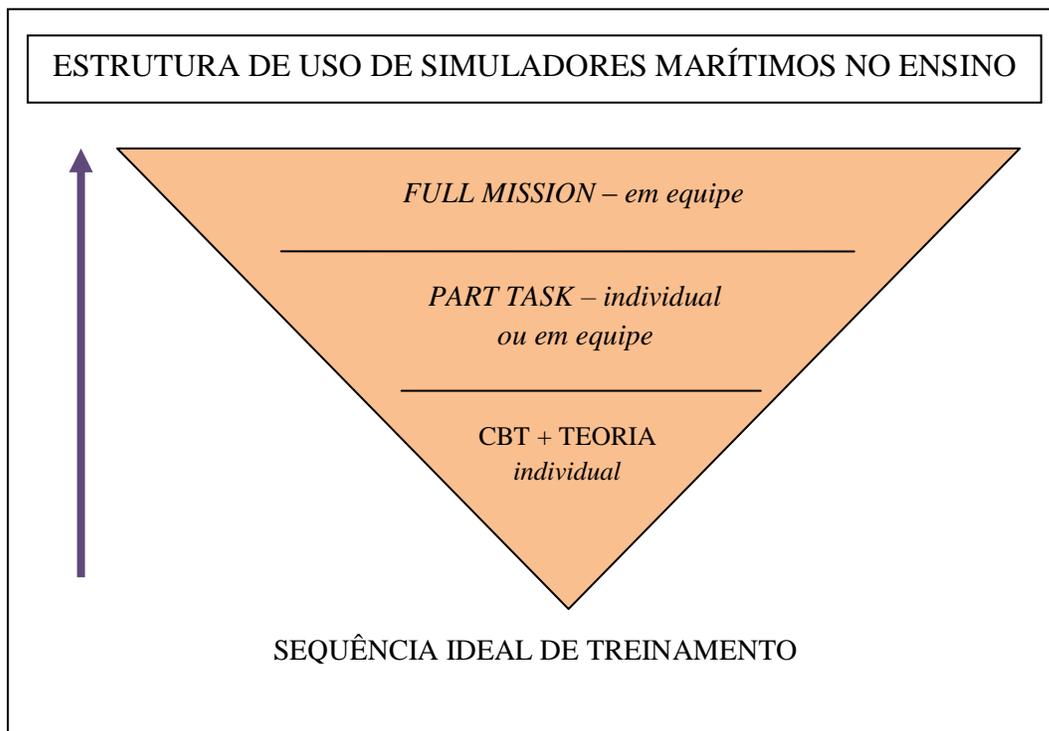
- g) simulador de máquinas;
- h) simulador de comunicação;
- i) simulador de guindastes portuários, entre outros.

Os simuladores computacionais sendo utilizados como recursos instrucionais possibilitam diversificados métodos de ensino-aprendizagem com a finalidade de proporcionar na graduação e na formação continuada o ensinamento da teoria integrada à prática, a fim de garantir uma melhor apreensão do conhecimento.

Sendo assim, é possível reduzir gastos com treinamentos em equipamentos reais, evitando riscos às pessoas envolvidas no treinamento, ao meio ambiente e aos próprios equipamentos.

Para que os exercícios realizados nesses tipos de simuladores obtenham um alto nível de aprendizagem, é importante ressaltar que existe um padrão em relação à metodologia de ensino, que difere da metodologia aplicada à sala de aula propriamente dita, como a estrutura elaborada pela autora, que será apresentada a seguir na Figura 1, a fim de promover um melhor entendimento a respeito desse processo de ensino-aprendizagem:

Figura 1 – Estrutura de uso de simuladores marítimos voltado para o ensino



Fonte: Elaborada pela autora.

Simulador tipo CBT (*Computer Based Training*): segundo Martinez (2000), “o CBT é um tipo de simulador em que o aluno aprende a teoria executando programas de treinamento especiais em um computador”.

Esse tipo de simulador objetiva instrução e treinamento em um nível mais básico, em que o graduando receberá a teoria e simultaneamente se familiarizará com os recursos oferecidos pelos equipamentos que serão encontrados no passado de uma embarcação, de forma individual, aprenderá as regras do Regulamento Internacional para evitar abalroamentos no mar (RIPEAM)⁵, entre outros, conforme representado na Figura 2 a seguir:

Figura 2 – Simulador marítimo do tipo CBT



Fonte: <http://119.92.92.154/compass_web/_news_detail.php?id=234f9077-bc57-11e2-9fe7-3860778b3b67>

Simulador tipo *Part-TaskTraining* (PTT): segundo Wightman e Lintern, o simulador do tipo PTT consiste em decompor uma tarefa mais complexa em componentes que podem ser treinados separadamente. (WIGHTMAN; LINTERN, 1985, tradução da autora).

⁵RIPEAM em inglês é COLREGS (International Regulations for Preventing Collisions at Sea). Esta convenção estabelece as regras para evitar colisões no mar, direitos de passagem, procedimentos em canais e esquemas de separação de tráfego. (Nota da autora).

Em se tratando de simuladores para navegação marítima, esse tipo de simulador permite instruir e treinar operando subsistemas como equipamentos de forma isolada, por exemplo, RADAR/ARPA, *Electronic Chart Display and Information System* (ECDIS), *Global Maritime Distress and Safety System* (GMDSS), e outros, já sendo usados controles externos e projeção de imagens (cenários virtuais), como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 – Simulador marítimo do tipo *Part Task* (PTT)



Fonte: Arquivo pessoal.

Simulador do tipo *Full Mission*: de acordo com a *International Association of Marines Aids to Navigation and Lighthouse Authorities* (IALA)⁶ (2011), o simulador do tipo *Full Mission* representa com o maior nível de fidelidade disponível a ponte de comando de um navio, com visão ampla (de 210° ou maior), bem como todos os comandos manuais e os instrumentos de navegação, conforme ilustrado na Figura 4.

⁶IALA (*International Association of Marines Aids to Navigation and Lighthouse Authorities*) é uma associação técnica internacional sem fins lucrativos que foi fundada em 1957. A finalidade da IALA é assegurar que os marítimos disponham de serviços de Auxílios à Navegação tais como balizamentos, faróis, entre outros, eficazes e harmonizados em todo o mundo para ajudar na segurança da navegação e na proteção do meio ambiente. (IALA, 2016, tradução da autora).

Esse tipo de simulador objetiva instrução e treinamento avançado, fazendo uso de um simulador completo com os equipamentos que foram usados no simulador do tipo PTT de forma integrada e dispostos na mesma configuração de um passadiço de uma embarcação, em que o aluno tanto na graduação quanto na formação continuada poderá receber treinamentos individuais ou em equipe.

Figura 4 – Simulador marítimo do tipo *FULL MISSION* do CIABA



Fonte: Arquivo pessoal.

2.4 TEORIA DOS JOGOS, SIMULAÇÕES E CENÁRIOS

Os jogos, os cenários e as simulações, apesar de se basearem em modelos que procuram reproduzir uma situação passada ou futura, possuem alguns pontos que os tornam distintos em alguns aspectos.

Sendo assim, pode-se observar que os jogos, os cenários e as simulações diferem nas suas propostas e nos seus modos de uso.

Dessa forma, entende-se que jogo é uma atividade entre dois ou mais tomadores de decisões que procuram alcançar seus objetivos em algum contexto limitador. (ABT, 1974, p.6).

Para Elgood (1987), a definição de jogo é qualquer exercício que atenda às quatro condições a seguir:

- a) tenha uma estrutura suficientemente evidente, de modo a poder ser reconhecido como o mesmo, sempre que for utilizado;
- b) confronte os participantes com uma situação de mudança, sendo essa total ou parcialmente decorrente de suas próprias ações;
- c) permita a identificação antecipada (se for desejável) de algum critério segundo o qual se ganhe ou perca; e
- d) exija, para sua operação, uma determinada quantidade de dados, documentos, materiais administrativos ou comportamentais.

A teoria dos jogos, desenvolvida por Von Neumann e Morgenstern (1947), foi originalmente aplicada à análise do equilíbrio nuclear entre as superpotências durante a Guerra Fria. Na economia, a teoria dos jogos é usada para examinar a concorrência e a cooperação dentro de pequenos grupos de empresas. (MINTZBERG; AHLSTRAND; LAMPEL, 2010, p.114).

Para Mintzberg, Ahlstrand e Lampel (2010, p.114), “a teoria dos jogos é uma abordagem rigorosa para modelar o que os atores racionais, comportando-se em interesse próprio, provavelmente irão fazer em situações bem-definidas”.

Dentre os campos de aplicação da teoria dos Jogos, pode-se citar a área militar com os Jogos de Guerra, por meio de simulações utilizando os cenários.

Em se tratando de Jogo de Guerra, segundo Perla:

Um Jogo de Guerra é um modelo ou simulação de uma guerra cuja operação não envolve o emprego real de forças militares e cuja sequência de eventos afeta e, em contrapartida, é afetada pelas decisões dos jogadores representantes dos lados oponentes. Em suma, um Jogo de Guerra é um exercício de interações humanas; o inter-relacionamento de decisões humanas, associado à simulação de seus resultados, faz com que seja impossível obter dois jogos com resultados idênticos. (PERLA, 1990, p.164, tradução da autora).

Segundo a publicação da Escola de Guerra Naval (EGN-101A), a expressão “Jogo de Guerra” deve ser entendida como exercícios destinados a simular o controle de ações planejadas em situações didáticas fictícias, nas quais é empregado o Poder Militar. (EGN-101A, p.17).

Um Jogo de Guerra é um exercício no qual um ou mais grupos de pessoas analisam situações de conflito (através da construção de cenários), sob a orientação e coordenação de um grupo de controle com a finalidade de auxiliar os tomadores de decisão a alcançarem seus objetivos.

De acordo com Pazin e Scarpelini:

A simulação é uma técnica de ensino que se fundamenta em princípios do ensino baseado em tarefas e se utiliza da reprodução parcial ou total destas tarefas em um modelo artificial, conceituado como simulador. Sua aplicação é relacionada, em geral, a atividades práticas, que envolvam habilidades manuais ou decisões. (PAZIN; SCARPELINI, 2007 *apud* OLIVEIRA FILHO, 2015, p.33).

Após a definição de simulação dada pelos autores Pazin e Scarpelini, entende-se que:

A definição elaborada por Pazin e Scarpelini (2007) propõe uma dimensão de treinamento, importada da área da medicina, como parâmetro de obtenção de habilidades utilizando-se de meios artificiais denominados simuladores. O processo de aprendizagem, segundo os autores, transcende o campo da habilidade manual e alcança as sinapses necessárias para conclusão de processos decisórios, que envolvem uma combinação de conhecimento, decisão, habilidades técnicas e de comunicação e liderança. (OLIVEIRA FILHO, 2015, p.33).

A seguir, a apresentação do conceito de cenários, segundo, os autores Khan e Wiener:

[...] Cenários são sequências hipotéticas de eventos construídas com o propósito de focar a atenção nos processos causais e nos pontos de decisão. Eles respondem a dois tipos de questão: (1) Precisamente como uma situação hipotética pode evoluir passo a passo? e (2) Que alternativas existem, para cada ator, a cada passo, para prevenir, desviar ou facilitar o processo. Os cenários, com seus futuros alternativos, servem para o estabelecimento e discussão de um critério para a comparação sistemática das várias alternativas políticas ou para a análise e exame de problemas correntes. Eles também são de interesse ao revelar hipóteses e contextos explícitos em qualquer análise de direções e destinos. Com uma série de futuros alternativos e cenários, fica fácil visualizar o que pode ser facilitado ou deve ser evitado, e também para se ter uma perspectiva útil nas decisões a serem tomadas [...]. (KHAN; WIENER, 1967, p.6).

“O cenário, uma ‘ferramenta’ no ‘arsenal do estrategista’, para citar Porter (1985:481), baseia-se na suposição de que, se não se pode prever o futuro, então, especulando sobre uma variedade de futuros pode-se abrir a mente e, com sorte, chegar ao futuro correto.” (MINTZBERG; AHLSTRAND; LAMPEL, 2010, p.68).

Segundo Wilkinson (1995 *apud* MINTZBERG; AHLSTRAND; LAMPEL, 2010, p.68), “o planejamento por cenários começa com a identificação da questão ou decisão central. Há inúmeras histórias que poderíamos contar sobre o futuro; nosso objetivo é contar as que interessam, as que levam a melhores decisões”.

Em se tratando de planejamento de cenários, Wilkinson conclui que:

o propósito do planejamento por cenários não é apontar eventos futuros com precisão, mas destacar forças de grande escala que impulsionam o futuro em diferentes direções. Trata-se de dar visibilidade a essas forças de forma que, se elas se concretizarem, o planejador pelo menos as reconhecerá. Tem a ver com tomar melhores decisões no presente. (WILKINSON, 1995 *apud* MINTZBERG; AHLSTRAND; LAMPEL, 2010, p.68).

Segundo Schoemaker (*apud* KILIAN Jr, 2013, p.12), “cenário é um método disciplinado para imaginar futuros possíveis, nos quais decisões organizacionais devem ser tomadas”.

De acordo com Kilian Jr. (2013, p.2), “a ‘cenação’ responde à pergunta ‘O que pode acontecer no futuro?’. A estratégia deve oferecer respostas às seguintes indagações: ‘Que posso fazer?’, ‘Que vou fazer?’, ‘Como vou fazê-lo?’”.

Pode-se depreender, a partir dos conceitos citados acima, que os cenários, que são construídos através de situações hipotéticas do que poderia vir a acontecer no futuro baseadas em situações passadas, levando em consideração o que se vive no presente, são ferramentas utilizadas em jogos, por exemplo, jogos de empresas e jogos de guerra, que não deixam de ser consideradas simulações.

Sendo assim, entende-se que a partir dos cenários construídos, com base em situações ocorridas no passado a fim de tentar prever uma ou mais situações que poderia ocorrer futuramente, os jogadores poderão analisá-los a fim de tomar decisões.

A cenarização é um método de prospecção de futuro. É uma ferramenta de aprendizagem e também de observação das habilidades e comportamento dos tomadores de decisão em situações de conflitos.

Uma questão importante levantada pelo autor Naylor que pode ser usada para a diferenciação entre os jogos e as simulações é o fato de os jogos serem uma atividade prática que envolve a participação de pessoas em processos de tomada de decisão, enquanto que nas simulações isso não necessariamente acontece. (NAYLOR, 1971).

Para um melhor entendimento a respeito do que foi apresentado acima, será apresentado o Quadro 1 a seguir de Tanabe (1977), adaptado pela autora, que tem por finalidade evidenciar as diferenças entre os jogos, neste caso jogos de empresas, as simulações, os cenários e a teoria dos jogos.

Quadro 1 – Principais pontos de divergências entre teoria dos jogos, simulações, cenários e jogos de empresas

Teoria dos Jogos		Simulação	Cenários	Jogos de Empresas
O que é	Uma teoria que procura explicar o comportamento dos agentes econômicos em situações de conflito.	Técnica numérica para solução de problemas através de experiências com um modelo da situação real.	Situações hipotéticas do que poderia vir a acontecer no futuro baseada em situações passadas, levando em consideração o que se vive no presente; é um método de prospecção de futuro.	Exercício sequencial de tomada de decisões, estruturado em torno de um modelo de uma situação empresarial, na qual os participantes se encarregam da tarefa de administrar as empresas simuladas.
Objetivos	Chegar a soluções gerais.	Obter soluções específicas para cada problema em particular.	Avaliar o comportamento e as habilidades dos tomadores de decisão.	Treinamento dos participantes: ensino de técnicas e cenários para a observação de comportamentos.
Método	Reduzir as situações reais à situação de um jogo estratégico. Buscar a solução matemática da situação de jogo correspondente.	Formular o problema real em termos de um modelo. Aplicar as conclusões ao sistema real.	Gerar situações que possam causar impactos no futuro a partir da coletas de dados de situações passadas e presentes.	Dados o modelo e o objetivo fazer os participantes interagirem através dele. Observar o comportamento ou treinamento visado. Avaliar os resultados.

Fonte: TANABE, 1977, p. 24. (Adaptado pela autora).

A partir do que foi apresentado no Quadro 2.1 acima, entende-se que, apesar de não se referir à mesma técnica, os jogos, os cenários e as simulações utilizam modelos que representam a realidade a mais fiel possível a fim de alcançar os objetivos propostos.

2.5 ESTADO DA ARTE DE SIMULADORES DE NAVEGAÇÃO MARÍTIMA

Ao se tratar de estado da arte dos simuladores de navegação marítima, em especial, os denominados atualmente como *Full Bridge Mission*, pode-se dizer que as décadas de 1960 e de 1970 marcaram uma evolução no desenvolvimento deste tipo de ferramenta, usada, atualmente, em larga escala para pesquisas e desenvolvimento e processos de ensino-aprendizagem.

A fim de ratificar a informação apresentada acima, Santos, em seu trabalho, diz que:

Um dos primeiros simuladores de manobra do navio integrado a um sistema de passadoço e com projeção visual, interativo com a ação humana e cujas imagens gráficas eram reproduzidas em preto branco em um teatro de projeções, foi o ‘*Swedish State Shipbuilding Experimental Tank*’ (SSPA), instalado em 1967, em Gotemburgo, Suécia. (SANTOS, 1999, p.8).

De acordo com Santos (1999, p.9), “um marco no desenvolvimento de simuladores foi a criação, em 1976, do *Computed Aid Operation Research Facility* (CAORF), que serviu para comprovar a importância de simuladores como uma ferramenta de apoio para o treinamento e pesquisa”.

Apesar da existência dos simuladores voltados para a navegação, foi reconhecida a necessidade de uma normatização para o emprego deles, no tocante à formação e treinamento de pessoal, a fim de padronizar as atitudes e decisões a ser tomadas para evitar que ocorressem acidentes com os tripulantes em suas embarcações.

Com a adoção da Convenção STCW pela OMI, em 1978, pode-se perceber o esforço da comunidade marítima em se criar um sistema de normalização e classificação dos simuladores de navegação em relação a seu desempenho e seu uso, tanto para a formação de futuros oficiais e subalternos quanto para pesquisa e desenvolvimento na área marítima.

A classificação dos simuladores, revisada em 1995, da Convenção STCW 1978 ficou desatualizada devido aos avanços tecnológicos na área da tecnologia da informação entre o fim da década de 1990 e o início do século XXI. Sendo assim, a *Det Norsk Veritas* (DNV) propôs uma nova norma de classificação em 2000.

A norma de classificação de simuladores da DNV (2000) almejava assegurar que as simulações demonstrassem um nível de realismo físico e comportamental adequado, de acordo com os objetivos definidos para o ensino-aprendizagem.

Esses objetivos foram ao encontro dos regulamentos da Convenção STCW, que assegurava que os simuladores para formação e treinamento deveriam preencher os seguintes requisitos:

- a) serem adequados para alcançar os objetivos propostos;
- b) apresentarem o realismo físico apropriado para o treinamento e/ou objetivos propostos;
- c) apresentarem realismo comportamental suficiente;
- d) capacidade para simular várias condições de operação;
- e) capacidade de interação entre o operador e o instrutor; e
- f) controle, monitoramento e registro dos exercícios por parte do instrutor. (DNV, 2000).

Baseada nos requisitos do Regulamento I/12 da Convenção STCW 1978, como emendada Manila 2010, essa norma tem como objetivo assegurar que, nos simuladores certificados, as simulações realizadas, bem como todas as respostas dos equipamentos e dos modelos das embarcações integrados com o cenário simulado, tenham um nível de realismo suficiente para que possam ser aplicadas as metodologias de ensino-aprendizagem, para formação e treinamento, reconhecidas internacionalmente, como os cursos-modelo da OMI, por exemplo.

Ao se tratar do estado da arte de simuladores desenvolvidos e comercializados pela *Kongsberg Gruppen*, citada na Introdução deste trabalho, essa possui um simulador de navegação (Figura 5) denominado *K-Sim Navigation*, aprovado para os padrões da Classe A da DNVGL.

Figura 5 – *K-sim Navigation*



Fonte: <https://www.kongsberg.com/en/kongsberg-digital/maritime%20simulation/k-sim%20navigation%20-page/>

O *K-Sim Navigation* (Figura 5) foi projetado para o treinamento avançado e integrado da simulação de ponte dos navios e cuja tecnologia usada no seu desenvolvimento permite cenários de treinamento mais realistas, beneficiando a interação entre os professores e os alunos contribuindo para o processo de ensino-aprendizagem. (*KONGSBERG*, 2016, tradução da autora).

3 A FORMAÇÃO DE OFICIAIS DE MARINHA E O USO DE SIMULADORES

A seguir, será apresentado um histórico sobre a introdução do uso de simuladores na formação dos Oficiais de Marinha Mercante em geral e uma breve apresentação de como é realizada a formação dos Oficiais da Marinha Brasileira, a fim de que possa corroborar para um entendimento de que o desenvolvimento de simuladores marítimos nacionais é relevante tanto para a área civil quanto para a área militar.

Será observado que, na formação do Oficial de carreira militar na Marinha do Brasil e na formação do Oficial da Marinha Mercante que trabalhará no setor civil, far-se-á uso de simuladores voltados para a navegação durante suas graduações e na formação continuada.

Antes da abordagem sobre a formação desses oficiais, serão apresentadas as Organizações Internacionais e Nacionais que regem essa formação e fiscalizam para que ela atenda aos requisitos exigidos, a fim de se fazer cumprir os regulamentos nacionais e internacionais.

3.1 A INTRODUÇÃO DO USO DE SIMULADORES NA FORMAÇÃO DE OFICIAIS DE MARINHA MERCANTE

Como encontrado em Drown (1996), o uso de simuladores na formação de Oficiais de Marinha Mercante não é somente importante, é obrigatório de acordo com a revisão da Convenção STCW realizada pela OMI na década de 1990. (DROW, 1996, p.245).

Essa revisão foi motivada pelo relatório apresentado pela *International Shipping Federation* (ISF), o qual indicava a necessidade de revisão dos padrões preconizados pelo então atual documento da Convenção STCW, cuja última revisão havia sido realizada em 1978. (DROW, 1996, p.245).

A revisão de 1978 foi baseada nos requisitos levantados no início da década de 1970 que contemplavam os padrões da indústria naval da década de 1960, os quais eram inadequados aos novos padrões que surgiram na década de 1990. Os recursos necessários para a revisão foram também fornecidos pela ISF. (DROW, 1996, p.245).

Seguindo a iniciativa da Secretaria Geral da OMI, a 24ª sessão do Comitê do STCW iniciou a revisão e atualização da Convenção. Nessa revisão, foi incluído o uso de simuladores

como uma ferramenta de treinamento, a fim de capacitar o pessoal de bordo para diminuir os problemas de falha humana que eram a maior causa dos acidentes. (DROW, 1996, p.245).

Nessa discussão, a Convenção STCW e o *Marine Safety Comitee* (MSF) tiveram o suporte de consultores que foram orientados pelo *International Marine Simulation Forum* (IMSF). Nessa ocasião, o MSF e a OMI fizeram um levantamento junto aos governos dos diversos países signatários, sobre os simuladores disponíveis em cada um. (DROW, 1996, p.246).

De acordo com Drown, foi adotada a indústria aeronáutica como modelo, devido ao baixo registro de acidentes, o que era imputado pela larga utilização de simuladores como meio de aperfeiçoamento na formação e treinamento de pilotos. Porém, a OMI tinha como filosofia que a adoção de qualquer solução técnica deveria ser acessível a todos os países signatários. (DROW, 1996, p.246).

Os padrões adotados sobre simulação incluídos na Convenção STCW pela OMI eram definidos na parte A do Código STCW, que definia como mandatória a utilização de simuladores RADAR/ARPA para o treinamento e impunha que os simuladores utilizados deveriam atender aos padrões de performance definidos na Convenção. Também na parte A ficou definido que o treinamento e certificação deveriam ser monitorados por meio de um sistema que assegurasse a qualidade. (DROW, 1996, p.247).

A parte B do Código STCW provia um guia para utilização de simuladores e detalhava a certificação dos Instrutores. Uma terceira parte do Código STCW definia que o tempo de treinamento em simuladores poderia substituir o tempo de treinamento embarcado e convencionava como esta equivalência deveria ser implementada. (DROW, 1996, p.247).

3.2 ORGANIZAÇÕES INTERNACIONAIS

Desde o fim da Segunda Guerra Mundial, no ano de 1945, diversas organizações internacionais foram criadas pela associação de países com interesses em comum. As atribuições dessas organizações aumentaram de tal forma que passaram a interferir de forma acentuada nas decisões a serem tomadas pelos países signatários. É fato que, a partir da criação das organizações internacionais, as relações internacionais foram modificadas.

As atividades comerciais de transporte marítimo obedecem aos princípios dos acordos internacionais e, logo a seguir, apresentaremos duas organizações relevantes para esse setor.

3.2.1 Organização das Nações Unidas (ONU)

Como consta no sítio oficial da ONU, essa foi criada no fim da Segunda Guerra Mundial para substituir a Liga das Nações criada em 1919 após a Primeira Grande Guerra. (UNITED NATIONS, 2016, tradução da autora).

A primeira carta da organização foi assinada por 50 países, em 26 de junho de 1945, durante a Conferência das Nações Unidas sobre Organização Internacional. (UNITED NATIONS, 2016, tradução da autora).

Tal evento foi realizado nos dias 25 e 26 de abril, em São Francisco, nos Estados Unidos. A Polônia, que não teve representante na conferência, assinou a declaração mais tarde e se tornou o 51º Estado fundador da ONU. (UNITED NATIONS, 2016, tradução da autora).

Oficialmente, a Organização das Nações Unidas passou a existir a partir de 24 de outubro de 1945, quando a carta foi ratificada pela China, Estados Unidos, França, Reino Unido, União Soviética (atualmente sucedida pela Rússia) e pela maioria dos Estados-membros. Nessa data, comemora-se o dia das Nações Unidas. (UNITED NATIONS, 2016, tradução da autora).

A ONU foi fundada por 51 países, entre eles, o Brasil, e, atualmente, conta 193 Estados-membros. Cabe ressaltar que, apesar do prédio das Nações Unidas está em Nova York, a ONU é território internacional. (UNITED NATIONS, 2016, tradução da autora).

O sistema ONU possui quinze agências especializadas que atuam em áreas como saúde, finanças, agricultura, aviação civil e telecomunicações, entre outras.

Essas agências são entidades independentes vinculadas às Nações Unidas por acordos especiais. As agências se reportam ao Conselho Econômico e Social ou à Assembleia Geral.

A seguir, são enumeradas algumas delas:

- a) Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA);
- b) Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola (FIDA);
- c) Fundo Monetário Internacional (FMI);
- d) Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO);
- e) Organização Internacional do Trabalho (OIT); e
- f) Organização Marítima Internacional (OMI). (UNITED NATIONS, 2016, tradução da autora).

3.2.2 Organização Marítima Internacional (OMI)

Conforme informações encontradas no sítio oficial da OMI, na primeira metade do século passado, os países costeiros entenderam que a melhor forma de garantir a segurança das operações marítimas internacionais seria a reunião em um organismo que adotasse medidas em escala mundial. (IMO, 2016, tradução da autora).

Sendo assim, em 1948, foi fundada a Organização Marítima Consultiva Intergovernamental (IMCO), que mais tarde passou a se chamar OMI, com a intenção de regulamentar o crescente número de embarcações e marítimos envolvidos no comércio mundial no período imediatamente posterior à Segunda Guerra Mundial. (IMO, 2016, tradução da autora).

Seu primeiro desafio consistiu na atualização da Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS), criada em 1914, após o acidente com o navio de passageiros “Titanic”. Após a incorporação de várias emendas, a SOLAS ganhou nova versão em 1974, que entrou em vigor em 1980. (IMO, 2016, tradução da autora).

Essa Convenção estabelece padrões mínimos para construção de embarcações, dotação de equipamentos de segurança, procedimentos de emergência e inspeção, e emissão de certificados.

A OMI é, portanto, uma agência especializada e vinculada à ONU. Atualmente, conta com 172 Estados-membros, três membros associados, uma assembleia, seu órgão diretivo, que se reúne bienalmente, um conselho, seu órgão executivo, eleito para cumprir um mandato de dois anos que é composto por quarenta Estados-membros e cinco comitês. O Brasil é um Estado-membro da OMI. (IMO, 2016, tradução da autora).

A OMI é a autoridade que define o padrão global para o desempenho, a segurança e proteção ambiental do transporte marítimo internacional. Sua função principal é criar um quadro regulamentar para a indústria naval, que seja justo e eficaz, universalmente adotado e implementado. (IMO, 2016, tradução da autora).

O papel principal da OMI é criar uma igualdade de condições para que os operadores das embarcações não resolvam seus problemas financeiros simplesmente cortando gastos e comprometendo o desempenho, a segurança e meio ambiente. Essa abordagem também incentiva a inovação e a eficiência. (IMO, 2016, tradução da autora).

As medidas da OMI cobrem todos os aspectos do transporte marítimo internacional, incluindo projeto de navio, construção, equipamento e desempenho, para garantir que este setor

vital continua a ser seguro, com ambiente saudável e energia eficiente e segura. (IMO, 2016, tradução da autora).

A fim de se alcançar a eficiência energética, de se desenvolverem novas tecnologias e inovação, aprimorar a educação e a formação marítima, a segurança marítima, a gestão do tráfego marítimo e o desenvolvimento da infraestrutura marítima, fazem-se necessários o desenvolvimento e a implementação, através da OMI, de normas globais que cobrem essas e outras questões, as quais irão apoiar o compromisso da OMI para fornecer o quadro institucional necessário para um sistema de transporte marítimo mundial seguro e sustentável. (IMO, 2016, tradução da autora).

Adotada pela primeira vez em 1978, alterada em 1995, emendada Manila 2010, a Convenção Internacional sobre Padrões de Formação, Certificação e Serviço de Quarto para Marítimos (STCW) representou um grande passo para a segurança da navegação marítima.

Essa Convenção permitiu que a OMI verificasse se os países-membros estavam mantendo os padrões mínimos de treinamento para Comandantes, Oficiais e Subalternos que cumpririam serviços de quarto a bordo de embarcações mercantes. (IMO, 2016, tradução da autora).

A trajetória da OMI sinaliza que ela deixou de ser simplesmente uma organização regulamentadora, transformando-se em uma agência implementadora de políticas educacionais e de promoção de cooperação para lidar com os grandes desafios da humanidade. Sendo assim, a OMI segue garantindo um comércio marítimo mais limpo, mais ecológico e mais eficiente, à medida que assuma uma importância maior em um mundo cada vez mais conectado. (IMO, 2016, tradução da autora).

3.3 DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS (DPC)

Segundo o sítio oficial da DPC, com sede na cidade do Rio de Janeiro, a mesma foi criada com o nome de Inspetoria de Portos e Costas, subordinando todas as Capitânicas existentes no país à mencionada Inspetoria. (BRASIL, 2016).

Em 1968, recebeu a denominação de Diretoria de Portos e Costas (DPC), porém ela passou a ser subordinada, juntamente com a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), à Diretoria Geral de Navegação (DGN). (BRASIL, 2016).

A DPC é uma OM, representante da Autoridade Marítima, responsável por atualizar, divulgar e fiscalizar o cumprimento das Normas da Autoridade Marítima (NORMAM) para os assuntos concernentes à/ao:

- a) segurança do tráfego aquaviário;
- b) salvaguarda da vida humana no mar;
- c) meio ambiente; e
- d) Marinha Mercante. (BRASIL, 2016).

Uma NORMAM relevante para este trabalho é a NORMAM-30/DPC porque essa publicação tem por propósito fixar procedimentos operacionais do Sistema do Ensino Profissional Marítimo (SEPM) relativos aos Aquaviários, aos Portuários e às atividades correlatas.

Será dada uma atenção especial ao capítulo 7 desta publicação porque trata da utilização de simuladores nos cursos do SEPM, define os padrões gerais de desempenho dos simuladores empregados nas instruções e na avaliação de competência exigida pela Convenção STCW.

O capítulo 7 da NORMAM-30/DPC também trata do uso de simuladores dos Centros de Instrução na seleção de praticantes de Prático conforme NORMAM-12/DPC e nos trabalhos de pesquisa e desenvolvimento de projetos. (BRASIL, 2016).

A DPC atua sempre em consonância com as convenções e resoluções da OMI e oferece apoio técnico para as 27 Capitânicas, 14 Delegacias e 22 Agências, distribuídas por todo o território brasileiro. (BRASIL, 2016).

Cabe à DPC elaborar normas no âmbito das suas atribuições como representante da Autoridade Marítima Brasileira (AMB), administrar o SEPM e suas atividades correlatas e realizar atividades técnicas normativas e de supervisão relativas à gestão ambiental das Organizações Militares (OM) da MB, a fim de contribuir para a segurança do tráfego aquaviário, a prevenção da poluição hídrica e a salvaguarda da vida humana no mar. (BRASIL, 2016).

Vale ressaltar que o art. 1º do Decreto-Lei nº 94.536/1987 regulamenta a Lei Federal nº 7.573/1986, que dispõe sobre o Ensino Profissional Marítimo (EPM) e tem por objetivo a habilitação e qualificação profissional dos seguintes grupos de pessoal da Marinha Mercante e atividades correlatas: marítimos, fluviários, pescadores, regionais, trabalhadores portuários avulsos, mergulhadores e outros grupos profissionais, para atendimento do mercado de trabalho marítimo, a critério da DPC. (BRASIL, 1987).

De acordo com o art. 39º do Decreto citado no parágrafo anterior, a DPC exerce as atribuições de Órgão Central do SEPM, nos termos da Estrutura Básica de Organização do Ministério da Marinha e do seu Regulamento. (BRASIL, 1987).

Já o Decreto-Lei nº 828/1969 institui o Fundo de Desenvolvimento do Ensino Profissional Marítimo (FDEPM), conforme está definido no art. 1º: “Fica instituído um fundo especial, denominado Fundo de Desenvolvimento do Ensino Profissional Marítimo, destinado a atender despesas com o desenvolvimento do EPM, a cargo da DPC”. (BRASIL, 1969).

O art. 2º do referido decreto-lei citado acima diz que, sob a supervisão do Ministério da Marinha e a gerência da DPC e na forma do regulamento a ser baixado pelo Poder Executivo, o FDEPM será aplicado no desenvolvimento do ensino e no aperfeiçoamento do pessoal da Marinha Mercante e das demais atividades correlatas, em todo o território nacional. Segundo o parágrafo único, a DPC prestará contas da gestão financeira do FDEPM relativa a cada exercício financeiro ao TCU. (BRASIL, 1969).

3.4 SOCIEDADES CLASSIFICADORAS

Em acordo com o Decreto-Lei nº 2596/1998, capítulo II, art. 5º:

A Autoridade Marítima poderá delegar competência para entidades especializadas, públicas ou privadas, para aprovar processos, emitir documentos, realizar vistorias e atuar em nome do Governo brasileiro em assuntos relativos à segurança da navegação, salvaguarda da vida humana e prevenção da poluição ambiental. (BRASIL, 1998).

Segundo a DPC, as Sociedades Classificadoras com delegação de competência estabelecida de acordo com as NORMAM para reconhecimento de Sociedades Classificadoras para atuarem em nome do Governo Brasileiro na implementação e fiscalização da correta aplicação dos requisitos das Convenções e Códigos Internacionais ratificados pelo Brasil e normas nacionais pertinentes, relativas à segurança da navegação, salvaguarda da vida humana e prevenção da poluição ambiental (NORMAM-06/DPC). (BRASIL, 2016).

Dentre as Sociedades Classificadoras reconhecidas pela DPC para atuar em nome do Governo Brasileiro, podemos citar a *American Bureau of Shipping* (ABS) e a *Det Norske Veritas/Germanischer Lloyd* (DNVGL), que, além de realizarem vistorias e certificações

relacionadas à construção e operação de embarcações, também certificam simuladores quanto ao seu tipo e finalidade.

No próximo subcapítulo, será apresentada a Sociedade Classificadora *Det Norske Veritas/Germanischer Lloyd* (DNVGL), que certifica boa parte dos simuladores usados nos centros de instrução e nas instituições privadas, que oferecem cursos que tem a obrigatoriedade do uso destes simuladores, segundo a Convenção STCW, como emendada Manila 2010.

3.4.1 *Det Norske Veritas/Germanischer Lloyd* (DNVGL)

A DNVGL é uma organização internacional de certificação e Sociedade Classificadora, com experiência na avaliação técnica, consultiva e gestão de riscos. Foi criada em 2013, como resultado de uma fusão entre duas organizações líderes no campo: *Det Norske Veritas* (Noruega) e *Germanischer Lloyd* (Alemanha). (DNVGL, 2016).

Os principais objetivos da DNVGL são salvaguardar a vida, a propriedade e o meio ambiente para um futuro seguro e sustentável, certificação de sistemas de simuladores marítimos e verificar se o seu sistema de simuladores está em conformidade com o STCW e o nosso padrão de sistemas de simuladores marítimos DNVGL-ST-0033. (DNVGL, 2016).

A Convenção STCW exige a aprovação de simuladores quando utilizados para a formação com uso de simuladores de forma obrigatória ou quando utilizados como um meio de demonstrar competência.

O objetivo da norma DNVGL-ST-0033 é assegurar que as simulações previstas pelo simulador possam alcançar um nível adequado de realismo físico e comportamental. Isso é necessário para o cumprimento dos objetivos de formação e avaliação para que estas sejam reconhecidas. (DNVGL, 2016).

Quando, em conformidade com a norma DNVGL-ST-0033, o fabricante dos sistemas de simuladores recebe uma Declaração de Conformidade, uma vez que nossos especialistas tenham avaliado e aprovado o projeto e o desempenho dos simuladores.

Em igual medida, os centros de instrução que ministram cursos e treinamentos com o uso de simuladores também podem solicitar a certificação do produto para mostrar que a sua instalação atende aos requisitos.

A certificação oferecida pela DNVGL para sistemas de simuladores marítimos aplica-se aos:

- a) Centros de Simuladores usados para exames de demonstração de competências;
- b) Centros de Simuladores usados para treinamento com simulação obrigatória;
- c) Centros de Simuladores usados no processo de compra ou instalação de um novo simulador para exames de demonstração de competências e/ou treinamento com simulação obrigatória; e
- d) Fabricantes que oferecem um simulador para exames de demonstração de competências e/ou treinamento com simulação obrigatória e que gostariam de documentar a adequação dos seus simuladores para os futuros compradores. (DNVGL, 2016).

A seguir, são apresentados os benefícios de ser certificado pela DNVGL a fim de se ter um padrão de sistemas de simuladores marítimos:

- a) certificar-se de que as simulações possam fornecer o nível relevante de realismo físico e comportamental de acordo com objetivos de formação e avaliação reconhecidos;
- b) mostrar que os equipamentos e sistemas de simuladores estão instalados e configurados corretamente; e
- c) provar que os sistemas de simuladores utilizados para a formação obrigatória ou de avaliação estão em conformidade com os requisitos internacionais marítimos. (DNVGL, 2016).

3.5 FORMAÇÃO DOS OFICIAIS DA MARINHA DO BRASIL (MB)

Tanto a formação dos Oficiais da Marinha do Brasil quanto dos Oficiais da Marinha Mercante Brasileira é de responsabilidade da Marinha do Brasil.

A EN é responsável pela formação dos Oficiais da MB, além de ser a mais antiga e tradicional instituição militar e de ensino superior do Brasil. O curso superior oferecido pela EN possui uma duração total de cinco anos, sendo um ciclo escolar de quatro anos como Aspirante e um ciclo pós-escolar de um ano como Guarda-Marinha. (RODRIGUES, 2014).

O curso de nível superior, cuja duração é de quatro anos, forma oficiais para os postos iniciais das carreiras dos Corpos da Armada (CA), de Fuzileiros Navais (CFN) e de Intendentes

da Marinha (CIM). Findados esses quatro anos, o Aspirante é declarado Guarda-Marinha (GM) e recebe o título de Bacharel em Ciências Navais. (MB, 2010a).

Segundo o currículo do ciclo escolar da EN, nos quatro primeiros anos, os aspirantes têm a sua graduação num sistema de internato, onde ficam aquartelados de segunda à sexta-feira. Esse sistema contribui para o aprimoramento de suas personalidades baseadas em valores como honestidade, elevado poder de reflexão, tempo e ambiente favorável para que eles possam se dedicar inteiramente à sua formação e alcançarem bom resultado no desempenho de suas habilidades. (MB, 2010a).

Para facilitar o entendimento da parte teórica ministrada pelos professores em sala de aula, a EN dispõe de sete laboratórios (línguas, física, RADAR, eletrônica, eletrônica digital, eletromecânica e automação e controle) de três **simuladores** (passadiço, manobras táticas e navegação eletrônica), de um planetário e de três avisos de instrução.

A EN conta com o **Simulador** de Aviso de Instrução (SIAvin) desde 2011. Esse **simulador** foi desenvolvido pelo CASNAV e o seu projeto teve início em 2009. (IPN, p.4). Os aspirantes recebem instruções e treinamentos nesses **simuladores** antes de partirem para a prática nos Avisos de Instrução da EN.

Ao final do ciclo escolar, os aspirantes são declarados GM. Nesse ciclo pós-escolar, o estudo é direcionado para o ensino profissional, voltado para a aprendizagem prática e de instrução, conduzido em várias organizações militares e a bordo do Navio-Escola “BRASIL”, onde é realizada a viagem de instrução que tem uma duração de, aproximadamente, 6 meses. (MB, 2010a).

Na viagem de instrução, a teoria estudada durante o ciclo escolar é colocada em prática e, paralelamente, incrementa-se a cultura geral do futuro Oficial, na medida em que os GM têm acesso ao contato com vários países do mundo. Findada a viagem de instrução, os GM são declarados Segundo Tenente da ativa. (MB, 2010a).

3.6 FORMAÇÃO DOS OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE BRASILEIRA

OS Oficiais da Marinha Mercante brasileira são formados pelas EFOMM do CIAGA e CIABA. O CIAGA é o principal componente da estrutura da Diretoria de Portos e Costas (DPC), dedicado ao Ensino Profissional Marítimo (EPM), e o CIABA, embora tenha suas atividades

supervisionadas pela DPC, faz parte da estrutura do 4º Distrito Naval e também é dedicado ao EPM, realizando as mesmas atividades que o CIAGA, tanto no que concerne à graduação de nível superior quanto à formação e aperfeiçoamento de subalternos e à formação continuada dos Oficiais e subalternos. (MOURA, 2014).

Em acordo com o FONT, a formação militar e a graduação de nível superior dar-se-ão em quatro anos, sendo os três iniciais nas EFOMM. Após esses três anos, os alunos são declarados praticantes e cumprem o estágio embarcado supervisionado a bordo de embarcações, preferencialmente, mercantes, cuja duração é de um ano. (MB, 2013).

Ambas as EFOMM são responsáveis pela formação dos Oficiais de Náutica e dos Oficiais de Máquinas, mas este trabalho dará ênfase no currículo de formação do oficial de Náutica.

Ao final desse estágio, os praticantes recebem o título de bacharel em Ciências Náuticas e a carta de competência para o exercício de suas funções a bordo no posto de Segundo Oficial de Náutica ou Segundo Oficial de Máquinas, dependendo do curso escolhido no segundo ano da formação. Ao mesmo tempo, integra o quadro de Oficiais da Reserva não remunerada da Marinha do Brasil, no posto de Segundo Tenente. (MB, 2013).

Segundo Moura (2014), “as EFOMM são centros de referência para a formação de Oficiais da Marinha Mercante não só do Brasil, mas também para jovens provenientes de países em desenvolvimento com os quais o Brasil mantém acordos culturais ou educacionais”.

O Estado Maior da Armada da Marinha do Brasil (EMA) oferece um Programa de Ensino Profissional Marítimo para Estrangeiros (PEPME) que se destina à formação e aperfeiçoamento de Oficiais da Marinha Mercante para países como Angola, Argentina, Cabo Verde, Chile, Gabão, Peru, entre outros. O pedido de vaga para participação nos cursos oferecidos pelo PEPME é realizado através do Ministério das Relações Exteriores (MRE).

Como consta no FONT, as atividades de ensino compreendem três tipos distintos divididos entre atividades: acadêmicas, militares e extraclases. As atividades acadêmicas são desenvolvidas em salas de aula, laboratórios, a bordo de embarcações, plataformas, terminais marítimos, estaleiros e **simuladores**. (MB, 2013).

As atividades militares são desenvolvidas a fim de se obter a formação militar-naval, através de disciplinas curriculares, embarques, formaturas, cerimônias, serviço diário, prática de liderança e atividades de rotina das Organizações Militares. (MB, 2013).

Já as atividades extraclases são desenvolvidas para complementar o curso com palestras, seminários, visitas a instituições relevantes para a formação, tais como empresas de navegação, embarcações, Tribunal Marítimo, entre outros, atividades sociais e esportivo-culturais, relevantes para a formação do aluno. (MB, 2013).

O CIAGA dispõe de laboratórios como física, automação, motores, por exemplo, e **simuladores** como navegação eletrônica (RADAR/ARPA), operações comerciais, comunicações (GMDSS), carta eletrônica (ECDIS) e passadiço (*Full Mission*), os quais se destinam a complementar o ensino teórico da sala de aula, a fim de fazer com que os alunos aprendam praticando, ou seja, consigam assimilar e apreender conhecimento através da prática nestes laboratórios e **simuladores**. (BRASIL, 2016).

O CIAGA não possui embarcações para treinamento, como é o caso da EM, que possui três Avisos de Instrução e do CIABA, que, além de possuir **simuladores**, possui um Aviso de Instrução.

3.7 O USO DE SIMULADORES NA FORMAÇÃO DOS OFICIAIS DA MARINHA MERCANTE EM OUTROS PAÍSES

A seguir, serão apresentadas como se dão as formações em países como Portugal, Estados Unidos da América e Austrália.

A escolha dos referidos países se deu devido ao emprego de **simuladores** dos mesmos fabricantes de empresas com destaque no mercado internacional de simuladores de navegação marítima, considerando ainda que os Estados Unidos da América seja uma das referências internacionais em emprego de **simuladores** na graduação de seus Oficiais, assim como a Austrália.

No caso de Portugal, este foi escolhido devido à vinculação histórica com o Brasil e, conseqüentemente, com a criação da Marinha Brasileira.

Como este trabalho trata de autonomia no desenvolvimento de simuladores de navegação marítima, ao abordar a formação dos Oficiais da Marinha Mercante em outros países, será dada ênfase à formação do Oficial de Náutica.

3.7.1 Formação dos Oficiais da Marinha Mercante em Portugal

A Escola Superior Náutica Infante Dom Henrique (ENIDH), localizada na cidade de Lisboa, em Portugal, é uma escola de ensino superior público que é destinada à formação de profissionais para a Marinha Mercante, como é o caso dos Oficiais de Pilotagem (Náutica) e dos Oficiais de Máquinas. (ENIDH, 2016).

A Instituição oferece os cursos de Licenciaturas, com duração de três anos em terra mais um ano de estágio embarcado supervisionado, nas áreas de Pilotagem, Engenharia de Máquinas Marítimas, Engenharia de Eletrotécnica, Engenharia de Sistemas Eletrônicos Marítimos e Gestão de Transporte e Logística, das quais duas, no máximo, podem ser escolhidas pelos futuros graduandos. (ENIDH, 2016).

A Licenciatura em Pilotagem se destina a formar Oficiais de Pilotagem da Marinha Mercante Nacional e Internacional, de acordo com os padrões de formação estabelecidos pela Convenção STCW, como emendada Manila 2010. (ENIDH, 2016).

Por sua formação atender às exigências da Convenção STCW, emendada Manila 2010, os **simuladores** são empregados como recursos instrucionais obrigatórios. No caso da formação do Oficial de Pilotagem, os **simuladores** de navegação marítima usados são o simulador de RADAR da empresa norueguesa *Kongsberg*, o simulador de ECDIS e o simulador de ponte – *Full Mission* da empresa americana *Transas*, que também são utilizados em cursos de formação especializada como os cursos oferecidos pela ENIDH. São eles: curso de observador de RADAR, curso avançado de manobra e governo do navio e curso de sistema de informação e visualização de carta eletrônica. (ENIDH, 2016).

Os cursos citados acima estão de acordo com os cursos-modelo da OMI e atende aos requisitos exigidos para, ao final do curso, o aluno sendo aprovado, poder receber o certificado de competência com valor internacional. (ENIDH, 2016).

Os Oficiais de Pilotagem possuem grande procura para o desempenho de atividades em terra relacionadas com o Setor Marítimo-Portuário. A experiência de mar desenvolve competências únicas que são muito valorizadas em diversificadas tarefas executadas em terra ligadas ao setor marítimo como Gerência de portos, Agentes de empresas de navegação, Inspeção de Navios, Controle de Tráfego Marítimo, Construção Naval e afins. (ENIDH, 2016).

A ENIDH também oferece cursos de mestrados nas áreas de Pilotagem, Engenharia de Máquinas Marítimas e Engenharia de Sistemas Eletrônicos Marítimos, que deverão ser concluídos em dois anos. (ENIDH, 2016).

3.7.2 Formação dos Oficiais da Marinha Mercante nos Estados Unidos da América

Para a Marinha Mercante norte-americana, o treinamento e a educação formam oficiais qualificados e competentes para a execução de suas atividades. Sendo assim, entende-se que o treinamento e a educação são apropriados tanto nas cinco escolas marítimas estaduais (Califórnia, Maine, Massachusetts, Michigan e Texas) quanto na Academia de Marinha Mercante dos Estados Unidos (USMMA), em Nova Iorque, para a manutenção da mão de obra da Marinha Mercante – tripulações de bordo e pessoas envolvidas no planejamento, gestão e operações de terra. (MOURA, 2014).

As contribuições dessas escolas e academias para o sistema de transporte marítimo dos Estados Unidos da América incluem educação e desenvolvimento de pessoal devidamente qualificado, pesquisa sobre a integração do sistema humano a bordo, apoio logístico, gerenciamento de negócios e operações navio/terra e pesquisa e desenvolvimento das tecnologias, sistemas e plataformas de bordo e de terra. (MOURA, 2014).

A USMMA, por exemplo, que funciona desde 1943, é uma escola militar norte-americana localizada em Kings Point, Nova Iorque. Essa escola forma Oficiais da Marinha de Guerra ou Mercante, que depende da escolha por parte do graduando. Os graduados da USMMA recebem o certificado de Bacharel na área de graduação escolhida pelo graduando e a carta de competência para atuarem como Oficiais de Náutica ou Máquinas (UNITED, 2014 *apud* MOURA, 2014, p. 17).

Os cursos oferecidos para graduação são Navegação, Administração, Direito Marítimo, Direito Internacional e Máquinas. Os cursos da graduação possuem duração de quatro anos. (USMMA, 2016).

Os Oficiais formados na USMMA podem optar pelas carreiras na Marinha Mercante – tendo de servir, nesse caso, por pelo menos oito anos – ou nas Forças Armadas americanas (Exército, Marinha, Corpo de Fuzileiros Navais, Aeronáutica e Guarda Costeira) – onde se

tornam 2º Tenentes, devendo cumprir serviço militar obrigatório de cinco anos. (USMMA, 2016).

A escola possui uma boa estrutura de sala de aula e avançados laboratórios e **simuladores** a fim de cumprir os requisitos da Convenção STCW, como emendada Manila 2010, visto que a aprendizagem baseada em aplicação da teoria na prática com o uso de **simuladores** é agora parte integrante dos cursos-modelo da OMI. Além disso, os treinamentos em simuladores do tipo *Full Mission* são usados para redução de tempo no mar do estágio embarcado dos alunos. (PARKER, 2012).

Para a formação do Oficial na área de navegação, é usado o **simulador** do tipo PTT equipado com RADAR e ECDIS da empresa americana *Transas* e um **simulador** de passagem do tipo *Full Mission* da empresa norueguesa *Kongsberg*. (PARKER, 2012).

Segundo Vorenkamp, o CAORF, **simulador** desenvolvido e construído originalmente para a pesquisa de *shiphandling* foi logo usado para treinar os graduandos da USMMA. O CAORF foi concluído em 1976, com um custo de US\$ 12 milhões e ainda está operacional hoje. (VORENKAMP, 2015).

3.7.3 Formação dos Oficiais da Marinha Mercante na Austrália

A formação de Oficiais da Marinha Mercante na Austrália é oferecida na *Australian Maritime College* (AMC), na Tasmânia, uma ilha que se localiza a 240 km da costa sudeste da Austrália. (AMC, 2016).

A AMC é um instituto pertencente à Universidade da Tasmânia, que compreende três centros nacionais: Centro Nacional de Portos e Navios, Centro Nacional de Máquinas e Hidrodinâmica e Centro Nacional de Meio Ambiente Marinho e Sustentabilidade. Esses centros oferecem os cursos de Máquinas, Logística, Sustentabilidade e Náutica. (AMC, 2016).

Os programas integram cursos profissionais de curta duração com treinamento no mar, para que nossos alunos recebam não só um Diploma de Bacharelado em Ciências Náuticas, como também recebam um Certificado de Competência da Autoridade Marítima Australiana (AMSA), visto que os cursos também estão em conformidade com os requisitos de padrões de treinamento da Convenção STCW, como emendada Manila 2010. (AMC, 2016).

Sendo assim, a AMC mantém um Centro de Simulação Marítima a fim de atender às exigências da Convenção STCW de teoria aliada à prática. Este Centro de Simulação Marítima compreende um conjunto de instalações de última geração que oferecem **simuladores** marítimos em tempo real e inclui:

- a) **simulador** de passagem de navio do tipo *Full Mission*;
- b) dois **simuladores** de reboque com visão de 360 graus;
- c) **simulador** avançado de ponte de posicionamento dinâmico;
- d) seis **simuladores** básicos de posicionamento dinâmico;
- e) seis cubículos de operações navais e um laboratório de exibição de cartas eletrônicas de 18 lugares; e
- f) **simulador** de máquinas. (AMC, 2016).

As instalações de simulação são utilizadas para a pesquisa e investigação sobre o desenvolvimento portuário, a manobra dos navios, a melhoria da segurança e eficiência dos navios e dos portos, a formação dos marítimos e o ensino de estudantes universitários. (AMC, 2016).

As instalações fazem a ponte entre a prática e a teoria como uma ajuda eficaz para a avaliação de treinamento e competência dos Oficiais de Náutica. Os graduandos aprendem sobre a manobra dos navios, o planejamento de derrotas e o uso do equipamento RADAR/ARPA, cartas eletrônicas (ECDIS) e sistemas de identificação automática (AIS). (AMC, 2016).

3.8 A FORMAÇÃO CONTINUADA E O USO DE SIMULADORES

A formação de um profissional que irá atuar no mar, independente da função que venha a desempenhar, seja ele um militar ou um civil, não se encerra no momento em que se conclui o curso. Esse tipo de profissional estará sempre necessitando de treinamentos, cursos expeditos e cursos de aperfeiçoamento, o que se conhece como formação continuada.

Essa formação continuada acontece no Brasil e nos países estrangeiros. Esse fato pode ser observado pela autora deste trabalho durante as pesquisas realizadas sobre como se executa a formação no exterior.

No caso da Marinha do Brasil, existe a formação continuada tanto para os Oficiais quanto para as praças. E o uso de **simuladores** é relevante para que essa formação possa acontecer dependendo do curso ou do treinamento que venha a ser realizado.

A fim de exemplificar o que foi apresentado no parágrafo acima, será citado o Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão (CAAML), conhecido como “Camaleão”, que oferece vários cursos expeditos como cursos de atualização para comandantes e para operadores de equipamentos, como RADAR, SONAR, entre outros, e cursos específicos como combate a incêndio, guerra eletrônica para oficiais, guerra eletrônica para praças e outros. Cabe registrar que muitos desses cursos e atualizações são realizados com o uso de **simuladores** como recursos instrucionais.

No caso da Marinha Mercante Brasileira, os cursos de atualização, aperfeiçoamento e cursos expeditos do EPM são necessários não somente para renovar e/ou ganhar conhecimento, mas sim para manter a carta de competência atualizada, visto que boa parte dos cursos oferece certificados com validade de cinco anos, conforme as regras da Convenção STCW, como emendada Manila 2010.

Os cursos da formação continuada do EPM para o público-alvo da Marinha Mercante Brasileira são oferecidos pelo CIAGA, pelo CIABA e pelas Capitânicas e Delegacias Portuárias.

Instituições privadas também podem ministrar cursos da formação continuada do EPM, desde que sejam autorizadas pela DPC através do credenciamento que se dá através de portaria, como consta no sítio oficial da DPC. Nesse sítio, encontram-se todas as instituições privadas credenciadas, os cursos autorizados e a validade do credenciamento.

O credenciamento de instituições privadas ocorre para suprir a demanda por cursos obrigatórios para manter a carta de competência atualizada. Como exemplo, podemos citar Fundação Homem do Mar (FHM), que teve seu credenciamento para ministrar o Curso Especial para Operador ECDIS (EPOE) renovado através da Portaria nº 435/DPC, de 22 de dezembro de 2016, e a *Maersk Training* Brasil que também teve o seu credenciamento renovado através da Portaria nº 425/DPC, de 21 de dezembro de 2016, para ministrar o Curso Especial de Gerenciamento de Passadiço para Oficiais (EGPO). (BRASIL, 2016).

Existe uma variedade de cursos e de instituições privadas, e a escolha dessas duas empresas citadas no parágrafo acima se deu porque ambas oferecem cursos onde há a necessidade do uso de **simuladores**.

A FHM possui em suas instalações o **simulador** *Full Bridge Mission* do fabricante *Transas* e o **simulador** de carta eletrônica (ECDIS) também da *Transas*. Já a *Maersk Training Brasil* possui o **simulador** *Full Bridge Mission* do fabricante *Kongsberg* e o **simulador** de carta eletrônica (ECDIS) do fabricante *Transas*.

Todos os **simuladores** citados acima são certificados pela Sociedade Classificadora DNVGL, uma vez que o uso de **simuladores** é obrigatório, como consta nos cursos-modelo da OMI. A certificação dos equipamentos é verificada por uma equipe designada pela DPC.

Conforme apresentado neste capítulo, foi ratificada a necessidade do uso de **simuladores**, tanto na graduação quanto na formação continuada, independente se o público-alvo será civil ou militar, o que reforça o uso dual da tecnologia de simulação de navegação marítima no Brasil e nos países analisados.

4 SIMULADORES NACIONAIS DE NAVEGAÇÃO MARÍTIMA: DESENVOLVIMENTO

Há diferentes formas de aquisição de simuladores por parte das EFOMM, da Marinha do Brasil e das instituições privadas, as quais oferecem cursos para a formação continuada desses Oficiais.

A aquisição pode ser realizada através da compra de um simulador existente no mercado, que atenda às necessidades das Escolas de Formação, através de um processo de licitação, no caso de instituição pública, ou a compra do produto diretamente com o fabricante no caso das instituições privadas.

Também existe a possibilidade de se optar pelo desenvolvimento do simulador, como é o caso da Marinha do Brasil, que possui duas OM, que possui, dentre as suas atividades, o desenvolvimento de tecnologia de simulação voltada para o setor de Defesa, o que contribui para o Brasil alcançar a independência tecnológica neste setor.

As OM que foram citadas no parágrafo anterior são o Instituto de Pesquisa da Marinha (IPQM) e o CASNAV, ambas subordinadas à Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha (DGDNTM), antiga Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (SecCTM). (WILTGEN, 2016).

4.1 INSTITUIÇÕES NACIONAIS DE PESQUISAS QUE ESTÃO DESENVOLVENDO TECNOLOGIAS NACIONAIS DE SIMULAÇÕES PARA A NAVEGAÇÃO MARÍTIMA

Um dos propósitos deste trabalho é realizar um levantamento a fim de enumerar e apresentar as instituições nacionais de pesquisas quer sejam elas públicas ou privadas, que estão desenvolvendo tecnologias nacionais de simulações para a navegação marítima.

Após as pesquisas efetuadas pela autora, foram encontradas três instituições relevantes para o tema deste trabalho. São elas: CASNAV, IPQM e TECHNOMAR. As três instituições foram escolhidas porque desenvolveram ou se encontram em fase de desenvolvimento de tecnologia de simulação de navegação marítima para atender inicialmente a demandas de instituições nacionais.

O CASNAV possui um contrato com o CIAGA para o desenvolvimento de um simulador de navegação do tipo *Full Mission*. Já o IPQM desenvolveu para a EN o SIEN e o SIAvin e a Technomar desenvolveu um simulador de navegação do tipo *Full Mission* para a Petrobras Transporte S/A – Transpetro. (BASTOS, 2016; RATEIRO, 2017).

Sendo assim, a partir deste momento, serão apresentadas essas instituições e algumas tecnologias desenvolvidas por elas, visto que as três instituições desenvolveram tecnologias de simulação de navegação, que atendem à comunidade marítima como um todo, independente se é civil ou militar, caracterizando a dualidade desse tipo de tecnologia.

4.1.1 CASNAV

Como já foi exposto na Introdução deste trabalho, recentemente, o CASNAV, associado a instituições de Pesquisas brasileiras como a universidade USP, a UFF e a UFRJ, iniciou o projeto de desenvolvimento de sua própria tecnologia de simulação de navegação marítima, que será instalado no CIAGA. (IPN, p.4).

O CIAGA poderia ter a realizado a compra de um simulador existente no mercado como o fez o CIABA, recentemente, ao adquirir um simulador do tipo *Full Mission* da empresa italiana *Eca Sindel S.R.L*, vencedora do processo licitatório realizado pela Fundação de Estudos do Mar (FEMAR), em atendimento às cláusulas do contrato celebrado em parceria com o CIABA. (Informativo Marítimo, 2013, p.42).

Entretanto, o CIAGA optou pelo desenvolvimento, como consta nas informações concedidas por Bastos (2016), o encarregado da Divisão de Modelagem e Simulação do CASNAV, através de entrevista concedida à autora deste trabalho:

Na época em que se decidiu pelo desenvolvimento do simulador não havia nenhum sistema de simulação marítima no mercado nacional que suprisse a demanda do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha (CIAGA), havendo, portanto, apenas a opção de aquisição no exterior ou desenvolvimento próprio. Os simuladores de passadiço disponíveis no mercado geralmente são vendidos em configurações padrão, com um número limitado de cenários e modelos disponíveis. Customizações e atualizações posteriores destes sistemas, regra geral, representam altos investimentos. A opção pelo desenvolvimento próprio conferiu à Marinha do Brasil enorme flexibilidade de customização do sistema, a possibilidade de criar um sistema altamente reusável e escalável, além da obtenção de “know-how” e detenção da propriedade intelectual sobre todos os itens produzidos. (BASTOS, 2016)

De acordo com Bastos, o desenvolvimento do simulador de navegação marítima iniciou em 2011, e, atualmente, o sistema encontra-se em estágio de finalização e entrega ao cliente. (BASTOS, 2016).

O CASNAV também é o responsável pelo desenvolvimento do SIAvin, um simulador de navegação baseado num Aviso de Instrução, que se encontra desde 2011 em operação na EN. (IPN, p.4).

Para reforçar a importância do treinamento em simuladores de navegação antes de partir para as instruções em embarcações reais, apresentaremos a seguir um trecho da dissertação de mestrado de Moraes:

Por um período de um ano, fui responsável pela atividade de treinamento prático na EN. Entre as muitas lições aprendidas durante o meu trabalho como instrutor, duas são notáveis: nada substitui um aluno motivado e o tempo será sempre uma restrição, se você espera que seu aluno realmente domine o aprendizado. [...] em geral, os Aspirantes têm um fraco desempenho nas tarefas práticas executadas a bordo dos Avisos de Instrução. [...] O Aviso de Instrução é um lugar para a experimentação e prática de conceitos demasiado abstractos para aprender sem reforços vindos da prática de tentativa e erro. [...] Sem etapas intermediárias que forneçam as habilidades básicas para desempenhar os papéis a bordo, os aspirantes ficam desanimados devido a grande quantidade de novas informações necessárias para cada prática a bordo.

Esta sensação esmagadora afeta a motivação do aspirante e consome o tempo do instrutor no ensino dos passos básicos. Em vez de centrar 100% o tempo dedicado à formação prática nos objetivos de aprendizagem real, os instrutores têm que compartilhar o tempo com detalhes menores que consomem parte do tempo que é restrito. (MORAES, 2011, p.1, tradução da autora).

Esse relato de Moraes (2011) reforça o quão relevante é o uso de simuladores de navegação durante o processo de formação e aprendizagem. Desde 2011, a EN conta com o SIAvin, que funciona como intermediário entre a teoria e a prática em embarcações reais.

Dentre outros sistemas que foram desenvolvidos pelo CASNAV a fim de atender ao setor de Defesa do Brasil, em especial a MB, pode-se citar o Sistema Simulador de Guerra Naval (SSGN).

Esse simulador encontra-se instalado no Centro de Jogos de Guerra da Escola de Guerra Naval, sendo usado para a condução de jogos sistêmicos, visando ao aprimoramento dos participantes na tomada de decisão.

4.1.2 IPQM

O IPQM atua nas áreas de Sistemas de Armas, Sensores, Guerra Eletrônica, Guerra Acústica, Sistemas Digitais e Tecnologia de Materiais. Na área de Sistemas Digitais, o IPQM desenvolveu o Console Integrado de Sensores de Navegação Eletrônica (CISNE) que trabalha com cartas eletrônicas vetoriais nacionais e internacionais.

De acordo com Padilha (2013), o Navio-Escola “Brasil” já opera com esse equipamento, o qual contribui para o incremento do adestramento na navegação para os futuros Oficiais da Marinha do Brasil. (PADILHA, 2013).

O CISNE também foi instalado na EN e no CAAML e, recentemente, o CIAGA adquiriu o SimECDIS, um sistema de navegação que conta com o equipamento CISNE para a apresentação da carta eletrônica. Esse simulador servirá para o treinamento de navegação com o advento da carta eletrônica a ser realizado com os graduandos da EFOMM. (BRASIL, 2017).

O IPQM foi o responsável pelo desenvolvimento do Simulador da EN (SIEN). O SIEN foi desenvolvido com a finalidade de simular os recursos e serviços básicos de navegação e manobra executados no Centro de Informações de Combate (CIC) ou Centro de Operações de Combate (COC) e passadiços dos navios da MB, visando ao treinamento de Aspirantes. Encontra-se concluído e é hoje um dos principais recursos para treinamento em operação na Escola Naval. (BRASIL, 2017).

4.1.3 Technomar Engenharia Oceânica

A Technomar Engenharia Oceânica é uma empresa de projetos e treinamentos, concebida para fornecer produtos e serviços de alto conteúdo tecnológico nas áreas de engenharia naval e oceânica, atendendo aos setores de Óleo e Gás, Portos e Navegação. Dentre os serviços oferecidos, destacam-se a elaboração de projetos de engenharia (básica e de concepção), análises de operação, gerenciamento e execução de experimentos, desenvolvimento de simuladores e de softwares customizados e treinamentos. (Anexo A: Histórico Simulador Technomar Engenharia Oceânica, 2016, p.104).

O embrião que deu origem a Technomar foi o programa de simulação dinâmica de sistemas offshore, denominado Dynasim. O desenvolvimento do software teve início em 1993

através de cooperação técnica e o suporte financeiro da Petrobras. (Anexo A: Histórico Simulador Technomar Engenharia Oceânica, 2016, p.104).

Foi dado um destaque para essa instituição privada devido ao contrato que ela possui com a Petrobras Transportes S/A – Transpetro para o desenvolvimento e a instalação de simuladores de navegação tipo PTT e do tipo *Full Mission* com visualização 360° para a Academia Transpetro no Rio de Janeiro. O simulador do tipo *Full Mission* também foi instalado no laboratório Tanque de Provas Numérico (TPN) da USP. (Anexo A: Histórico Simulador Technomar Engenharia Oceânica, 2016, p.107).

Figura 6 – Simulador do tipo *Full-Mission* do TPN-USP



Fonte: Anexo A: Histórico Simulador Technomar Engenharia Oceânica, 2016, p.107.

Segundo Rateiro (2017), diretor da Technomar Engenharia Oceânica, “o projeto do simulador de navegação em tempo real foi iniciado em 2010, em uma parceria entre a USP e Transpetro, com a Technomar participando ativamente desde o início do processo”.

O desenvolvimento do simulador de navegação marítima em tempo real foi devido a uma demanda específica da Transpetro, a qual será apresentada a seguir de acordo com Rateiro:

O desenvolvimento foi iniciado devido a uma demanda da Transpetro para formação de mão de obra qualificada para operar comboios fluviais de transporte de etanol, na hidrovia Tietê-Paraná. Infelizmente o projeto de transporte fluvial não foi concluído, por diversas razões. No entanto, dado o conhecimento prévio

da equipe no desenvolvimento de simuladores “*fast-time*”, [...] a Transpetro viu uma oportunidade de desenvolver uma ferramenta de simulação e/ou treinamento nacional de qualidade. (2017).

O estágio atual de desenvolvimento do simulador de navegação marítima da Transpetro está em fase final de desenvolvimento para a certificação pela Sociedade Classificadora DNVGL. (RATEIRO, 2017).

4.2 POLÍTICAS PÚBLICAS RELEVANTES PARA O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA NACIONAL VOLTADAS PARA A DEFESA

De acordo com o que foi apresentado na introdução deste trabalho, há necessidade de políticas públicas de Estado para engendrar o desenvolvimento de tecnologia nacional voltadas para a Defesa.

Em se tratando do tema deste trabalho, que é o desenvolvimento de simuladores nacionais de navegação marítima, são apresentadas as políticas públicas relevantes que foram criadas a fim de incentivar o desenvolvimento de tecnologia nacional, fomentando a interação entre três atores importantes, como as instituições militares, as universidades e as empresas nacionais.

Uma das mais recentes foi a Lei nº 13243, de 11 de janeiro de 2016, Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação, que dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação, alterando as leis anteriores que versam sobre os assuntos citados acima.

Uma lei que reforça o escopo deste trabalho, a qual foi alterada pela Lei nº 13243/2016, é a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, cujo art. 1º foi alterado para o seguinte texto:

Esta Lei estabelece medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional do País, nos termos dos arts. 23, 24, 167, 200, 213, 218, 219 e 219-A da Constituição Federal (BRASIL, 2016).

No parágrafo único da lei citada acima, destacam-se alguns princípios que serão enumerados a seguir, relevantes para o tema do trabalho em questão:

[...] II - promoção e continuidade dos processos de desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação, assegurados os recursos humanos, econômicos e financeiros para tal finalidade; [...]

[...] V - promoção da cooperação e interação entre os entes públicos, entre os setores público e privado e entre empresas;

VII - promoção da competitividade empresarial nos mercados nacional e internacional; [...]

[...]VIII - incentivo à constituição de ambientes favoráveis à inovação e às atividades de transferência de tecnologia; [...]. (BRASIL, 2016).

Uma política pública importante para o setor de desenvolvimento de tecnologia voltada para a área de Defesa é a PND, criada em 1996, tendo sua primeira atualização em 2005. Segundo Cordeiro (2016), a PND “é o documento que estabelece o quê fazer, ou seja, quais são os objetivos nacionais de Defesa”.

Um dos objetivos nacionais de defesa é “manter Forças Armadas modernas, integradas, adestradas e balanceadas, e com crescente profissionalização, operando de forma conjunta e adequadamente desdobradas no território nacional” (BRASIL, 2005).

Portanto, o uso de simuladores de navegação marítima pode contribuir de forma considerável para o adestramento dos militares da MB, ajudando a atingir esse objetivo, o que justificaria o desenvolvimento desse tipo de tecnologia de simulação.

Para Cordeiro (2016), a END “define as diretrizes, ou seja, como executar na prática o que foi estabelecido pela PND”. Uma das vulnerabilidades apresentadas na END que podem dificultar o alcance dos objetivos estabelecidos na PND é a seguinte:

Limitados recursos aplicados em pesquisa científica e tecnológica para o desenvolvimento de material de emprego militar e produtos de defesa, associados ao incipiente nível de integração entre os órgãos militares de pesquisa, e entre estes e os institutos civis de pesquisa. (BRASIL, 2008, p. 43).

A citação apresentada acima corrobora com a importância de se ter uma integração entre os setores civis e militares, como já foi apresentado na Lei nº 13243/2016. Embora a END tenha como foco o desenvolvimento nacional de tecnologia de ponta para os setores estratégicos: nuclear, cibernético e espacial, o que for definido para esses setores pode ser direcionado para o setor de treinamento e adestramento dos militares.

Tanto a PND quanto a END apresentam em seus documentos uma preocupação em desenvolver tecnologias nacionais e que, se possível, tenham utilidade dual, ou seja, para uso civil e militar.

Para Cordeiro (2016), o LBDN “é uma espécie de inventário das Forças Armadas com informações orçamentárias, cenário internacional, equipamentos bélicos, projetos estratégicos, entre outros”. O LBDN apresenta o prazo de até 2031 para o subprojeto Modernização dos Simuladores da MB. (BRASIL, 2013, p. 247).

Essa modernização dos simuladores da MB pode ser realizada através de desenvolvimento nacional da tecnologia de simulação, como já vem ocorrendo no IPQM e no CASNAV. Importa desenvolver tecnologia nacional a fim de adquirir conhecimento suficiente para alcançar autonomia, descaracterizando a dependência tecnológica nesse setor.

Segundo Bastos, o desenvolvimento do simulador de navegação marítima, que está sendo realizado pelo CASNAV, não se baseou em uma política pública específica:

Embora o esforço de desenvolvimento esteja em acordo com o determinado pelo Ministério da Defesa no artigo 1º da Portaria Normativa nº 1.873, de 20 de junho de 2013, que versa sobre ampliação do uso de simuladores no âmbito das Forças Armadas, a fim de aumentar suas capacidades operacionais e de adestramento. (BASTOS, 2016).

Em se tratando do caso do simulador de navegação marítima desenvolvido para a Transpetro, segundo Rateiro:

Apesar da Transpetro ser uma empresa de economia mista (parte estatal), o início do desenvolvimento não pode ser considerado como inserido em um programa de política pública. Foi feito por meio de um contrato específico para este fim. Outras etapas do projeto foram financiadas com programas de políticas públicas como projetos da FINEP e CNPq. (RATEIRO, 2017).

As políticas públicas, com foco em desenvolvimento de tecnologia nacional, que foram apresentadas neste subcapítulo, destacam, independente de tratarem ou não diretamente de simuladores, a importância da aquisição de conhecimentos científicos e tecnológicos pelas instituições militares, universidades e empresas, a fim de que o Brasil possa deixar de ser dependente de tecnologia internacional.

4.3 CLASSIFICAÇÃO E AS TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS NO DESENVOLVIMENTO DE SIMULADORES DE NAVEGAÇÃO MARÍTIMA

Após a adoção da Convenção STCW, revisada na década de 1990 e emendada Manila 2010, pela OMI, e o treinamento em simuladores passar a ser largamente empregado, observou-

se que os padrões de definição técnica dos hardwares, dos softwares e das funcionalidades que compunham os simuladores variavam muito de acordo com o fabricante de simuladores.

Por exemplo, alguns apresentavam configurações com apenas um computador desktop em uma tela e outros chegavam a oferecer recursos de um simulador do tipo *Full Mission*.

Visando auxiliar a OMI em relação ao problema de padrões dos simuladores marítimos, o IMSF, através do seu *Classification Work Group* (CWG), começou a preparar um documento para a classificação e descrição de simuladores de treinamento para operações em navios, acompanhando o que foi preconizado no MARSIN 93.

O relatório apresentado pela CWG no *workshop* anual da IMSF, em 1994, incluía um esboço para um sistema de classificação que consistia de quatro categorias: *Full Mission*, *Multi task*, *Limited Task* e *Single task* para simuladores de passadiço.

Esse sistema de classificação foi proposto em termos de capacidade dos simuladores e não de suas configurações e performances, visando criar um conjunto de padrões para o desenvolvimento deles.

A partir desse momento, os padrões de classificação propostos são levados a cargo por entidades não governamentais, as Sociedades Classificadoras, as quais já foram apresentadas no capítulo anterior.

Cada Sociedade Classificadora mantém seu próprio documento sobre os padrões de classificação, os quais são frequentemente atualizados segundo os novos requisitos e a evolução tecnológica.

De acordo com Harrison, Lin, Carroll e Carley (2007), uma simulação computacional é iniciada a partir da necessidade de um pesquisador investigar um modelo de um determinado comportamento. Esse modelo consiste em um conjunto de equações e/ou regras de transformação para os processos pelos quais as variáveis do sistema mudam de acordo com o tempo. O modelo é, então, traduzido em código e o programa resultante é executado no computador por vários períodos de tempo a fim de produzir os resultados de interesse. (HARRISON et al., 2007, p.1233, tradução da autora).

Diferente dos modelos utilizados em simuladores de Jogos de Guerra, por exemplo, os quais fazem uso de matemática baseada em processos estocásticos e aleatórios, os simuladores de navegação marítima possuem modelos de embarcação virtuais que são desenvolvidos com base nas Leis da Física.

Esse tipo de modelagem utiliza as equações de movimento, oriundas da aplicação da Segunda Lei de Newton, que diz que o somatório das forças externas aplicadas a um corpo é equivalente à variação da quantidade de movimento desse corpo.

O sistema de equações resultante representa as condições da dinâmica envolvendo o comportamento de uma embarcação. Esse sistema é composto por seis equações, cada uma para um grau de liberdade: *surge*, *sway*, *heave*, *pitch*, *roll* e *yaw*⁷. (SANTOS, 1999).

Esse sistema de equações é integrado numericamente no espaço e no tempo para se obter as velocidades e acelerações da embarcação, representando o seu estado de movimento ou repouso. Todo esse processo é feito em tempo real com a finalidade de apresentar o movimento da embarcação. Em princípio, esse sistema de equações resultantes é genérico, sendo válido para qualquer modelo de embarcação.

Entretanto, para se representar uma embarcação específica, há a necessidade de ajuste dos coeficientes hidrodinâmicos das equações, com base em informações obtidas através de provas de mar realizadas com a embarcação real, com testes em modelos reduzidos em tanques de prova e também através da utilização de softwares baseados na mecânica dos fluidos. (SANTOS, 1999).

Cabe ressaltar que esse ajuste dos coeficientes hidrodinâmicos é um processo altamente complexo, devido a não linearidade e acoplamento dos diversos coeficientes.

Sendo assim, pode-se observar que o desenvolvimento de simuladores de navegação marítima envolve várias áreas do conhecimento, tais como hidrodinâmica da embarcação, computação gráfica, modelagem numérica de escoamento, sistemas de informações geográficas, entre outras, caracterizando a multidisciplinaridade e a interdisciplinaridade.

Segundo Rateiro, em resposta à questão referente à entrevista que se encontra no apêndice D, a qual trata das áreas de conhecimento envolvidas no desenvolvimento de um simulador de navegação marítima:

Eu dividiria em dois grandes grupos com subgrupos. Também listei exemplos de linguagens/framework utilizadas:

1. Desenvolvimento de *software*:
 - a. Infraestrutura básica (linguagem C++)
 - b. Possibilidade de intergeração com equipamentos externos como GMDSS, RADAR, ECDIS, etc. (NMEA, C++)

⁷Os seis graus de liberdade em relação ao movimento de uma embarcação são divididos em dois grupos: movimentos lineares contendo *surge* (avanço), *sway* (deriva) e *heave* (afundamento) e movimentos angulares contendo *pitch* (arfagem), *roll* (jogo/balanço) e *yaw* (guinada). (Nota da autora).

- c. Visualização:
 Programação (*Unity/C#*)
 Visualização (*3dsmax*)
- 2. Modelos matemáticos
 - a. Diversas áreas do conhecimento: (*C++*)
 - i. Manobra, Máquinas, Interação etc.

No primeiro grupo são necessários conhecimentos de programação, computação e modelagem 3D. Também são utilizados conhecimentos do mundo marítimo, com a consultoria de oficiais de marinha mercante e embarques para análise de funcionalidades. No segundo grupo, além de programação e computação, são necessários conhecimentos aprofundados de matemática e engenharia naval/mecânica. (2017).

Já Bastos, em resposta à mesma questão citada no parágrafo anterior constante da entrevista que se encontra no apêndice C, dá a sua visão da seguinte forma:

A simulação é naturalmente multidisciplinar. Particularmente no que tange à simulação para treinamento em ambientes virtuais, há necessariamente a aplicação de técnicas de computação gráfica e inteligência artificial. Para criar os modelos físicos e de comportamento que serão simulados são necessárias técnicas de modelagem computacional de efeitos hidrodinâmicos, modelagem 3D, além de conhecimentos de navegação e normas internacionais relacionadas. Embora simulações deste tipo guardem muita semelhança com jogos para entretenimento, é mister para uma simulação de treinamento que os objetivos de aprendizado sejam muito bem identificados e que o simulador seja projetado de forma a otimizar o atingimento destes objetivos, evitando sobretudo o chamado treinamento negativo, em que uma simulação desvia-se de tal forma da realidade, que termina por introduzir vícios à prática do aluno. Para assegurar um nível adequado de fidelidade e resolução para a simulação, necessariamente há que se considerar conhecimentos de interface homem-máquina, fatores humanos em realidade virtual e levantamento de objetivos de aprendizado. (BASTOS, 2016).

As visões apresentadas por Rateiro e Bastos corroboram com a afirmação da autora com relação à multidisciplinaridade e à interdisciplinaridade do conhecimento necessário para o desenvolvimento de um simulador de navegação marítima.

4.4 DESAFIOS DO DESENVOLVIMENTO DE SIMULADORES NACIONAIS DE NAVEGAÇÃO MARÍTIMA

Após a apresentação das instituições nacionais que desenvolvem tecnologia de simulação de navegação marítima e das políticas públicas que norteiam esses desenvolvimentos, serão apresentados alguns desafios.

Dentre eles, há a necessidade de capacitação e qualificação contínua do pessoal que fará parte da equipe de desenvolvimento e a captação de recursos financeiros para a realização do projeto de desenvolvimento.

Vale ressaltar que as instituições militares, além de possuírem equipamentos modernos e terem em seu quadro efetivo pessoal qualificado e capacitado para operá-los, devem ter pessoal capaz de deter conhecimento científico e tecnológico que permita desenvolver a tecnologia autóctone, assim como ter condições de mantê-las e aperfeiçoá-las de acordo com a demanda.

Um desafio a ser superado, em se tratando de pessoal, é, ao se possuir militares fazendo parte da equipe de desenvolvimento, ter o cuidado de não concentrar o conhecimento em uma só pessoa a fim de manter a sobrevivência do projeto, pois os militares têm uma rotatividade muito grande.

Uma solução para o desafio citado no parágrafo anterior seria documentar, com riqueza de detalhes, todo o processo de desenvolvimento do simulador de navegação marítima.

O ideal seria a equipe ser formada por civis e militares, como já ocorre no IPQM e no CASNAV, inclusive contando com civis concursados, os quais podem dar continuidade ao desenvolvimento e à atualização da tecnologia desenvolvida quando necessário.

Uma solução para o problema de capacitação de pessoal também pode ser elaborada com uma parceria entre as instituições militares, as universidades e as empresas.

Uma vez que a tecnologia de simulação de navegação marítima envolve conhecimentos multidisciplinares, a importância de integração entre as diversas instituições de pesquisa civis e militares nacionais torna-se primordial.

No caso do simulador desenvolvido pelo CASNAV, houve uma parceria inicial com o Laboratório de Sistemas Integráveis da Universidade de São Paulo e com o Instituto de Computação da Universidade Federal Fluminense. (BASTOS, 2016).

Outro grande desafio a ser enfrentado pelo setor de Defesa é a alocação de recursos financeiros, visto que aquisições de produtos de defesas, que podem ocorrer através da compra do produto pronto ou através de desenvolvimento de tecnologia, são dispendiosas. Sendo assim, é necessário avaliar o quanto o investimento em defesa poderá colaborar para o crescimento econômico do país. (MOREIRA, 2011).

Uma solução para o desenvolvimento nacional de tecnologia de simulação de navegação marítima seria o uso de financiamentos à pesquisa através de órgãos de fomento à pesquisa e

desenvolvimento tecnológico, uma vez que esse tipo de tecnologia precisará de atualizações ou inserção de novos dados, por exemplo, um novo tipo de embarcação, uma nova área portuária, entre outros, de acordo com a necessidade do usuário.

A fim de exemplificar o que foi abordado no parágrafo anterior, no caso do desenvolvimento do simulador de navegação marítima para a Transpetro pela empresa Technomar, segundo Rateiro, em resposta à questão sobre uso de políticas públicas para o desenvolvimento de simuladores constante na entrevista que se encontra como Apêndice D no final deste trabalho, algumas “etapas do projeto foram financiadas com programas de políticas públicas como projetos da FINEP e CNPq”. (RATEIRO, 2017).

Outro desafio a ser enfrentado é o tempo despendido para desenvolver a tecnologia de simulação, sendo que, a exemplo do desenvolvimento do simulador do CIAGA pelo CASNAV e do simulador da Transpetro pela Technomar, esses desenvolvimentos duraram aproximadamente seis anos, de acordo com os prazos estabelecidos nos contratos. (BASTOS, 2016; RATEIRO, 2017).

Dependendo da urgência para a aquisição da tecnologia de simulação, o que poderia ser o caso da Marinha Mercante, uma vez que existe a obrigatoriedade do uso de simuladores na graduação e na formação continuada dos seus Oficiais, uma solução seria a compra do produto devidamente certificado junto a empresas existentes no mercado.

No caso da MB, pode-se optar pelo desenvolvimento, até mesmo pela questão de Defesa, devido à necessidade de inserção de dados sigilosos tanto dos recursos bélicos quanto ambientais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho investigou o desenvolvimento de simuladores nacionais de navegação marítima, os quais são largamente utilizados na graduação e na formação continuada de pessoal da MB e da Marinha Mercante, e a questão da dependência desse tipo de tecnologia advinda do exterior a fim de verificar a possibilidade de se alcançar a autonomia nesse setor.

É uma questão de autonomia tecnológica saber o porquê e como se faz – *know why* e *know how*. Desenvolver tecnologia nacional de simulação de navegação marítima implica em formação de massa crítica e pessoal qualificado, gerando empregos de alto nível, além de evitar exposição de informações estratégicas no âmbito da Defesa.

Sendo assim, foi apresentada a relevância do uso de simuladores de navegação marítima na formação de Oficiais da MB e da Marinha Mercante, bem como os conceitos relativos a essa temática, comparando com a formação realizada em alguns países, tendo em vista as exigências da OMI, no caso da Marinha Mercante.

Quanto à hipótese levantada na introdução do presente trabalho, que se refere à adequação do atual estágio de desenvolvimento tecnológico do Brasil ao atendimento das necessidades de simulação de navegação marítima da MB e da Marinha Mercante, três iniciativas de desenvolvimento foram abordadas no quarto capítulo e evidenciam que o Brasil reúne as condições necessárias e suficientes para a autonomia nesse setor.

Apesar de o Brasil ter as condições necessárias e suficientes para o desenvolvimento de simuladores de navegação marítima por possuir o *know why*, é importante ressaltar que todo desenvolvimento demande tempo, recursos financeiros, infraestrutura e pessoal qualificado.

Ademais, a necessidade de certificação, com reconhecimento internacional, faz com que a aquisição de simuladores encontrados no mercado possa ser uma solução inicial para atender aos requisitos exigidos pelos órgãos que regulam a graduação e a formação continuada dos Oficiais da Marinha Mercante.

Essa estratégia, por exemplo, aliviaria a pressão sobre a equipe de desenvolvimento do CASNAV em relação às metas a serem alcançadas e existiria a possibilidade da compra do simulador com o código fonte aberto, o que permitiria o aprendizado do sistema, a atualização, a inserção de novos dados e a construção de novos cenários sob a orientação deste próprio centro e do CIAGA.

Conforme abordado no quarto capítulo, um grande desafio, principalmente para os órgãos militares envolvidos no desenvolvimento de tecnologia de simulação, é a manutenção das equipes de desenvolvimento em atividade e a não desativação dos respectivos projetos de desenvolvimento, o que, caso ocorra, acarretará na desmobilização das equipes e na perda de massa crítica de conhecimento e pessoal qualificado.

Portanto, uma solução seria uma documentação detalhada de todo o processo de desenvolvimento por meio de uma gestão do conhecimento.

Além disso, o desenvolvimento de simuladores envolve o atendimento de demandas para a graduação de Oficiais e formação continuada de profissionais marítimos, realizadas também pelo CIAGA e pelo CIABA, devido à constante evolução das tecnologias empregadas na navegação.

Outro fator relevante nesse contexto é o desafio no intercâmbio e na parceria entre as instituições militares, universidades e empresas nacionais que trabalham com o desenvolvimento de simulação de navegação marítima, considerando a interdisciplinaridade do conhecimento envolvido nesse tipo de tecnologia, e visando, ainda, ao uso desses simuladores não somente para formação, mas também para pesquisas de viabilidade de projetos portuários e de novas embarcações.

Portanto, para que essa interação aconteça, pode-se dispor da elaboração de projetos e submetê-los aos órgãos de fomento com vistas à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico advinda de políticas públicas da área.

No decorrer deste trabalho, foram ainda evidenciadas as vantagens da opção pelo desenvolvimento de um simulador de navegação marítima nacional, a partir dessas parcerias, resguardadas as questões de propriedade intelectual.

Uma vez adquirido o *know how*, uma das vantagens seria a possibilidade da comercialização desse simulador, ou seja, um modo de se obter recursos para atualizações e manutenções de *software* e de *hardware* do simulador desenvolvido e futuras inovações no setor.

Além disso, deve ser considerada, na obtenção de um simulador nacional de navegação desenvolvido, a necessidade de um comprador em se adquirir também os cenários e os modelos de embarcações para serem utilizados nas simulações.

Por outro lado, caso o comprador necessite de outros cenários e modelos inexistentes, a venda de serviços de desenvolvimentos desses recursos implica na permanente atualização e qualificação dos desenvolvedores.

Outro modo de captação de recursos é através do contrato de manutenção dos simuladores comercializados. Os contratos de manutenção geram uma dependência tecnológica de quem compra para quem vende, caracterizando uma fonte de recursos.

Ficou registrada a atual situação das instituições militares e civis nacionais que desenvolvem simuladores e as estratégias utilizadas por estas instituições documentadas através das entrevistas constantes nos apêndices C e D, o que ratifica o uso dual de uma tecnologia de simulação de navegação marítima.

Sendo assim, foram apresentados três exemplos de relação entre os desenvolvedores e os tipos de usuários: o IPQM, uma instituição militar, que desenvolveu um simulador para a EN que também é uma instituição militar; o CASNAV, uma instituição militar que desenvolveu um simulador para o CIAGA, uma instituição militar que visa atender às demandas de graduação e formação continuada da Marinha Mercante; e a Technomar Engenharia Oceânica, uma instituição civil, que desenvolveu um simulador para a Transpetro, uma empresa de economia mista.

Entretanto não significa que as instituições citadas acima possam desenvolver somente para propósitos militares ou civis; pelo contrário, esse tipo de tecnologia pode ser intercambiável entre o segmento civil e o segmento militar.

Após a apresentação do atual estágio de desenvolvimento nacional de tecnologia de simulação para navegação marítima, pode-se concluir que: para os centros de instrução de formação de pessoal da Marinha Mercante, a melhor opção seria combinar a compra de simuladores que atendam às suas demandas e simultaneamente dar continuidade ao desenvolvimento de tecnologias nacionais a partir do domínio do conhecimento atual e desta tecnologia adquirida. Tal solução se faz necessária pelo pragmatismo de tempo e de certificação internacional.

Para trabalhos posteriores, sugere-se um monitoramento do estado da arte dos simuladores oferecidos por empresas de ponta no mercado internacional e comparar com os desenvolvimentos das tecnologias nacionais de simulação de navegação marítima realizados pelas instituições civis e militares de forma a manter atualizada a situação desses projetos e de projetos futuros, bem como a prospecção tecnológica no setor.

REFERÊNCIAS

ABT, Clark C. *Jogos Simulados: estratégia e tomada de decisão*. Rio de Janeiro: J. Olympio, 1974.

AMC. Maritime Simulation Centre. Disponível em: <<http://www.amc.edu.au/facilities/centre-for-maritime-simulations>>. Acesso em: 10 out. 2016.

BASTOS, Ricardo. Entrevista concedida à Gabriela de Lima Bragança. Rio de Janeiro, 6 dez. 2016.

BRASIL. Decreto nº 828, de 5 de setembro de 1969. Institui o Fundo de Desenvolvimento do Ensino Profissional Marítimo. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 8 set. 1969.

_____. Decreto nº 2.596, de 18 de maio de 1998. Regulamenta a Lei nº 9.537, de 11 de dezembro de 1997, que dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 maio 1998.

_____. Decreto nº 5.484, de 30 de junho de 2005. Aprova a Política de Defesa Nacional e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 01 jul. 2005.

_____. Decreto nº 6.703, de 18 de dezembro de 2008. Aprova a Estratégia Nacional de Defesa e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 dez. 2008.

_____. Decreto nº 94.536, de 29 de junho de 1987. Regulamenta a Lei nº 7.573, de 23 de dezembro de 1986, que dispõe sobre o Ensino Profissional Marítimo. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 jun. 1987.

BRASIL. Lei nº 12.598, de 22 de março de 2012. Estabelece normas especiais para as compras, as contratações e o desenvolvimento de produtos e de sistemas de Defesa; dispõe sobre regras de incentivo à área estratégica de defesa e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 mar. 2012.

BRASIL. Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei nº 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei nº 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Legislativo, Brasília, DF, 12 jan. 2016.

BRASIL. Marinha do Brasil. Escola de Guerra Naval. EGN-101A, Rev.1:Jogos de Guerra. Rio de Janeiro, 2007.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. *Ciência, Tecnologia e Inovação para o desenvolvimento nacional: Plano de Ação 2007-2010: investir e inovar para crescer*. Brasília, 2010.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Marinha. Diretoria Geral de Navegação. Diretoria de Portos e Costas. Centro de Instrução Almirante Graça Aranha. Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante. Rio de Janeiro: Centro de Instrução Almirante Graça Aranha. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/ciaga/efomm/inicio.htm>>. Acesso em: 25 maio 2016.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Marinha. Diretoria Geral de Navegação. Diretoria de Portos e Costas. *NORMAM 06*. Rio de Janeiro: Diretoria de Portos e Costas. Disponível em: <<https://www.dpc.mar.mil.br/sites/default/files/normam06.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2016.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Marinha. Diretoria Geral de Navegação. Diretoria de Portos e Costas. *NORMAM 12*. Rio de Janeiro: Diretoria de Portos e Costas. Disponível em: <<https://www.dpc.mar.mil.br/sites/default/files/normam12.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2016.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Marinha. Diretoria Geral de Navegação. Diretoria de Portos e Costas. *NORMAM 30*. Rio de Janeiro: Diretoria de Portos e Costas. Disponível em: <<https://www.dpc.mar.mil.br/sites/default/files/normam30.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2016.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Marinha. Diretoria Geral de Navegação. Diretoria de Portos e Costas. STA/GEVI/SOCIEDADECLASSIFICADORA. Rio de Janeiro: Diretoria de Portos e Costas. Disponível em <<https://www.dpc.mar.mil.br/pt-br/ssta/sociedade-classificadora>>. Acesso em: 30 maio 2016.

BRASIL. Ministério da Defesa. *Portaria Normativa n° 764/MD, 27 dez. 2002*. Aprova a Política e as Diretrizes de Compensação Comercial, Industrial e Tecnológica do Ministério da Defesa.

BRASIL. Ministério da Defesa. *Portaria Normativa n° 1317, 04 nov. 2004*. Aprova a Política de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) para a Defesa Nacional. Revoga a Portaria Normativa n° 740/GABINETE, de 26 de novembro de 2001. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 08 nov. 2004.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Marinha. Centro de Instrução Almirante Graça Aranha. Inauguração do Simulador de ECDIS. Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.mar.mil.br/ciaga/ciaga/Inauguracao_ECDIS.htm>. Acesso em: 3 abr. 2017.

BRASIL. Ministério da Defesa. Comando da Marinha. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha. Instituto de Pesquisa da Marinha. *SISTEMAS DIGITAIS/SIEN*. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa da Marinha. Disponível em: <<https://www1.mar.mil.br/ipqm/node/39>>. Acesso em: 10 jan. 2017.

CAMPOS, Jenilson; G.JUNIOR, Lucélio; SOARES, Rosana. *Labview* como ferramenta de simulação, monitoração e controle de processos. Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE). Brasília, 2004.

CHAIA, Aline; DAIBERT, Maria. *Introdução ao MatLab*, Juiz de Fora, 2013. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/getproducao/files/2013/05/Apostila-Mini-Curso-MATLAB-GET-EP1.pdf>>. Acesso em: 30 nov. 2016.

COMPASS – Philippine’s 1st to offer FURUNO Type-Specific ECDIS Training, 3 jun. 2013. Disponível em: <http://119.92.92.154/compass_web/_news_detail.php?id=234f9077-bc57-11e2-9fe7-3860778b3b67>. Acesso em: 6 jun. 2016.

COMPUTER-Based Training Provides Active Learning Written by Anne Martinez, 14 ago. 2000. Disponível em: <<https://www.gocertify.com/articles/cbt.html>>. Acesso em: 06 de jun. 2016.

CONVENÇÃO Internacional sobre Normas de Treinamento de Marítimos, Expedição de Certificados e Serviço de Quarto – STCW/78 e emendas Manila 2010. Edição em Português – Rio de Janeiro: DPC, 2010. Disponível em: <<https://www.ccaimo.mar.mil.br/stcw>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

CORDEIRO, Roberto. Assessoria de Comunicação Social (ASCOM). Ministério da Defesa. Estratégia Nacional de Defesa e Livro Branco entregues ao Senado, 26 nov. 2016. Disponível em: <<http://www.defesanet.com.br/defesa/noticia/24172/Estrategia-Nacional-de-Defesa-e-Livro-Branco-entregues-ao-Senado/>>. Acesso em: 20 dez. 2016.

CORNÉLIO FILHO, Plínio. *O modelo de simulação do GPCP-1: jogo do planejamento e controle da produção*. Florianópolis, 1998. 95 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 1998. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/77879>> . Acesso em: 08 nov. 2016.

DET NORSKE VERITAS (DNV). Standard for Certification of Maritime Simulator Systems (nº.2.14). Noruega, 2000.

DET NORSKE VERITAS/GERMANISCHER Lloyd (DNVGL). *Certification of maritime simulator systems*. DNVGL- ST-0033 Maritime Simulator Systems standard. Disponível em: <<https://www.dnvgl.com/services/certification-of-maritime-simulator-systems-2862>>. Acesso em: 10 dez. 2016.

DROWN, D.F. Simulation and The Revised 1978 STCW Convention. MARSIM, Copenhagen, Dinamarca, Marine Simulation and Ship Manoeuvrability, 1996.

EDA, H., GUEST, F. E. and PUGLISI, J.J. Twenty Years of Marine Simulator (CAORF) operations: Lessons learned during these years. MARSIM, Copenhagen, Dinamarca, Marine Simulation and Ship Manoeuvrability, 1996.

ELGOOD, Chris. *Manual de jogos de treinamento*. São Paulo: Siamar, 1987.

ESCOLA SUPERIOR NÁUTICA INFANTE D. HENRIQUE (ENIDH). Disponível em: <<http://www.enautica.pt/>>. Acesso em: 25 set. 2016.

FLEURY, A. Capacitação Tecnológica e Processo de Trabalho: Comparação Entre o Modelo Japonês e o Brasileiro. *Revista Administração de Empresas*, São Paulo, v.30, n.4, p.23-30, out./dez. 1990.

GRAMIGNA, Maria Rita M. *Jogos de empresa*. São Paulo: Makron Books, 1993.

HARISSON, R., LIN, Z., CARROLL, G. R., CARLEY, K. Simulation Modeling in Organizational and Management Research. *Academy of Management Review*, v.32, n.4, p. 1229-1245, 2007.

HENSEN, H. *Ship bridge simulators a project handbook*. Londres: The Nautical Institute, 1999.

IALA – International Association of Mariner Aids to Navigation and Lighthouse Authorities. The use of simulation as a tool for waterway design and at on planning. *IALA Guideline*, France, n. 1058, edition 2, 2011.

IALA – International Association of Mariner Aids to Navigation and Lighthouse Authorities. About IALA. Disponível em: <<http://www.iala-aism.org/about-iala/>>. Acesso em: 29 jun. 2016.

INFORMATIVO Marítimo. Marinha do Brasil. Diretoria de Portos e Costas. Centro de Simuladores de Navios é inaugurado no CIABA, Rio de Janeiro, v.21, n.2, p.41-43, maio/ago. 2013. Disponível em: <https://www.dpc.mar.mil.br/sites/default/files/dpc_net_0.pdf>. Acesso em: 16 out. 2016.

INTERNATIONAL Maritime Organization (IMO). History – Membership – Structure – Conventions. Disponível em: <<http://www.imo.org/en/About/Pages/Default.aspx>>. Acesso em: 15 maio 2016.

IPN Informativo Pesquisa Naval. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha, ano 6, n. 15, edição semestral, p. 4.

KAHN, Herman; WIENER, Anthony J. *The Year 2000: A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years*. Macmillan Publishing Company, 1967.

KONGSBERG. K-sim Navigation – Ships bridge Simulator. Disponível em: <<https://www.kongsberg.com/en/kongsberg-digital/maritime%20simulation/k-sim%20navigation%20-page/>>. Acesso em: 6 nov. 2016.

LAW, Averill M., KELTON, W. David. *Simulation, modeling & analysis*. Second Edition. New York: McGraw-Hill, 1991.

LONGO, W. P. Conceitos básicos sobre ciência, tecnologia e inovação. Política e Gestão em Ciência e Tecnologia, ago. 2007.

_____. Impactos do desenvolvimento científico e tecnológico na Defesa Nacional. In: *Política, Ciência e Tecnologia e Defesa Nacional*. Rio de Janeiro, 2009, p.27-63. (Coleção UNIFA).

_____. Impactos do desenvolvimento científico tecnológico. *DataGramaZero*, v.8, n.1, fev.2007.

_____. *Inovações tecnológicas: parcerias e incentivos*. Monografia, CAESG/2001, Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro – RJ, 2001.

_____. Tecnologia militar: conceituação, importância e cerceamento. *Revista Tensões Mundiais*, Fortaleza, v.3, n.5, 2007.

_____. Transferência de Tecnologia. Ensaio, Rio de Janeiro – RJ, set. 2004.

LONGO, W. P.; MOREIRA, William S. Acesso a tecnologias Sensíveis: Obstáculos e Alternativas. *Revistas Tensões Mundiais*, v.5, n.9, p.73-121, jul./dez. 2009.

_____. *Políticas de C&T e Sistema Setorial de Inovação para a Defesa*. Trabalho apresentado no VI Encontro nacional da Associação Brasileira de Estudos de Defesa (ABED). São Paulo, 7 ago. 2012. Texto para discussão.

_____. Tecnologia e Inovação no setor de Defesa: Uma perspectiva sistêmica. *Revista Escola de Guerra Naval*, Rio de Janeiro, v.19, n.2, p.277-304, jul./dez. 2013.

_____. Transferência de Tecnologia e Defesa. *Forças Armadas em Revista*, Rio de Janeiro, ano 7, v.29, p.43-48, ago. 2012.

MARINHA DO BRASIL (MB). *Currículo do Curso de Graduação de Oficiais da Escola Naval*, 2010a.

_____. *Currículo do Curso de Formação do Oficial de Náutica (FONT) da EFOMM*, 2013.

MINTZBERG, Henry; AHLSTRAND, Bruce; LAMPEL, Joseph. *Safári de Estratégia: um roteiro pela selva do planejamento estratégico*. Tradução de Lene Belon Ribeiro. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

MORAES, Claudio C. Design and Task Analysis for a Game-Based Shiphandling Simulator using an Open Source Game Engine (Delta 3D). Monterey – CA. U.S.A. Sep. 2011.

MOREIRA, William S. Obtenção de produtos de Defesa no Brasil: o desafio da transferência de tecnologia. *Revista da Escola de Guerra Naval*, Rio de Janeiro, v.17, n.1, p. 127-149, jan./jun.2011. Disponível em: <<https://revista.egn.mar.mil.br/index.php/revistadaegn/article/view/345>>. Acesso em: 05 mai. 2015.

_____. Ciência e tecnologia militar: política por outros meios? *Revista da Escola de Guerra Naval*, Rio de Janeiro, v.18, n.2, p.71-90, jul./dez.2012. Disponível em:

< <https://revista.egn.mar.mil.br/index.php/revistadaegn/article/view/314>>. Acesso em: 05 mai. 2015.

MOURA, Sérgio. *Formação de oficiais da Marinha Mercante: Como otimizar o gerenciamento dos Centros de Instrução visando a reorganização do mercado de trabalho aquaviário com ênfase ao entrave constituído pela Lei 8.666/93*. Rio de Janeiro: ESG, 2014. Disponível em: <<http://www.esg.br/images/Monografias/2014/MOURAS.pdf>>. Acesso em: 5 ago. 2016.

NAYLOR, Thomas H. *Computer simulation experiments with models of economic systems*. New York: John Wiley & Sons, 1971.

OLIVEIRA, Nielmar. Simulação de abertura dos Jogos Olímpicos foi bem sucedida, 17 jul. 2016. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/rio-2016/noticia/2016-07/simulacao-de-abertura-dos-jogos-olimpicos-foi-bem-sucedida>>. Acesso em: 18 out. 2016.

OLIVEIRA FILHO, Isaías. *A Situação Atual da Indústria de Defesa Nacional: desafios enfrentados pelo setor de simuladores de emprego militar*. EGN, Rio de Janeiro – RJ, 2015.

ORGANIZAÇÃO para cooperação econômica e desenvolvimento. *Manual de Oslo: proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica*. Trad. Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP. Rio de Janeiro: FINEP, 2004.

OXFORD LEARNER’S DICITONARIES. Disponível em: <<http://www.oxfordlearnersdictionaries.com/us/definition/english/simulation?q=simulation>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

PADILHA, Luiz. NE ‘Brasil’ opera o novo Console Integrado de Sensores de Navegação Eletrônica – CISNE, 13 set. 2013. Disponível em: <<http://www.defesaaereanaval.com.br/ne-brasil-opera-o-novo-console-integrado-de-sensores-de-navegacao-eletronica-cisne/>>. Acesso em: 05 dez. 2016.

PARKER, Barry. *US Centres are preparing for changes in STCW rules*. *Marine Electronics & Communications*, p. 54-55, ago./set. 2012. Disponível em: <http://www.marinemec.com/news/view-us-centres-are-preparing-for-changes-in-stcw-rules_32889.htm>. Acesso em: 30 nov. 2016.

PERLA, Peter P., MARKOWITZ, Michael C. *Conversations with Wargamers*. CNA Analysis & Solutions. Alexandria, Virginia, 2009.

PERLA, Peter P.; MCGRADY, Ed. Why Wargaming works. *Naval War College Review*, v.64, n. 3, p. 111-129, summer 2011.

PROTIL, Roberto M. Utilização de Simuladores Empresariais no Ensino de Ciências Sociais Aplicadas: Um Estudo na República Federal da Alemanha. Editora UFPR, Economia, Curitiba, v.31, n. 2 (29), p. 113-134, jul./dez. 2005.

RODRIGUES, Rosane. *Sentinelas dos Mares: a Carreira Militar e suas Representações Sociais para Aspirantes e Oficiais da Marinha do Brasil*. 2014. Dissertação (Mestrado em Psicologia Social) – UFRRJ, Rio de Janeiro – RJ, 2014. Disponível em: <<http://r1.ufrj.br/wp/ppgpsi/wp-content/uploads/Disserta%C3%A3o%20Rosane%20P%20Rodrigues%202014a.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2016.

RATEIRO, Felipe. Entrevista concedida à Gabriela de Lima Bragança. Rio de Janeiro, 11 jan. 2017.

RUMOS Práticos. *Revista do CONAPRA* – Conselho Nacional de Praticagem, n. 44, p.9-13, out. 2015 a jul. 2016.

SANTOS, Edson. *Uma Abordagem sobre Modelos Matemáticos para Simulação de Manobras de Navios em Tempo Real*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) – COPPE/UFRRJ, Rio de Janeiro – RJ, 1999. Disponível em: <http://www.teses.oceanica.ufrj.br/pdfs/1999_mestrado_edson_mesquita_dos_santos.PDF> Acesso em: 25 set. 2016.

SANTOS, M.E.R.; TOLEDO, P.T.M.; LOTUFO, R.A. (Orgs.). *Transferência de Tecnologia: Estratégias para a estruturação de Núcleos de Inovação Tecnológica*. Campinas: Komedi, 2009.

SCHOEMAKER, Paul J. H.. Scenario Planning: a tool for strategic thinking. *Sloan Management Review*, Massachusetts, v. 36, n. 2, p.25-40, 1995.

SHANNON, Robert E. *Systems simulation: the art and science*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1975.

SIMULATED Voyages: Using Simulation Technology to Train and License Mariners. Committee on Ship-Bridge Simulation Training Marine Board and Commission on Engineering and Technical Systems National Research Council. National Academies Press, Washington, D.C. 1996. Disponível em: <<https://www.nap.edu/download/5065>>. Acesso em: 10 nov. 2016.

STOKES, Donald E. *O quadrante de Pasteur: A ciência básica e a inovação tecnológica*. Tradução de José Emílio Maiorino. Campinas: Editora da UNICAMP, 2005.

TANABE, Mário. *Jogos de empresas*. São Paulo, 1977. 117 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-graduação em Administração, USP, São Paulo – SP, 1977. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/a-ferramenta-jogos-de-empresa-como-estimulador-da-aprendizagem/36213/#ixzz3i3GJOs5J>>. Acesso em: 06 jun. 2016.

THOMAS, R. *What are simulations? – The JeLSIMPerspective*. Londres: JeLSIM, 2003.

UNITED NATIONS. History – Member States – Specialized Agencies. Disponível em: <<http://www.un.org/en/about-un/index.html>>. Acesso em: 15 maio 2016.

UNITED STATES MERCHANT MARINE ACADEMY (USMMA). Disponível em: <<https://www.usmma.edu/>>. Acesso em: 29 set. 2016.

VORENKAMP, Todd. Hands-On Learning. *The Maritime Executive*, 13 nov. 2015. Disponível em: <<http://www.maritime-executive.com/magazine/training--education>>. Acesso em: 30 nov. 2016.

WIGHTMAN, D.; LINTERN, G. *Part-task training for tracking and manual control*. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 27(3), p.267-283, 1985.

WILTGEN, Guilherme. Marinha altera a SecCTM para Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da marinha (DGDNTM), 28 nov. 2016. Disponível em: <<http://www.defesaareanaval.com.br/marinha-altera-a-secctm-para-diretoria-geral-de-desenvolvimento-nuclear-e-tecnologico-da-marinha-dgdntm/>>. Acesso em: 20 mar. 2016.

ANEXOS

ANEXO A – Histórico Simulador da TECHNOMAR



Histórico Simulador

Novembro/2016

Índice

1	Introdução.....	88
1.1	Histórico da Empresa Technomar.....	88
1.2	Histórico do Desenvolvimento do Simulador SMH.....	90
1.3	Projetos de Simuladores.....	91

Introdução

A Technomar é uma empresa de projetos e treinamentos, concebida para fornecer produtos e serviços de alto conteúdo tecnológico nas áreas de engenharia naval e oceânica, atendendo os setores de Óleo & Gás, Portos e Navegação. Dentre os serviços oferecidos, destacam-se a elaboração de projetos de engenharia (básica e de concepção), análises de operação, gerenciamento e execução de experimentos, desenvolvimento de simuladores e de softwares customizados, e treinamentos.

Histórico da Empresa Technomar

O embrião que deu origem a Technomar foi o programa de simulação dinâmica de sistemas offshore, denominado Dynasim. O desenvolvimento do software teve início em 1993 através de cooperação técnica e o suporte financeiro da Petrobras. Nesta iniciativa destacaram-se o Dr. Isaias Quaresma Masetti pela Petrobras, a coordenação pelo lado da USP do Prof. Dr. Kazuo Nishimoto, e o então mestrando Carlos Hakio Fucatu, sócio fundador da Technomar que até hoje é o principal desenvolvedor do simulador dinâmico. Em razão dos bons resultados, o Dynasim foi adotado pela Petrobras e desde então tem recebido investimentos para seu contínuo desenvolvimento. Foi justamente o simulador Dynasim o grande catalisador que deu origem ao laboratório TPN-USP.

Hoje, além do fundador, acima citado, com pós-doutorado na área *offshore*, o quadro societário é formado por mais quatro sócios, três deles pesquisadores com título de doutor e um com grande experiência no mercado corporativo:

- Edgard Borges Malta – Especialista em hidrodinâmica teórica e experimental;
- Fabiano Pinheiro Rampazzo – Especialista em projetos de sistemas *offshore*;
- Felipe Rateiro Pereira – Especialista em análises numéricas e simulações;
- Marcelo Cyrillo Telles - Engenheiro pela USP e com MBA em Finanças pela FIA/USP e que possui mais de 20 anos em posições de estruturação de negócios.

As principais linhas de atuação da Technomar são:

- Arquitetura naval;
- Propulsão e resistência ao avanço;
- Linhas (*risers*, umbilicais, mangotes e amarração);

- Comportamento em ondas;
- Acompanhamento, gerenciamento e análise de ensaios;
- Operações de alívio e operações *ship-to-ship*;
- *Green water* e *wave run-up*;
- VIM/VIV;
- Sistemas DP;
- Desenvolvimento de simuladores;
- Simulações acopladas;
- Análise de terminais portuários.

Os principais destaques, além dos simuladores, na área de projetos e pesquisas são apresentados a seguir:

- Acordo de cooperação com o centro de P&D da Keppel (*KeppelOffshore&Marine Technology Center*) de Cingapura assinado em 2012;
- Convênio de desenvolvimento de soluções para o mercado *offshore* junto ao TPN-USP, o que permite o acesso aos seus professores e infraestrutura como, por exemplo, o CH-TPN e o cluster de computadores;
- Parceria com a STC Holanda em treinamento marítimo, educação e pesquisa. A STC é uma das maiores empresas em treinamento marítimo do mundo e tem sede no Porto de Rotterdam;
- Participação ativa no Desenvolvimento do Dynasim e TPN;
- Mais de 80 simulações de engenharia envolvendo condições de manobras em portos e ambientes *offshore*;
- Diversos projetos de amarração de sistemas de ancoragem de plataformas de petróleo;
- Vários projetos de terminais flutuantes fluviais e seus sistemas de ancoragem, incluindo nas novas áreas de Miritituba e Itaituba;
- Ensaios em escala de sistemas de exploração de óleo & gás e projetos de arquitetura naval;
- Desenvolvimento de um sistema inovador de estabilização para embarcações de lazer (SEMA).

Histórico do Desenvolvimento do Simulador SMH

Em Dezembro de 2010, a TRANSPETRO - PETROBRAS Transporte S/A, assinou com o laboratório Tanque de Provas Numérico (TPN-USP), um contrato para o desenvolvimento de uma Estação de Treinamento com Visualizador 3D. Este projeto tinha como objetivo implantar um sistema de simulação para operações de comboios fluviais na Hidrovia Tietê Paraná.

Para atender este contrato o TPN-USP utilizou o conhecimento em simulação *fast-time*, modelagem hidrodinâmica e de uma campanha de ensaios realizados pelo IPT para modelar e calibrar os comboios da Transpetro em pontos críticos da Hidrovia Tietê-Paraná. Nesta etapa a equipe da Technomar desenvolveu diversas funcionalidades do simulador: o Eng. PhD. Carlos Fucatu trabalhou no tratamento matemático para a realização de simulações em tempo real e o Eng. PhD. Felipe Rateiro Pereira na especificação do software e no desenvolvimento de hardware compatível com o código. Esta primeira versão do simulador foi chamada de SimCo (Simulador de Comboios – Projeto FUSP 2294).

Em 2012, foi incorporado ao SimCo as funcionalidades do algoritmo Posicionamento Dinâmico do Dynasim, através de um novo contrato com o TPN-USP (projeto FUSP-2400). Estas alterações visavam à adequação do simulador para operações *offshore*. Além disso, toda a especificação de manetes e instrumentos de navegação para operações em alto mar também teve que ser remodelada. Este simulador ficou conhecido como Simulador Offshore e foram entregues 3 unidades deste simulador à Transpetro. A Technomar também teve participação ativa nestas etapas de desenvolvimento, através de seus sócios ou pesquisadores. Foram realizadas as especificações do hardware, bem como o acompanhamento e aprovação dos equipamentos. A instalação dos simuladores no Rio de Janeiro também foi feita pela equipe da Technomar. Quanto ao software, foi feita a especificação das funcionalidades e telas de comando, além da integração do módulo de hidrodinâmica com o software de visualização.

A partir de 2012, foi crescente a demanda de análises de manobrabilidade de embarcações em cenários portuários. Com isso, foi desenvolvida uma nova versão do software que foi chamada de SMH – Simulador Marítimo Hidroviário, que integra a parte Hidroviária, Portuária e Offshore numa única plataforma operacional.

Em 2013, a Petrobras assinou um contrato com o TPN-USP com o foco no refinamento dos modelos de manobra e navegação, bem como a inclusão de modelos de colisão para usos mais refinados em projetos de engenharia. Apesar de um foco específico em engenharia, uma

versão do SMH foi instalada em um ambiente com o hardware de um simulador Full-Mission. Esta versão foi desenvolvida e instalada no TPN-USP pela Technomar. A Technomar teve papel de destaque no desenvolvimento dos painéis de controle, integração com o hardware e no desenvolvimento e aplicação dos protocolos de comunicação entre software e hardware. Também houve um grande esforço no desenvolvimento do radar do simulador.

Sendo assim, a equipe da Technomar participa ativamente desde o início do desenvolvimento do simulador SMH (Simulador Marítimo Hidroviário) em parceria com o laboratório Tanque de Provas Numérico da Universidade de São Paulo – TPN-USP e com a Transpetro. Fato ratificado em registro junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (registro INPI homologado em 22 de Julho de 2014 sobre o número de processo BR 51 2013 000874-3), no qual dois membros da Technomar (Eng. PhD. Carlos Fucatu e Eng. PhD. Felipe Rateiro) estão como criadores do software perante o órgão.

De acordo com as leis em vigência, a propriedade intelectual do software é dos seus criadores e de acordo com contrato assinado entre a USP e a Transpetro, os pesquisadores fizeram um documento de cessão de direitos comerciais do código à Transpetro e exigidos pelo INPI.

Além do desenvolvimento do software, a Technomar se especializou no fornecimento e instalação dos equipamentos necessários para montagem dos simuladores. Sendo assim, a Technomar se tornou a Empresa de Base Tecnológica (EBT) responsável por transformar o SMH em um produto que possa ser instalado com garantia de funcionamento em outras instituições. Um dos destaques do desenvolvimento de hardware são os manetes projetados e construídos pela empresa, tanto para propulsores convencionais, quanto para azimutais, controle de leme, etc.

Projetos de Simuladores

A Technomar já instalou mais de 25 simuladores pelo Brasil. Dois destes simuladores, chamados de “*Full-Mission*” com 360° de visualização, foram instalados no laboratório Tanque de Provas Numérico da Universidade de São Paulo (TPN-USP) (Figura 1), e na Academia Transpetro no Rio de Janeiro (Figura 2).



Figura 1 Simulador “*Full-Mission*” do TPN-USP

Em 2014, a Technomar foi contratada para instalação, suporte operacional, aluguel e manutenção do hardware dos Simuladores na Academia Transpetro.

Estas atividades são relacionadas aos simuladores SMH e SCCM:

- Serviço de instalação e testes do hardware e software dos simuladores do Centro de Simulação da Academia Transpetro;
- Aluguel do hardware dos simuladores;
- Serviço de manutenção dos simuladores;
- Suporte operacional a utilização dos simuladores.



Figura 2 Simulador “*Full-Mission*” da Academia Transpetro

Tanto no TPN-USP quanto na Academia Transpetro a Technomar instalou diversos outros equipamentos, entre simuladores “Part-Task”, “Mini-Mission” e simulador de Praça de Máquinas, apresentados respectivamente na Figura 3, na Figura 4 e na Figura 5.



Figura 3 Simulador “Part-Task” da Academia Transpetro



Figura 4 Simulador “Mini-Mission” da Academia Transpetro



Figura 5 Simulador de Praça de Máquinas da Academia Transpetro

Além disso, a Technomar já instalou na própria Escola de Formação de Oficiais da Marinha Mercante – EFOMM dois simuladores marítimos do tipo “*Part-Task*”, conforme apresentado na Figura 6, para os alunos do grêmio de náutica do CIAGA e mais dois para os alunos do CIABA, em uma parceria com a Transpetro.



Figura 6 Simulador “*Part-Task*” instalado no grêmio

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de Consentimento e Participação em Pesquisa: Capitão de Corveta

Ricardo Sampaio Bastos

MARINHA DO BRASIL
ESCOLA DE GUERRA NAVAL – EGN
CENTRO DE ESTUDOS POLÍTICO-ESTRATÉGICO – CEPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTUDOS MARÍTIMOS – PPGEM

TERMO DE CONSENTIMENTO E PARTICIPAÇÃO EM PESQUISA

Aceito participar da pesquisa sobre “Desenvolvimento de Simuladores Nacionais de Navegação Marítima: uma questão de dependência tecnológica e de Defesa Nacional” da Professora do Magistério Superior Gabriela de Lima Bragança, tendo em vista a obtenção do grau de Mestre em Estudos Marítimos pelo Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos (PPGEM) do Centro de Estudos Político-Estratégicos (CEPE) da Escola de Guerra Naval (EGN).

Como participante da pesquisa declaro que concordo em responder o questionário e que fui informado pela pesquisadora que tenho a liberdade de deixar de responder a qualquer pergunta, assim como recusar, a qualquer tempo, a participar da pesquisa, interrompendo minha participação, temporária ou definitivamente.

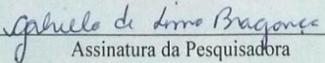
Autorizo/ Não autorizo que meu nome seja divulgado nos resultados da pesquisa, comprometendo-se a pesquisadora a utilizar as informações que prestarei somente para os propósitos da pesquisa.

Rio de Janeiro, 23 de junho de 2017.


Assinatura do Entrevistado

Nome do entrevistado: RICARDO SAMPAIO BASTOS

Cargo/Função: ENCARREGADO DA DIV. DE MODELAGEM E SIMULAÇÃO


Assinatura da Pesquisadora

APÊNDICE B – Termo de Consentimento e Participação em Pesquisa – Diretor da Technomar
Engenharia Oceânica Felipe Rateiro

MARINHA DO BRASIL
ESCOLA DE GUERRA NAVAL – EGN
CENTRO DE ESTUDOS POLÍTICO-ESTRATÉGICO – CEPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTUDOS MARÍTIMOS – PPGEM

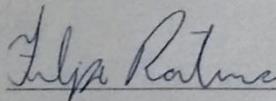
TERMO DE CONSENTIMENTO E PARTICIPAÇÃO EM PESQUISA

Aceito participar da pesquisa sobre “Desenvolvimento de Simuladores Nacionais de Navegação Marítima: uma questão de dependência tecnológica e de Defesa Nacional” da Professora do Magistério Superior Gabriela de Lima Bragança, tendo em vista a obtenção do grau de Mestre em Estudos Marítimos pelo Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos (PPGEM) do Centro de Estudos Politico-Estratégicos (CEPE) da Escola de Guerra Naval (EGN).

Como participante da pesquisa declaro que concordo em responder o questionário e que fui informado pela pesquisadora que tenho a liberdade de deixar de responder a qualquer pergunta, assim como recusar, a qualquer tempo, a participar da pesquisa, interrompendo minha participação, temporária ou definitivamente.

() Autorizo() Não autorizo que meu nome seja divulgado nos resultados da pesquisa, comprometendo-se a pesquisadora a utilizar as informações que prestarei somente para os propósitos da pesquisa.

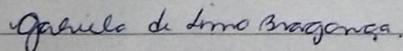
Rio de Janeiro, 07 de março de 2017.



Assinatura do Entrevistado

Nome do entrevistado: Felipe Rateiro Pereira

Cargo/Função: Diretor Technomar Eng



Assinatura da Pesquisadora

APÊNDICE C – Entrevista Capitão de Corveta Ricardo Sampaio Bastos

MARINHA DO BRASIL
ESCOLA DE GUERRA NAVAL – EGN
CENTRO DE ESTUDOS POLÍTICO-ESTRATÉGICO – CEPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTUDOS MARÍTIMOS – PPGEM

Guia para Entrevista

Interlocutor: Capitão de Corveta Ricardo Sampaio Bastos

Cargo: Encarregado da Divisão de Modelagem e Simulação / Gerente de Projeto

Entrevistador: Gabriela de Lima Bragança

Cargo: Professora Assistente do Magistério Superior do CIAGA

Data: 06/12/2016

Preâmbulo de Orientação: esta entrevista semiestruturada insere-se no âmbito do trabalho de Investigação Aplicada, tendo em vista a obtenção do grau de Mestre em Estudos Marítimos pelo Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos (PPGEM) do Centro de Estudos Político-Estratégicos (CEPE) da Escola de Guerra Naval (EGN), subordinado ao tema “Desenvolvimento de Simuladores Nacionais de Navegação Marítima: uma questão de dependência tecnológica e de Defesa Nacional”. Com esta entrevista, pretende-se coletar dados sobre o desenvolvimento de um simulador nacional de navegação marítima.

Questões:

- 1) Quando o projeto de desenvolvimento simulador de navegação marítima (passadiço – *Full mission*) foi iniciado?

Em 2011.

- 2) Por que o desenvolvimento do simulador de navegação marítima foi iniciado?

Na época em que se decidiu pelo desenvolvimento do simulador, não havia nenhum sistema de simulação marítima no mercado nacional que suprisse a demanda do Centro de Instrução Almirante Graça Aranha (CIAGA), havendo, portanto, apenas a opção de aquisição no exterior ou desenvolvimento próprio. Os simuladores de passadiço disponíveis no mercado geralmente são vendidos em configurações padrão, com um

número limitado de cenários e modelos disponíveis. Customizações e atualizações posteriores destes sistemas, regra geral, representam altos investimentos. A opção pelo desenvolvimento próprio conferiu à Marinha do Brasil enorme flexibilidade de customização do sistema, a possibilidade de criar um sistema altamente reusável e escalável, além da obtenção de “know-how” e detenção da propriedade intelectual sobre todos os itens produzidos.

3) Houve alguma demanda específica?

A simulação de navegação e manobras de navios mercantes é parte integrante e indispensável da formação dos Oficiais da Marinha Mercante. Além desta finalidade de treinamento, o simulador do CIAGA é também usado para reciclagem de marítimos e aplicação de provas práticas de navegação em concursos públicos. Essas necessidades prementes obrigam o CIAGA a dispor de um simulador deste tipo sempre pronto para uso. Embora já houvesse um simulador em funcionamento no CIAGA, por ser um software adquirido por volta da década de 1990, aquele simulador era baseado em tecnologias já ultrapassadas e ficava cada vez mais difícil realizar sua manutenção devido à obsolescência dos seus componentes de hardware e software, tornando natural a decisão pela sua substituição.

4) O desenvolvimento do simulador de navegação marítima se baseou em alguma política pública?

Não especificamente, embora o esforço de desenvolvimento esteja em acordo com o determinado pelo Ministério da Defesa no artigo 1º da Portaria Normativa nº1.873, de 20 de junho de 2013, que versa sobre ampliação do uso de simuladores no âmbito das Forças Armadas, a fim de aumentar suas capacidades operacionais e de adestramento.

5) Quais são as áreas envolvidas no desenvolvimento de um simulador marítimo? (por exemplo, computação gráfica, hidrodinâmica...).

A simulação é naturalmente multidisciplinar. Particularmente no que tange à simulação para treinamento em ambientes virtuais, há necessariamente a aplicação de técnicas de computação gráfica e inteligência artificial. Para criar os modelos físicos e de comportamento que serão simulados, são necessárias técnicas de modelagem computacional de efeitos hidrodinâmicos, modelagem 3D, além de conhecimentos de navegação e normas internacionais relacionadas. Embora simulações desse tipo guardem muita semelhança com jogos para entretenimento, é mister para uma simulação de treinamento que os objetivos de aprendizado sejam muito bem identificados e que o

simulador seja projetado de forma a otimizar o atingimento desses objetivos, evitando sobretudo o chamado treinamento negativo, em que uma simulação desvia-se de tal forma da realidade, que termina por introduzir vícios à prática do aluno. Para assegurar um nível adequado de fidelidade e resolução para a simulação, necessariamente há que se considerar conhecimentos de interface homem-máquina, fatores humanos em realidade virtual e levantamento de objetivos de aprendizado.

6) Houve parceria com outras instituições nacionais? Quais?

Inicialmente, houve uma parceria com o Laboratório de Sistemas Integráveis da Universidade de São Paulo e com o Instituto de Computação da Universidade Federal Fluminense. A primeira auxiliou no desenvolvimento do módulo do instrutor, enquanto a última participou com alunos bolsistas no desenvolvimento do módulo gráfico. Esta parceria, no entanto, perdurou somente até o início de 2013, quando o CASNAV assumiu todo o desenvolvimento.

7) Houve transferência de tecnologia?

Não houve, toda a tecnologia foi desenvolvida.

8) Em sua opinião, quais foram/são as facilidades?

A facilidade de acesso ao cliente para que fossem acompanhadas de perto as demandas.

9) Em sua opinião, quais foram/são as dificuldades?

A maioria das dificuldades encontradas é derivada do pioneirismo da iniciativa de desenvolvimento, pois não havia histórico de soluções anteriores para muitos problemas que surgiram durante o processo.

Foram encontradas também dificuldades para o desenvolvimento do hardware necessário para a montagem física das instalações, por falta de oferta no mercado nacional de muitos dos componentes necessários.

10) Qual o estágio atual do desenvolvimento do simulador de navegação marítima?

O sistema encontra-se atualmente em estágio de finalização e entrega ao cliente.

- 11) Em sua perspectiva, considera vantajoso o desenvolvimento do simulador de navegação marítima? Por quê?

Sim. O uso de simuladores para adestramento em si já representa grande otimização da instrução e alavancagem da formação de pessoal com grande economia de meios. Simuladores de treinamento têm um alto índice de retorno de investimento, pois são pouco custosos quando se compara aos resultados obtidos e aos custos envolvidos com a alternativa de utilização de meios e equipamentos reais, que, além de mais onerosos, também têm sua utilização invariavelmente associada a grandes riscos ao pessoal e ao material, sobretudo no ambiente marítimo. O desenvolvimento pela própria Marinha do Brasil (MB) trouxe muitas vantagens. Foi obtido conhecimento em uma área que, apesar de imprescindível, é ainda incipiente no país. O desenvolvimento próprio fez com que o produto final seja grandemente adequado e customizado para as necessidades do cliente, sem deixar, no entanto, de preservar a flexibilidade e escalabilidade do sistema, que permitirão futuras atualizações e expansões do sistema. A manutenção do sistema será também otimizada e facilitada. Outra importante vantagem do desenvolvimento próprio é o fato de a própria MB deter a propriedade intelectual e os direitos autorais do produto final, pois grande parte dos custos de manutenção e atualização de sistemas semelhantes diz respeito a royalties e lucros obtidos pela empresa desenvolvedora. Outrossim, por se tratar de um produto de aplicação dual, que encontra mercado não só em outras marinhas como em órgão civis, é possível até mesmo a comercialização futura do sistema, gerando divisas para a instituição.

- 12) Deseja acrescentar mais alguma informação?

Não.

APÊNDICE D – Entrevista Diretor da Technomar Engenharia Oceânica Felipe Rateiro

MARINHA DO BRASIL
ESCOLA DE GUERRA NAVAL – EGN
CENTRO DE ESTUDOS POLÍTICO-ESTRATÉGICO – CEPE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTUDOS MARÍTIMOS – PPGEM

Guia para Entrevista

Interlocutor: Felipe Rateiro

Cargo: Diretor da Technomar Engenharia Oceânica

Entrevistador: Gabriela de Lima Bragança

Cargo: Professora Assistente do Magistério Superior do CIAGA

Data: 11/01/2017

Preâmbulo de Orientação: esta entrevista semiestruturada insere-se no âmbito do trabalho de Investigação Aplicada, tendo em vista a obtenção do grau de Mestre em Estudos Marítimos pelo Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos (PPGEM) do Centro de Estudos Político-Estratégicos (CEPE) da Escola de Guerra Naval (EGN), subordinado ao tema “Desenvolvimento de Simuladores Nacionais de Navegação Marítima: uma questão de dependência tecnológica e de Defesa Nacional”. Com esta entrevista, pretende-se coletar dados sobre o desenvolvimento de um simulador nacional de navegação marítima.

Questões:

- 1) Quando o projeto de desenvolvimento simulador de navegação marítima (passadiço – *Full mission*) foi iniciado?

O projeto do simulador de navegação em tempo real foi iniciado em 2010, em uma parceria entre a USP e Transpetro, com a Technomar participando ativamente desde o início do processo. No entanto, utilizou-se como base o software do simulador “*fast-time*” que teve seu desenvolvimento iniciado em 1993. Esse simulador, inicialmente desenvolvido para o estudo de navios conectados à monoboias, é hoje amplamente utilizado pela Petrobras e parceiros, para a análise de corpos flutuantes fundeados ou amarrados.

- 2) Por que o desenvolvimento do simulador de navegação marítima foi iniciado?

O desenvolvimento foi iniciado devido a uma demanda da Transpetro para a formação de mão de obra qualificada para operar comboios fluviais de transporte de etanol, na hidrovia Tietê-Paraná. Infelizmente, o projeto de transporte fluvial não foi concluído, por diversas razões. No entanto, dado o conhecimento prévio da equipe no desenvolvimento de simuladores “*fast-time*”, como citado na resposta anterior, a Transpetro viu uma oportunidade de desenvolver uma ferramenta de simulação e/ou treinamento nacional de qualidade.

- 3) Houve alguma demanda específica?

Além do conhecimento em desenvolvimento de software, um dos grandes diferenciais foi a expertise da equipe na modelagem numérica hidrodinâmica e de engenharia naval. O foco foi dado na manobrabilidade de embarcações com propulsores azimutais, já que os comboios a serem construídos seriam dotados deste tipo de propulsão.

- 4) O desenvolvimento do simulador de navegação marítima se baseou em alguma política pública?

Apesar de a Transpetro ser uma empresa de economia mista (parte estatal), o início do desenvolvimento não pode ser considerado como inserido em um programa de política pública. Foi feito por meio de um contrato específico para esse fim. Outras etapas do projeto foram financiadas com programas de políticas públicas como projetos da FINEP e CNPq.

- 5) Quais são as áreas de conhecimento envolvidas no desenvolvimento de um simulador marítimo? (por exemplo, computação gráfica, hidrodinâmica...).

Eu dividiria em dois grandes grupos com subgrupos. Também listei exemplos de linguagens/framework utilizadas:

3. Desenvolvimento de software:
 - a. Infraestrutura básica (linguagem C++)
 - b. Possibilidade de intergeração com equipamentos externos como GMDSS, RADAR, ECDIS, etc. (NMEA, C++)
 - c. Visualização:
 - i. Programação (*Unity/C#*)
 - ii. Visualização (*3dsmax*)

4. Modelos matemáticos
 - a. Diversas áreas do conhecimento: (C++)
 - i. Manobra, Máquinas, Interação etc.

No primeiro grupo, são necessários conhecimentos de programação, computação e modelagem 3D. Também são utilizados conhecimentos do mundo marítimo, com a consultoria de oficiais de marinha mercante e embarques para análise de funcionalidades. No segundo grupo, além de programação e computação, são necessários conhecimentos aprofundados de matemática e engenharia naval/mecânica.

- 6) Houve parceria com outras instituições nacionais? Quais?

Existe uma parceria da USP com o CONAPRA, no qual os práticos vêm ajudando no desenvolvimento do simulador, em aspectos da calibração do modelo numérico, além de trazerem requisitos de funcionamento de equipamentos utilizados a bordo.

- 7) Houve transferência de tecnologia?

Foram feitas visitas em simuladores de renome internacional, que ajudaram no entendimento de funcionalidades e posterior desenvolvimento do simulador. Isso foi possível por meio de uma parceria da Technomar com uma empresa de treinamentos Holandesa, a STC.

- 8) Em sua opinião, quais foram/são as facilidades?

Por meio da parceria com a Transpetro, foi possível o financiamento do desenvolvimento do simulador, além do contato estreito com o seu corpo técnico marítimo, que significaram uma inestimável fonte de informações durante esse processo. Além disso, o conhecimento de parte da equipe em engenharia naval facilitou a modelagem hidrodinâmica, o que resultou em um simulador no qual o comportamento das embarcações refletisse o esperado por comandantes e práticos.

- 9) Em sua opinião, quais foram/são as dificuldades?

Falta de especificação inicial e falta de conhecimento e visita técnica a um simulador já em operação e classificado. Isso gerou muito retrabalho nas fases preliminares do processo de desenvolvimento.

10) Qual o estágio atual do desenvolvimento do simulador de navegação marítima?

Está em fase final de desenvolvimento para certificação pela sociedade classificadora DNV-GL. No entanto, o desenvolvimento não se encerra com a classificação, sendo que ele deve sempre ser atualizado com novos modelos hidrodinâmicos e aspectos visuais compatíveis com novas tecnologias disponíveis.

11) Em sua perspectiva, considera vantajoso o desenvolvimento do simulador de navegação marítima? Por quê?

É fundamental, na medida em que hoje existe uma ferramenta que não é uma caixa-preta. O conhecimento do código que funciona por trás do simulador é muito importante por trazer credibilidade aos resultados obtidos com as simulações. Como todo sistema de simulação, é muito importante conhecer a fundo o código e, principalmente, as variáveis de entrada. Não sendo assim, é certa a obtenção de resultados, como o comportamento de embarcações, que não reflitam a realidade. Além disso, o desenvolvimento gera uma série de pesquisas e trabalhos que impulsionam a pesquisa nacional. E, por último, cria uma independência estratégica, com internalização de conhecimento e não dependência econômica.

12) Deseja acrescentar mais alguma informação?

Para entender melhor o processo de desenvolvimento, é interessante considerar o histórico que havia mandado em outro documento.