



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Instituto de Geociências

LUCAS RODRIGO DA SILVA

**EVOLUÇÃO DO CAMPO ACADÊMICO DE ENGENHARIA NAVAL E
OCEÂNICA NO BRASIL**

CAMPINAS
2018

LUCAS RODRIGO DA SILVA

**EVOLUÇÃO DO CAMPO ACADÊMICO DE ENGENHARIA NAVAL E
OCEÂNICA NO BRASIL**

**TESE APRESENTADA AO INSTITUTO DE
GEOCIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE CAMPINAS PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTOR EM
POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

ORIENTADORA: PROF(A). DR(A). LEDA MARIA CAIRA GITAHY

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO DE
TESE DEFENDIDA PELO ALUNO LUCAS RODRIGO
DA SILVA E ORIENTADO PELA PROF(A). DR(A)
LEDA MARIA CAIRA GITAHY**

**CAMPINAS
2018**

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): CAPES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0651-2640>

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Geociências
Marta dos Santos - CRB 8/5892

Si38e Silva, Lucas Rodrigo da, 1988-
Evolução do campo acadêmico de engenharia naval e oceânica no Brasil /
Lucas Rodrigo da Silva. – Campinas, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Leda Maria Caira Gitahy.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de
Geociências.

1. Construção Naval - Brasil. 2. Coevolução. 3. Campo científico-acadêmico.
4. Brasil - política industrial. 5. Engenharia naval e oceânica. I. Gitahy, Leda
Maria Caira, 1949-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de
Geociências. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Evolution of the academic field of naval and ocean engineering in
Brazil

Palavras-chave em inglês:

Shipbuilding - Brazil

Coevolution

Scientific-academic field

Brazil - industrial policy

Naval and ocean engineering

Área de concentração: Política Científica e Tecnológica

Titulação: Doutor em Política Científica e Tecnológica

Banca examinadora:

Leda Maria Caira Gitahy [Orientador]

Thales Haddad Novaes de Andrade

Janaina Oliveira Pamplona da Costa

Elizabeth Balbachevsky

Claudiana Guedes de Jesus

Data de defesa: 31-08-2018

Programa de Pós-Graduação: Política Científica e Tecnológica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

AUTOR: Lucas Rodrigo Da Silva

**EVOLUÇÃO DO CAMPO ACADÊMICO DE ENGENHARIA NAVAL E
OCEÂNICA NO BRASIL**

ORIENTADORA: Profa. Dra. Leda Maria Caira Gitahy

Aprovado em: 31 / 08 / 2018

EXAMINADORES:

Profa. Dra. Leda Maria Caira Gitahy - Presidente

Profa. Dra. Claudiana Guedes de Jesus

Profa. Dra. Elizabeth Balbachevsky

Profa. Dra. Janaina Oliveira Pamplona da Costa

Prof. Dr. Thales Haddad Novaes de Andrade

**A Ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros, encontra-se disponível no
SIGA - Sistema de Fluxo de Tese e na Secretaria de Pós-graduação do IG.**

Campinas, 31 de agosto de 2018.

Dedico esta tese aos meus pais, Euripedes e Maria,
e ao Tio Vicente (*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Professora Leda Gitahy, minha orientadora, por todos esses anos de parceria. Ao longo de quase 8 anos de orientação a Leda contribuiu com meu amadurecimento acadêmico e pessoal. Agradeço de todo o coração, Professora, por todos os incentivos que me deu e por ter confiado em mim e no meu trabalho, mas principalmente, Leda, agradeço a sua disposição em ouvir dos meus problemas da vida e pela sensatez e equilíbrio de seus conselhos. Enfim, tentando resumir toda essa experiência que começou lá no Mestrado e se manteve até aqui, posso afirmar com toda a sinceridade que foi muito bom trilhar esse caminho tendo a sua companhia. Muito obrigado.

Agradeço aos docentes que participaram de minha Banca de Qualificação e que agora integram a Banca de Defesa. Muito obrigado por terem aceitado essa empreitada. Assim, agradeço ao Professor Thales Haddad, que conheço e admiro desde minha graduação na UFSCar; agradeço a Professora Elizabeth Balbachesky que sempre colabora com análises e observações extremamente pertinentes e possui uma trajetória acadêmica inspiradora; agradeço a Professora Claudiana Guedes Jesus, amiga e “irmã de orientação” e que possui trabalhos dedicados ao entendimento do setor naval que me ajudaram muito; agradeço a Professora Janaína Pamplona, por toda a disponibilidade que sempre me ofereceu. Agradeço as docentes suplentes, as quais tenho profundo respeito, Professora Alessandra Rachid, Professora Adriana Bin e Professora Rosana Corazza.

Agradeço aos docentes, pesquisadores(as) e discentes dos cursos de Engenharia Naval e Oceânica e das instituições de pesquisa, do setor produtivo e militar que promovem o conhecimento dessa engenharia no Brasil. O contato com todos me auxiliaram ao longo desta pesquisa de Doutorado, me fornecendo informações sobre o cotidiano e de práticas de pesquisa que foram fundamentais ao meu aprendizado sobre o tema. Assim, quero agradecer à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), à Universidade de São Paulo (USP), ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), à Sociedade Brasileira de Engenharia Naval (SOBENA) e à Marinha do Brasil.

Agradeço a todos(as) docentes do Departamento de Política Científica e Tecnológica (DPCT) por terem compartilhado não apenas os ensinamentos, mas a paixão pela vida acadêmica. Agradeço também aos funcionários do Instituto de Geociências (IG), especialmente à Adriana (Secretária do DPCT) e à Cris, Gorete, Valdir e Alexandre (da Secretaria de Pós-Graduação). E um agradecimento especial à Valdirene Pinotti (Val), ex-secretária da Pós-Graduação do IG, que mercidamente se aposentou, e que contribuiu muito com minha experiência aqui na UNICAMP.

Agradeço aos meus amigos e amigas que conquistei ao longo de todo esse tempo. Parceiros pra vida toda! Renan Leonel, Diego, Luiz Lucas, Fernando Moura, Mônica Frigeri, Edgar Barassa, Fernanda, Milene, Alexis Frick, Alexandre Meloni, Lucca Vichr, Dani Pinheiro, Juan Sebastian (Sebá), Marcos e todo o pessoal do DPCT. Agradeço também aos meus amigos das Repúblicas em que morei aqui em Campinas: Jaim, Brunão, Vinícius, Danilo Frascareli, Danilo Beli, Armandinho, Roney, Affonso, Cinthia, João, Renan e André. Entretanto, quero agradecer especialmente ao Brunão, Roney e Jaim por terem me ajudado

com os *softwares* bibliométricos e as rotinas de análise, e por todas as discussões super interessantes que abriram minha mente sobre meus problemas de tese. Valeu, galera!

Agradeço a Eliana, por seu silêncio ensurdecedor e ao divã, pelo reencontro semanal comigo mesmo.

Agradeço muito a Ânika Gaborim, por ter compreendido o que foi esse processo de doutorado e lutado junto comigo. Muito obrigado pela paciência, por ter me auxiliado nos momentos difíceis e por ter sido parceira de verdade!

Agradeço minha irmã, Gislaine, meu cunhado Adão e meu sobrinho Pedro. Gi, muito obrigado por sempre estar presente, pela amizade e pelas conversas – sobretudo as que tivemos nesses últimos meses – que foram aulas de vida. É muito bom poder contar contigo, Gi.

Quero agradecer também a Tia Yolanda (Tia Landa) pelos incentivos e ajuda que me deu há muito tempo e agradecer à toda a família “Silva” e “Morcia”, é muito bom fazer disso tudo. Um agradecimento muito especial ao Tio Vicente (*in memoriam*), meu tio e padrinho de batismo, que partiu cedo demais e deixou uma saudade infinita. De onde estiver, Tio, espero que sinta orgulho do *Luquinho*, seu sobrinho e afilhado.

Agradeço a CAPES pelo período de bolsa concedida a mim e que foi fundamental para minha permanência em Campinas e para dedicação exclusiva à pesquisa. Agradeço também à Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) pela excelente infraestrutura.

E, finalmente, agradeço muito (muito mesmo) aos meus pais: Euripedes e Maria. Nunca me deixaram na mão! Sempre batalharam para que eu e a Gi tivéssemos acesso a tudo aquilo que o senhor e a senhora foram privados no passado. Saibam, pai e mãe, que todas as conquistas que obtive na vida tem a marca de vocês. Devo todos os agradecimentos a vocês dois! Muito obrigado!

“As coisas têm vida própria”, apregoava o cigano com áspero sotaque, “tudo é questão de despertar a sua alma”

(Gabriel Garcia Marques, *Cem Anos de Solidão*)

RESUMO

Esta tese discute a formação e evolução do campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica no Brasil sob a perspectiva das transformações da organização do ensino, pesquisa e produção de conhecimento e sua interação com instituições do o setor naval e *offshore* brasileiro. O período analisado vai dos anos 1950 até 2016. Foram reconstituídas as trajetórias dos programas de graduação e de pós-graduação de engenharia naval de sete universidades: Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal do Pará (UFPA) e Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Foi também considerada a seção naval do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). A metodologia utilizada articula dados coletados em pesquisas de campo, entrevistas com atores chaves, pesquisa documental (documentos internos, relatórios setoriais, artigos e livros) e análise quantitativa baseada em resultados bibliométricos que articulam dados de produção bibliográfica e do passado acadêmico dos docentes selecionados, a partir do resgate de informações dos Currículos Lattes e do banco internacional de dados *Web of Science*. A pesquisa constatou que a produção acadêmica, o ensino e os arranjos e rearranjos da própria infraestrutura para a pesquisa deste campo acadêmico coevolui com instituições associadas à Marinha e à Indústria de Construção Naval e *Offshore*. Na medida em que estes últimos modificam suas trajetórias tecnológicas novas demandas de tecnologias e conhecimentos vão surgindo e interferindo na forma como o campo produz conhecimento. A noção de coevolução adotada compreende que dois ou mais sistemas evolutivos conectados determinam as evoluções das trajetórias uns dos outros através de pressões seletivas recíprocas e resultantes processos de adaptação mútua e que tais pressões levam à mudanças que podem ocorrer por interações diretas entre os atores ou pelo *feedback* do ambiente.

Palavras-chave: Engenharia Naval e Oceânica; Coevolução; Universidades; Conhecimento; Campo Acadêmico; Laboratórios; Petrobras; Polos Navais; Políticas Industriais; Brasil

ABSTRACT

The objective of this thesis is to analyze the evolution of the academic field of Brazilian Naval and Oceanic Engineering under the perspective of the transformations of the research organization and the production of knowledge occurred between this field in interaction with the different actors that make up the naval and *offshore* productive sector Brazilian. The research has a temporal cut from the 1950s to 2016. We reconstructed the trajectories of undergraduate and postgraduate naval engineering programs at seven universities: University of São Paulo (USP), Federal University of Rio (UFRJ), Federal University of Rio Grande (FURG), Federal University of Santa Catarina (UFSC), Federal University of Pernambuco (UFPE), Federal University of Pará (UFPA) and State University of Amazonas (UEA). In addition to this set of universities was also considered the naval section of the Institute of Technological Research (IPT). The methodology adopted proposes the creation of a map of the actors and institutions. We used data collected in field surveys, interviews with key actors, documentary research (internal documents, sector reports, articles and books) and quantitative analyzes based on bibliometric results that articulate bibliographic production data and the academic past of the selected professors present in the *Curriculum Lattes* and at the International Data Bank Web of Science. The research identified that the academic production, the teaching activity of this Engineering and the arrangements and rearrangements of the own infrastructure for the research of this academic field coevolve with institutions associated with the needs of actors of the Brazilian Military Navy and of the Shipbuilding and *Offshore* Construction Industry. We perceive that the advance of the technological trajectories of the organizations interfere in the way in which the academic field produces knowledge. The notion of coevolution adopted understands that two or more evolutionary systems connected in such a way determine the evolution of each other's trajectories through reciprocal selective pressures and resulting processes of mutual adaptation and those such pressures lead to changes that may occur through direct interactions between actors or by feedback from the environment.

Keywords: Naval and Oceanic Engineering; Coevolution; Universities; Knowledge; Academic Field; Laboratories; Petrobras; Marine Poles; Industrial Policies; Brazil

Lista de Quadros

Quadro 1.1 - Laboratórios vinculados ao Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da USP.....	40
Quadro 1.2 - Áreas e competências da área naval do IPT.....	43
Quadro 1.3 – Laboratórios vinculados ao Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da UFRJ.....	45
Quadro 1.4 - Laboratórios vinculados ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Oceânica da FURG.....	48
Quadro 1.5 - Laboratórios vinculados à graduação de Engenharia Naval da UFSC.....	49
Quadro 1.6 - Laboratórios para o curso de Engenharia Naval da UFPE.....	51
Quadro 1.7 - Laboratórios vinculados ao Instituto de Tecnologia da UFPA.....	53
Quadro 1.8 - Universidades que compõe o campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica, selecionados (nível de Graduação).....	57
Quadro 1.9 - Universidades e Programas de Pós-Graduação em Engenharia Naval e Oceânica, selecionados.....	59
Quadro 1.10 - Instituição de Pesquisa que atua em Engenharia Naval.....	59
Quadro 1.11 - Vantagens e desvantagens em usar o Currículo Lattes como banco de dados..	64
Quadro 2.1 - Saltos tecnológicos da Marinha do Brasil durante o Século XX.....	73
Quadro 2.2 - Programas de Metas de JK: Metas 11 e 28.....	81
Quadro 2.3 - Normas derivadas do Plano de Metas de JK.....	82
Quadro 2.4 - Estaleiros beneficiados pelo Programa de Metas.....	86
Quadro 2.5 - Principais realizações da Construção Naval no Brasil ao longo da década de 1960.....	87
Quadro 2.6 - Principais realizações dos Estaleiros na década de 1970.....	92
Quadro 2.7 - Disciplinas de Engenharia Naval aprovadas em 1955 para a USP.....	96
Quadro 2.8 - Disciplinas oferecidas no curso de Engenharia Naval da UFRJ (em 1959).....	100
Quadro 2.9 - Principais temas dos Congressos organizados pela SOBENA – de 1962 até 1980	106
Quadro 2.10 - Transporte marítimo e hidroviários (em 1974).....	110
Quadro 2.11 - Projeto de navios de sistemas oceânicos (em 1974).....	111
Quadro 2.12 - Hidrodinâmica do navio e oceânica (em 1974).....	112
Quadro 2.13 - Estruturas oceânicas (em 1974).....	113
Quadro 2.14 - Máquinas marítimas (em 1974).....	113
Quadro 2.15 - Tecnologia de construção naval (em 1974).....	114
Quadro 3.1 - Fases e características dos Programas de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas (PROCAP).....	127
Quadro 3.2 - Principais temas dos Congressos organizados pela SOBENA – de 1980 até 1999	132
Quadro 3.3 - Parceria Petrobras-IPT: tecnologias simuladas no contexto do PROCAP 1000 (entre 1986 a 1991).....	137
Quadro 3.4 - Principais evoluções da grade curricular do curso de Engenharia Naval e Oceânica da USP entre as décadas de 1960 a 2000.....	140
Quadro 3.5 - Egressos do Doutorado (Defesas de 1990 a 2000) do Programa de Engenharia Naval e Oceânica da USP.....	142
Quadro 3.6 - Linhas de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica da USP ao longo dos anos 1990.....	143
Quadro 3.7 - Linhas de Pesquisa do Laboratório de Tecnologia Submarina (PEnO/UFRJ)..	146

Quadro 3.8 - Egressos do Doutorado (de 1993 a 2000) do Programa de Engenharia Oceânica da UFRJ que se atuam como docentes em Instituições de Ensino Superior	150
Quadro 3.9 - Egressos do Doutorado (de 1993 a 2000) do Programa de Engenharia Oceânica da UFRJ que se atuam como docentes em Empresas e ICTs	151
Quadro 3.10 - Linhas de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da UFRJ ao longo dos anos 1990	154
Quadro 3.11 - Linhas de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da FURG ao longo dos anos 1990.....	157
Quadro 4.1 - Investimentos da Petrobras mediante Rede CEENO no Tanque de Provas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas a partir de 2002	174
Quadro 4.2 - Lista de competências do CNAVAL/IPT de 2003 a 2011	175
Quadro 4.3 - Investimentos da Petrobras mediante rede CEENO no Tanque de Provas Numérico (TPN) do Departamento do Engenharia Naval e Oceânica da USP a partir de 2002	180
Quadro 4.4 - Previsão de Investimentos da Petrobras mediante rede CEENO no Laboratório de Tecnologia Oceânica (LabOceano) do Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia (COPPE) da UFRJ em 2002.....	186
Quadro 4.5 - Programa de Recursos Humanos (PRH) da ANP – 1999 a 2010.....	188
Quadro 4.6 - Recursos concedidos ao PRH 03 (vinculado ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica (PEnO) da UFRJ) – valores em R\$	191
Quadro 4.7 - Recursos concedidos ao PRH 19 (vinculado ao Programa Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica (PNV) da USP) – valores em R\$.....	192
Quadro 4.8 - Grade curricular do curso de graduação de Engenharia Naval da UFRJ apresentada no contexto do Programa de Recursos Humanos (PRH) da ANP	195
Quadro 5.1 - Principais estaleiros instalados no Brasil: comparação entre o ano de 2003 e 2014	204
Quadro 5.2 - Benefícios da concentração da indústria da construção naval e <i>offshore</i>	205
Quadro 5.3 - Fatores de Produtividade condicionados aos Polos Navais	209
Quadro 5.4 - Qualificação do Egresso de Engenharia Naval da UFPA	212
Quadro 5.5 - Qualificação do Egresso de Engenharia da UEA.....	214
Quadro 5.6 - Núcleo de Tecnologia de Construção e Reparação Naval e <i>Offshore</i> (CRNO)	222
Quadro 5.7 - Núcleo de Projetos de Embarcações e Sistemas <i>Offshore</i> (NPNO).....	223
Quadro 5.8 - Núcleo Regional Sul (NRS)	224
Quadro 6.1 - Título e Instituição (informações consolidadas)	233
Quadro 6.2 - Título e Instituição (informações consolidadas)	236
Quadro 6.3 - Título e Instituição (informações consolidadas)	239
Quadro 6.4 - Título e Instituição (informações consolidadas)	242
Quadro 6.5 - Título e Instituição (informações consolidadas)	244
Quadro 6.6 - Título e Instituição (informações consolidadas)	246
Quadro 6.7 - Título e Instituição (informações consolidadas)	248
Quadro 6.8 - Descrição dos Eventos Científicos mais frequentes em que os Docentes dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval (e Engenharia Oceânica) participaram – período: dado mais antigo até 2016.....	262
Quadro 6.9 - As 10 palavras-chave mais frequentes nas publicações dos docentes vinculados aos Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica, por períodos selecionados	266

Lista de Gráficos

Gráfico 1.1 - Egressos do Mestrado e Doutorado do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica da USP – da criação das modalidades até 2016	40
Gráfico 1.2 - Egressos do Mestrado e Doutorado do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da UFRJ – da criação das modalidades até 2016	44
Gráfico 1.3 - Egressos do Mestrado do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da FURG – de 1995 a 2016	47
Gráfico 2.1 - Empregos gerados no Setor de Construção Naval brasileiro (1960 a 2011)	88
Gráfico 2.2 - Produção da Construção Naval no Brasil (1961 a 2006) por mil TPB*	90
Gráfico 3.1 - Egressos do Doutorado do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da UFRJ: de 1993 a 2000	148
Gráfico 3.2 - Endereço Profissional dos 23 egressos identificados de 1993 a 2000 da modalidade de Doutorado do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da UFRJ	149
Gráfico 5.1 - Empregos Diretos nos Estaleiros de 2000 a 2017	203
Gráfico 6.1 - Área do Doutorado Docentes – 2016 (PNV – USP)	233
Gráfico 6.2 - Instituições do título do Doutorado (PNV – USP)	233
Gráfico 6.3 - Área do Doutorado Docentes – 2016 (DENO – UFRJ)	235
Gráfico 6.4 - Instituições do título do Doutorado (DENO – UFRJ)	236
Gráfico 6.5 – Área do Doutorado Docentes – 2016 (UFSC)	239
Gráfico 6.6 - Instituições do título do Doutorado (UFSC)	239
Gráfico 6.7 - Área do Doutorado Docentes – 2016 (FURG)	241
Gráfico 6.8 - Instituições do título do Doutorado (FURG)	241
Gráfico 6.9 - Área do Doutorado Docentes – 2016 (UFPE)	243
Gráfico 6.10 - Instituições do título do Doutorado (UFPE)	244
Gráfico 6.11 - Área do Doutorado Docentes – 2016 (UFPA)	246
Gráfico 6.12 - Instituições do título do Doutorado (UFPA)	246
Gráfico 6.13 - Área do Doutorado Docentes – 2016 (UEA)	248
Gráfico 6.14 - Instituições do título do Doutorado (UEA)	248
Gráfico 6.15 - Produção bibliográfica completa (Engenharia Naval – Todos os Docentes)..	251
Gráfico 6.16 - Artigos publicados por ano (Engenharia Naval - Todos os Docentes)	251
Gráfico 6.17 - Produção bibliográfica completa (Engenharia Naval – Docentes da Pós-Graduação)	259
Gráfico 6.18 - Artigos publicados por ano (Engenharia Naval - Docentes da Pós-Graduação)	260
Gráfico 6.19 - Eventos científicos mais frequentes em relação aos Docentes vinculados, em 2016, aos Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval (ou Engenharia Oceânica) – do dado mais antigo até 2016	261

Lista de Tabelas

Tabela 1.1 - Informações consolidadas de Vagas Oferecidas e número de Egressos dos programas de Graduação de Engenharia Naval do Brasil	38
Tabela 1.2 - Exemplo de expressão de busca no banco de dados Web of Science	63
Tabela 5.1 - Empregos diretos nos estaleiros por Estados da Federação, de 2004 a 2014.....	204
Tabela 6.1 - Produção bibliográfica completa (todos os docentes de Engenharia Naval e Oceânica).....	250
Tabela 6.2 - Medidas Topológicas da Rede	256
Tabela 6.3 - Medidas de Centralidade dos Nós [os 20 nós mais centrais a partir da medida de <i>Eigenvector Centrality</i>]	256
Tabela 6.4 - Produção bibliográfica completa (todos os docentes de Engenharia Naval e Oceânica).....	259

Lista de Figuras

Figura 2.1 - Organograma e principais atividades da Divisão de Engenharia Naval (DINAV) de 1978 a 1989.....	79
Figura 2.2 - Curso de Engenharia Naval na Escola Politécnica (09 de Maio de 1956)	95
Figura 4.1 - Estrutura da Rede CEENO	166
Figura 4.2 - Projeto Estruturante MONOBR.....	168
Figura 4.3 - Projeto Estruturante FPSOBR	169
Figura 4.4 - Tanque de Provas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)	173
Figura 4.5 - Notícia sobre o TPN publicada no Jornal O Estado de São Paulo no dia 27 de fevereiro de 2002	178
Figura 4.6 - Estrutura do TPN em 2009	183
Figura 4.7 - O Tanque do LabOceano (UFRJ) e o Gerador de Ondas Multidirecionais.....	185
Figura 5.1 - Polos de Construção Naval ativos no Brasil em 2018	202

Lista de Grafos

Grafo 6.1 - Rede Total e Exclusiva dos Docentes selecionados (142 nós): disposição gráfica <i>Fruchterman Reingold</i>	254
Grafo 6.2 - Rede Total e Exclusiva dos Docentes selecionados (142 nós): disposição gráfica <i>OpenOrd</i>	254
Grafo 6.3 - Rede de Instituições baseadas nos Docentes dos Programas de Pós-Graduação.	264

Lista de Siglas

ABCM	-	Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas
ABDI	-	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABIMAQ	-	Associação Brasileira de Máquinas e Equipamentos
ABINEE	-	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
AHTS	-	Anchor Handling Tug Supply
ALESP	-	Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo
ANP	-	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
APL	-	Arranjo Produtivo Local
ASFLU	-	Auto Serviço Fluvial
ASME	-	American Society of Mechanical Engineering
BDTD	-	Biblioteca Digital de Teses e Dissertações
BNDE	-	Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico
BNDES	-	Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social
C&T	-	Ciência e Tecnologia
CAD	-	Computer-Aided Design
CAM	-	Computer-Aided Manufacturing
CAPES	-	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBPF	-	Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
CCENA	-	Centro de Certificação em Engenharia Naval da Amazônia
CEENO	-	Centro de Excelência em Engenharia Naval e Oceânica
CEGN	-	Centro de Estudos em Gestão Naval
CEMBRA	-	Centro de Excelência para o Mar Brasileiro
CENPES	-	Centro de Pesquisas Leopoldo Américo Miguez de Mello
CESP	-	Companhia Energética de São Paulo
CGI	-	Coordenação de Gestão da Informação
CH-TPN	-	Calibrador Hidrodinâmico
CIABA	-	Centro de Instrução Almirante Braz de Aguiar
CILIP	-	Centro de Inovação em Logística e Infraestrutura Portuária
CL	-	Currículo Lattes
CMM	-	Comissão da Marinha Mercante
CMO	-	Construção e Montagem <i>Offshore</i>
CNAVAL	-	Centro Tecnológico de Engenharia Naval
CNPq	-	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COBEN	-	International Congress of Mechanical Engineering
CONAB	-	Companhia Nacional de Abastecimento
CONEM	-	Congresso Nacional de Engenharia Mecânica
CONFEA	-	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
CONSTRUA-	-	Núcleo de Pesquisas para a Construção, Instalação e Manutenção Otimizada de Sistemas
Oceânicos		
COPINAVAL	-	Congreso Panamericano de Ingenieria Naval y Portuaria
COPPE	-	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia
CRNO	-	Núcleo de Tecnologia da Construção e Reparação Naval e <i>Offshore</i>
CTMNE	-	Centro de Tecnologia Mecânica, Naval e Elétrica
CT-PETRO	-	Fundo Setorial de Petróleo e Gás Natural
DENO	-	Departamento de Engenharia Naval e Oceânica
DESNVAMAZ	-	Desenvolvimento de Técnicas de Construção Naval para a Amazônia
DINAV	-	Divisão de Engenharia Naval
DITT	-	Divisão de Tecnologia de Transportes
DNV	-	Det Norske Veritas
DOSP	-	Diário Oficial do Estado de São Paulo
DPCT	-	Departamento de Política Científica e Tecnológica
DWT	-	gross deadweight (deadweight)

E.N.E.	-	Escola Nacional de Engenharia
EAS	-	Estaleiro Atlântico Sul
EBR	-	Estaleiros do Brasil
EMAQ	-	Engenharia e Máquinas S.A.
E-MEC	-	Portal eletrônico do Ministério da Educação
ETCN	-	Escritório Técnico de Construção Naval
EUA	-	Estados Unidos da América
FENAV	-	Faculdade de Engenharia Naval
FGV	-	Fundação Getúlio Vargas
FIERGS	-	Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul
FIESP	-	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FINEP	-	Financiadora de Estudos e Projetos
FMM	-	Fundo da Marinha Mercante
FPSO	-	floating production, storage and offloading
FURG	-	Universidade Federal do Rio Grande
GEICON	-	Grupo Executivo da Indústria de Construção Naval
GEIPOT	-	Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
HIDROLAB	-	Laboratório de Hidrostática e Mecânica dos Fluidos
IBICT	-	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
IBP	-	Instituto Brasileiro do Petróleo
ICAS	-	International Council of the Aeronautical Sciences
ICT	-	Instituição Científica e Tecnológica
IES	-	Instituições de Ensino Superior
IFRS	-	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul
IFSul	-	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense
IIT	-	Illinois Institute of Technology
IME	-	Instituto Militar de Exército
IMPA	-	Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada
INEP	-	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
INPE	-	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPEA	-	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPIN	-	Instituto Panamericano de Engenharia Naval
IPT	-	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISOPE	-	International Ocean and Polar Engineering Conference
ISPJAE	-	Instituto Superior Politecnico Jose A. Echeverria
ITA	-	Instituto Tecnológico da Aeronáutica
ITEC	-	Instituto de Tecnologia
JK	-	Juscelino Kubistchek
LABCOMPOSITOS	-	Laboratório de Materiais Compósitos Estruturais
LabCosteiro	-	Laboratório de Engenharia Costeira
LABECO	-	Laboratório de Educação Continuada <i>Offshore</i>
LABEM	-	Laboratório de Engenharia Mecânica
LABMAN	-	Laboratório de Modelos e Manufaturas Navais
LABNAV	-	Laboratório de Informática de Graduação da Engenharia Naval e Oceânica
LABNUMERAL	-	Laboratory for Numerical Methods in Engineering, Research, Application and Learning
LabOceano	-	Laboratório de Tecnologia Oceânica
LabRisco	-	Laboratório de Análise, Avaliação e Gerenciamento de Riscos
LABSEN	-	Laboratório de Simulação de Processos de Construção Naval
LACAD	-	Laboratório de Computação de Alto Desempenho
LAPESP	-	Laboratório de Projetos Especiais
LDSC	-	Laboratório de Dinâmicas de Sedimentos Coesivos
LEDAV	-	Laboratório de Ensaio Dinâmicos e Análise de Vibração
LEM	-	Laboratório de Ensaio de Materiais

LEME	-	Laboratório de Ensaaios de Modelos em Engenharia
LENO	-	Laboratório de Engenharia Naval e Oceânica
LIOC	-	Laboratório de Instrumentação Oceanográfica
LOC	-	Laboratório de Ondas e Correntes
LOF	-	Laboratório de Oceanografia Física
LSIVI	-	Laboratório de Simulação e Visualização do Curso de Graduação em Engenharia Naval
LTDA	-	Limitada
LTS	-	Laboratório de Tecnologia Submarina
MARINF	-	Centro de Informações especializado em Transportes Aquaviários e Construção Naval
MB	-	Marinha do Brasil
MCSul	-	Conferência Sul em Modelagem Computacional
MCTI	-	Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação
MDIC	-	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
MEC	-	Ministério da Educação
MIT	-	Massachusetts Institute of Technology
NAMEF	-	Núcleo Avançado em Mecânica da Fratura e Integridade Estrutural
NCE	-	Núcleo de Cálculos Especiais
NEAPL	-	Núcleo Estadual de Arranjos Produtivos Locais no Amazonas
NEO	-	Núcleo de Estruturas Oceânicas
NPC	-	Núcleo de Cadeia Produtiva da Indústria Naval e <i>Offshore</i>
NPNO	-	Núcleo de Projetos de Embarcações e Sistemas <i>Offshore</i>
NRN	-	Núcleo Regional Nordeste – Norte
NRS	-	Núcleo Regional Sul
OCEANTEC	-	Parque Tecnológico em Ciências e Tecnologias do Mar
OMAE	-	Conference on Ocean <i>Offshore</i> & Arctic Engineering
ONIP	-	Organização Nacional da Indústria do Petróleo
P&D	-	Pesquisa e Desenvolvimento
PAC	-	Programa de Aceleração do Crescimento
PCN	-	Plano de Construções Navais
PEnO	-	Programa de pós-Graduação de Engenharia Oceânica
PETROBRAS	-	Petróleo Brasileiro S.A.
PND	-	Plano Nacional de Desenvolvimento
PNV	-	Departamento de Engenharia Naval e Oceânica
POLI	-	Escola Politécnica
PPGEN	-	Programa de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica
PPGENAV	-	Programa de Pós-Graduação de Engenharia Naval
PPGMC	-	Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional
PPP	-	Projeto Político Pedagógico
PRH	-	Programa de Recursos Humanos
PROCAP	-	Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas
PROMEAF	-	Programa de Modernização e Expansão da Frota da Transpetro
PROMINP	-	Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural
PROREFAM	-	Programa de Renovação da Frota de Apoio Marítimo
PSV	-	Platform Supply Vessels
PUC-Rio	-	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
RICINO	-	Rede de Inovação para a Competitividade da Indústria Naval e <i>Offshore</i>
S.A.	-	Sociedade Anônima
SDECTI	-	Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação
SEBRAE	-	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SGI	-	Sistema de Gestão Integrado
SGI	-	Silicon Graphics
SIMECS	-	Sindicato das Indústrias Metalúrgicas, Mecânicas e de Material Elétrico de Caxias do Sul
SINAVAL	-	Sindicato Nacional da Indústria da Construção e Reparação Naval e <i>Offshore</i>
SNPG	-	Sistema Nacional de Pós-Graduação
SOBENA	-	Sociedade Brasileira de Engenharia Naval

SUNAMAM - Superintendência Nacional de Marinha Mercante
SYNDARMA - Sindicato Nacional das Empresas de Navegação Marítima
TeCGraf - Grupo de Tecnologia em Computação Gráfica
TUBerlin - Technische Universität Berlin
TPN - Tanque de Provas Numérico
UCLV - Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas
UCPel - Universidade Católica de Pelotas
UEA - Universidade do Estado do Amazonas
UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense
UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFAM - Universidade Federal do Amazonas
UFBA - Universidade Federal da Bahia
UFC - Universidade Federal do Ceará
UFMG - Universidade Federal de Campina Grande
UFES - Universidade Federal do Espírito Santo
UFF - Universidade Federal Fluminense
UFMT - Universidade Federal de Mato Grosso
UFPA - Universidade Federal do Pará
UFPB - Universidade Federal da Paraíba
UFPE - Universidade Federal de Pernambuco
UFPel - Universidade Federal de Pelotas
UFPR - Universidade Federal do Paraná
UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCar - Universidade Federal de São Carlos
UnB - Universidade de Brasília
UNESP - Universidade Estadual Paulista
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas
UNIFACS - Universidade Salvador
UNIFEI - Universidade Federal de Itajubá
USTL - Université Lille 1 - Sciences et Technologies,
UCL - University College London,
UF - University of Florida
UL - University of London
U.STRATH - University of Strathclyde
UT System - University of Texas System
U.TOKYO - Universidade de Tokyo
USP - Universidade de São Paulo
UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná
VLCC - Very Large Crude Carrier
WoS - Web of Science

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	24
CAPÍTULO 1 – O CAMPO ACADÊMICO DE ENGENHARIA NAVAL E OCEÂNICA (DOCENTES, GRADUAÇÕES E PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO)	36
1.1 O campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica (Universidades e Instituição).....	36
1.2 Metodologia	54
1.3 O banco de dados	62
CAPÍTULO 2 – A TRAJETÓRIA DO CAMPO ACADÊMICO DE 1950 A 1980: A FORMAÇÃO DA ENGENHARIA NAVAL.....	69
2.1 Trajetória tecnológica da Marinha do Brasil: rumo à nacionalização do conhecimento	70
2.2 A seção naval do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).....	76
2.3 A construção naval no Brasil: implementação, expansão e modernização dos estaleiros.....	79
2.4 Surgem as primeiras Graduações de Engenharia Naval e o campo se institucionaliza	92
2.4.1 O convênio entre a Marinha do Brasil e a Universidade de São Paulo (USP).....	93
2.4.2 A Engenharia Naval e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).....	99
2.4.3 A criação da SOBENA (institucionalização do campo)	101
2.5 Os Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval e a Pesquisa: 1970 a 1980.....	107
2.5.1 O Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval da USP	107
2.5.2 O Programa de Pós-graduação de Engenharia Oceânica da UFRJ	108
2.6 Linhas de Pesquisas e Projetos do campo acadêmico de Engenharia Naval: 1967 a 1974	110
Considerações Finais	114
CAPÍTULO 3 – DIVERSIFICAÇÃO DA ENGENHARIA NAVAL: RUMO À OCEÂNICA (1980 A 2000).....	118
3.1 Mudam as demandas: da Construção Naval em crise para as novas tecnologias da Petrobras	119
3.2 A trajetória tecnológica da Petrobras e os cursos de Engenharia Naval	125
3.3 O campo acadêmico de Engenharia Naval nas décadas de crise: 1980 até o final dos anos 1990	129
3.3.1 A Sociedade Brasileira de Engenharia Naval (SOBENA) e a Crise.....	132
3.3.2 O Instituto de Pesquisas Tecnológicas e a fase <i>Offshore</i>	136

3.3.3	Programa de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica da USP	139
3.3.4	Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da UFRJ	144
3.3.5	Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da FURG	155
	Considerações finais	158
	CAPÍTULO 4 – ANOS 2000: AS INSTITUIÇÕES TRADICIONAIS DE ENGENHARIA NAVAL E OCEÂNICA E AS REDES DE PESQUISA	162
4.1	Redes de Pesquisa e Inovação: o PROCAP 3000 e o Centro de Excelência em Engenharia Naval e Oceânica (CEENO)	163
4.1.1	O Centro de Excelência em Engenharia Naval e Oceânica (CEENO)	165
4.2	A infraestrutura das Instituições tradicionais do Campo Acadêmico de Engenharia nos anos 2000	171
4.2.1	Laboratório “Tanque de Provas” - IPT	172
4.2.2	Laboratório “Tanque de Provas Numérico” (TPN) - USP	176
4.2.3	Laboratório de Tecnologia Oceânica (LabOceano) - UFRJ	183
4.3	Programas de Recursos Humanos (PRH-ANP/MCTI): foco na mão de obra <i>offshore</i>	187
	Considerações finais	197
	CAPÍTULO 5 – DESCONCENTRAÇÃO DO SETOR PRODUTIVO E DO CAMPO ACADÊMICO DE ENGENHARIA NAVAL	199
5.1	Desconcentração geográfica da indústria naval	200
5.2	Polos Navais e os novos cursos de Engenharia Naval	209
5.2.1	Região Norte	210
5.2.2	Região Sul	214
5.2.3	Região Nordeste	218
5.3	Rede de Inovação para Competitividade da Indústria Naval e <i>Offshore</i> (RICINO)	220
	Considerações finais	227
	CAPÍTULO 6 – O CAMPO ACADÊMICO DE ENGENHARIA NAVAL E OCEÂNICA ATUALMENTE	230
6.1	Formação acadêmica do corpo docente	230
6.1.1	Departamento de Engenharia Naval e Oceânica (PNV) – USP	232
6.1.2	Departamento de Engenharia Naval e Oceânica (DENO) - UFRJ	235
6.1.3	Departamento de Engenharia Naval (UFSC)	238
6.1.4	Escola de Engenharia – Engenharia Mecânica Naval (FURG)	240
6.1.5	Departamento de Engenharia Mecânica – graduação de Engenharia Naval (UFPE)	242

6.1.6	Faculdade de Engenharia Naval (UFPA).....	244
6.1.7	Escola Superior de Tecnologia – Engenharia Naval (UEA).....	247
6.2	Indicadores globais de todos os docentes e instituições.....	249
6.3	Indicadores Globais dos Docentes vinculados aos Programas de Pós-Graduação.....	258
	Considerações finais	268
	CONCLUSÕES.....	270
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	279

INTRODUÇÃO

Esta tese analisa a formação e a evolução do campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica no Brasil sob a perspectiva das transformações da organização do ensino, pesquisa e produção de conhecimento e sua interação com instituições do setor naval e *offshore*¹ brasileiro. O período analisado vai dos anos 1950 até 2016.

Foram reconstituídas as trajetórias dos programas de graduação e de pós-graduação de engenharia naval e oceânica de sete universidades públicas, e um instituto público de pesquisa localizados em quatro regiões do Brasil. As instituições estudadas foram: Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade Estadual do Amazonas (UEA), e a seção naval do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

A análise dessas trajetórias permite observar que tanto as atividades de ensino, como as de pesquisa deste campo acadêmico coevoluem com instituições associadas à Indústria de Construção Naval e *Offshore* e à Marinha Militar. Mudanças nas trajetórias tecnológicas desses setores interferem na forma como o campo produz conhecimento.

As duas primeiras graduações de engenharia naval e oceânica no Brasil surgem no final dos anos 1950. A Universidade de São Paulo (USP) teve seu curso criado em 1956 com início, de fato, em 1957, e foi resultado de um convênio estabelecido entre a Marinha do Brasil (MB), esta Universidade e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Já em 1959 surge a segunda graduação de engenharia naval, fruto de um convênio estabelecido pelo setor produtivo naval (essencialmente os estaleiros cariocas) e a Escola Nacional de Engenharia (E.N.E.), na então Universidade do Brasil, atual Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). As engenharias navais da USP e da UFRJ são consideradas, pelos próprios atores do campo, como as “tradicionais do campo” (uma identidade baseada no aspecto histórico – são as mais antigas do Brasil).

Os demais programas de engenharia naval foram criados no país, sobretudo a partir dos anos 2000 no contexto das políticas dos Polos Navais, resultado do ressurgimento do

¹ *Offshore* são empreendimentos realizados no mar (SOBENA, 2017). Entretanto, há outra definição mais específica ao campo acadêmico de Engenharia e Oceânica que trata o “*offshore*” como sinônimo de “oceânica”, sendo um tipo específico de conhecimento e de tecnologia e que será apresentada ainda nessa Introdução e discutida ao longo desta tese.

setor produtivo naval e *offshore* brasileiro e da desconcentração geográfica desse na mesma década. Já o IPT e sua respectiva seção de pesquisas navais, assume uma história a parte, mais antiga que a dos programas de Engenharia Naval, e exerce função fundamental para consolidação e manutenção do campo acadêmico.

Assim, assumimos os anos de 1950 – final desta década – como nosso ponto de partida e percorremos até o ano de 2016, que foi escolhido devido a consolidação dos dados do campo de Engenharia Naval e Oceânica utilizados nesta tese. Trata-se de um período histórico que nos proporciona uma discussão sobre a formação, expansão, consolidação, diversificação e desconcentração do campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica no Brasil.

Os arranjos contratuais formais atrelados aos interesses da Marinha do Brasil e do então nascente setor produtivo naval moderno (da Indústria de Construção Naval), junto a evolução da trajetória tecnológica do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e o surgimento das primeiras redes focadas na articulação do campo acadêmico sustentam nosso argumento inicial.

O desenvolvimento desses atores, impulsionados por políticas voltadas a Industrialização por Substituição de Importações em meados dos anos 1950, deram um lugar à universidade para o compromisso de gerar mão de obra competente e especializada e desenvolver conhecimentos e técnicas a fim de reduzir a defasagem tecnológica instaurada no país naquele momento (ARBIX e CONSONI, 2011). A literatura aponta que, no Brasil e em alguns outros países da América Latina, este momento histórico foi propício à criação e expansão de ambientes universitários para pesquisa a fim de cumprir com a formação e modernização do setor produtivo (MOREL, 1979; CUNHA, 1980).

A implantação tardia de um segmento produtivo naval, bem como a também tardia implantação das atividades de ensino e pesquisa dedicadas ao desenvolvimento científico e tecnológico desse setor sugerem a existência de um processo coevolutivo da interação universidade-indústria em que na medida que o setor produtivo avança em suas capacidades e necessidades, o conhecimento e as práticas universitárias acompanham o mesmo, seja via redes de conhecimento – como as que serão propostas pela Petrobras a partir dos anos 1990 (DANTAS e BELL, 2011) – propondo soluções técnicas e tecnológicas, seja via transferência de conhecimento tácito de mão de obra qualificada para lidar com o *know-how* adquirido externamente.

A consolidação e diversificação desse campo acadêmico estão associadas ao período que vai do último quartil do século XX até a primeira década dos anos 2000, momento em que identificamos a transformação da Engenharia Naval para a Engenharia Oceânica, fortemente amparada aos interesses da Petrobras em prospectar petróleo em águas profundas. A evolução tecnológica desta empresa provocou mudanças nas formas do fazer científico desse campo acadêmico, até então exclusivo às universidades tradicionais, sobretudo mediante redes de pesquisa e inovação que não só integraram os atores, mas também instrumentalizaram os “Departamentos Navais” a partir da criação de novos laboratórios com foco em pesquisas de tecnologias *offshore*.

E finalmente, a desconcentração geográfica do campo acadêmico faz referência ao surgimento de novas escolas dessa engenharia fora da região Sudeste a partir do início da primeira década dos anos 2000 e acompanha a desconcentração geográfica do setor produtivo. O momento político naquele momento estava pautado no ressurgimento do setor produtivo naval e aquecido pelos interesses da Petrobras em renovar a própria frota de apoio marítimo. Por uma questão política, foi decidido desconcentrar geograficamente o setor produtivo, criando incentivos para a instauração de estaleiros em Estados brasileiros com potenciais industriais, uma medida que ficou conhecida como Polos Navais. A partir deles novos arranjos regionais foram firmados para oferecer a sustentação dessa indústria, dentre os quais, a criação de programas de graduação e pós-graduação em instituições públicas de ensino que forneceriam a mão de obra competente e necessária (SINAVAL, 2014b).

Tendo em vista esse breve pano de fundo, definimos que a pergunta a ser respondida neste texto de tese deveria considerar as formas de como os conhecimentos deste campo acadêmico são produzidos ao longo do tempo e em que medida as transformações do setor produtivo naval e *offshore* influenciam essa agenda de pesquisa. Isso posto, sintetizamos nossas indagações em uma pergunta: como o setor naval e oceânico brasileiro interfere nas capacidades e competências dos cursos de graduação e dos programas de pós-graduação de Engenharia Naval e Oceânica e vice-versa?

O conceito de coevolução é importante nesta pesquisa, pois atribui às instituições (empresas, universidades, políticas, setores produtivos e outros) capacidades de transformação, com algum grau de coordenação, frente as mudanças do ambiente em que estão inseridos e das próprias estratégias dos atores. Nesse sentido, o processo coevolutivo depende dos processos de aprendizagem dos atores e pressupõe a não determinação destes,

mas sim que eles influenciam e são influenciados pelo ambiente em que se inserem (SALLES FILHO *et. al.*, 2000; GARCIA e SALLES FILHO, 2009; FUCK e BONACELLI, 2009).

Para Safarzyńsk e Van Den Bergh (2010, p.299) o termo “coevolução” refere-se a dois ou mais sistemas evolutivos sendo conectados de tal maneira que eles determinam as evoluções das trajetórias uns dos outros através de pressões seletivas recíprocas e resultantes processos de adaptação mútua. Tais pressões levam a mudanças que podem ocorrer por interações diretas entre os atores ou pelo *feedback* do ambiente (LEWIN e VOLBERDA, 1999, p.526). Dessa forma, dois sistemas coevoluem quando eles têm um impacto causal sobre a evolução de um sobre o outro. Assim, a coevolução envolve relacionamentos entre entidades nas quais afetam a evolução de outras entidades e traz *feedbacks* positivos continuamente entre os componentes dos sistemas em evolução (BURIN, *et. al.*, 2012, p.3).

O surgimento do campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica esteve condicionado ao provimento de soluções técnicas e para formação de mão obra qualificada para lidar, num primeiro momento, com as transferências de tecnologias (*know-how*) adquiridas pelos estaleiros privados e da Marinha do Brasil a partir dos anos 1950 e, posteriormente, para atender as demandas tecnológicas da Petrobras. Ainda que os cursos dessa engenharia estejam assentados em matrizes curriculares oriundas das engenharias mecânica e civil, o *mix* desses conhecimentos somados às especificidades das tecnologias marítimas (construção naval, embarcações, sistemas *offshore*...) compõe um contexto de produção do conhecimento focado na solução de problemas reais.

O plano político pedagógico do cursos de Engenharia Naval e Oceânica da USP – realizado pela coordenação do curso – USP (2013) nos ajuda a entender essa abordagem sistêmica embutida nos cursos de Engenharia Naval de uma maneira geral, afirmando que os problemas complexos da área naval são enfrentados por meio de recortes da realidade – tornando-os em sistemas e desmembrando os mesmos em diversos níveis. As representações do todo e das partes são feitas de forma tão simplificada quanto possível, mas sem desconsiderar os aspectos essenciais. Levam-se em conta todas as interações relevantes entre as partes e delas com o seu entorno. Esta abordagem permite detalhar soluções que atendam, na melhor forma de compromisso possível aos requisitos pertinentes, sejam técnicos, econômicos, sociais, ambientais ou outros.

Ainda, USP (2013) afirma que o *mix* de disciplinas que compõe o curso de Engenharia Naval vai além daquelas fundamentais da Engenharia e inclui, também, algumas disciplinas

das áreas de Ciências Ambientais, da Administração e de Economia. Essa característica baseada na multidisciplinaridade instrumentaliza o profissional (nesse caso os egressos do curso) para realizar intervenções tecnológicas com visão abrangente e integradora, competência técnica e gerencial, responsabilidade social e compromisso quanto à sustentabilidade ambiental.

O campo acadêmico surge inicialmente como “Engenharia Naval” e ao longo dos anos 1990 adquire capacidades e competências de “Engenharia Oceânica (*Offshore*)”, e desde então mantém o foco nesta última engenharia. A histórica relação com o setor produtivo constitui a esse campo acadêmico o desenvolvimento de uma atividade científica com características de “*mission-oriented research*” (GIBBONS *et. al.*, 1994), subscrita num regime utilitarista de ciência, típico das engenharias (SHINN e RAGOUET, 2008), em que o contato direto com os atores desse setor produtivo corroboram às definições das atividades realizadas pelos atores científicos e que também influenciam nas próprias matrizes curriculares desses cursos dessa engenharia.

Essa questão é importante para a Engenharia Naval, pois a matriz disciplinar específica dessa engenharia² lida com recortes da realidade, ou seja, são ensinados temas que tratam de problemas reais enfrentados pelas organizações do setor produtivo e de marinha militar. E por ser um campo de conhecimento contextualizado com o setor produtivo, transforma suas práticas de ensino e pesquisa na medida em que esse setor enfrenta novos desafios, num processo contínuo de coevolução.

A partir de Gibbons *et. al.* (1994, p.23 e 27-30 e 76-81) podemos entender essa condição por meio do conceito da transdisciplinaridade, em que o conhecimento é gerado dentro de seu contexto de aplicação, mas sem perder de vista a própria manutenção disciplinar, uma vez que os atores acadêmicos envolvidos nesse processo absorvem tais conhecimentos e os aplicam na própria estrutura social da ciência.

Os problemas científicos e tecnológicos da área de engenharia naval e oceânica, bem como a própria formulação da agenda de pesquisa desta, sofrem, em grande parte, influências de distintas partes interessadas (*stakeholders*) – compostas por instituições dos setores produtivos e da Marinha Militar – conformando um ambiente heterogêneo, e que por essa condição torna a natureza dos problemas enfrentados por esta área acadêmica diversa e afeta,

² Nos referimos às disciplinas específicas da Engenharia Naval e Oceânica e não ao ciclo básico de conhecimentos de ciências exatas que é obrigatório à todos os cursos de engenharia oferecidos nas instituições de ensino superior brasileiras.

inclusive, a própria composição do quadro docente das instituições desse campo, favorecendo a criação de um ambiente interno ao campo que privilegia a heterogeneidade da formação acadêmica desses docentes.

Tais composições heterogêneas não são caprichos do campo acadêmico, mas uma solução encontrada para lidar com os problemas da área que exigem soluções baseadas na cooperação de diferentes perspectivas disciplinares. Gibbons e Nowotny (2001, p.70), complementam que o prefixo “trans”, da transdisciplinaridade, é compartilhado com a palavra “transgressividade” (*transgressiveness*) no sentido de que a produção do conhecimento nesse contexto não respeitam fronteiras disciplinares e tão pouco institucionais.

Essas características são possíveis de serem observadas a partir de análises dos condicionantes de interação entre universidade e empresas. Para esta tese priorizamos³: a expansão do campo acadêmico (desconcentração geográfica), da diversidade de formações do quadro docente, das adaptações das matrizes curriculares e das linhas de pesquisa, da infraestrutura laboratorial e da produção bibliográfica (artigos em periódicos e textos completos em anais de eventos), sobretudo a partir de mapas e frequências de palavras-chave que permitem a compreensão da manutenção ou transformação da estrutura científica do campo acadêmico⁴.

Vale destacar que “engenharia naval” e “engenharia oceânica” são áreas do conhecimento distintas que coexistem e se articulam no campo acadêmico. O campo surge focado em Engenharia Naval e adquire capacidades e competências de Engenharia Oceânica a partir do final dos anos 1980, e com maior destaque a partir dos anos 2000.

A Engenharia Oceânica surge quando o setor produtivo começa a demandar conhecimento nessa área e passa a investir em infraestrutura laboratorial nos Departamentos de Engenharia Naval e Oceânica das instituições tradicionais.

³ Ver BRAGA, 1974; PETERS e van RAAN, 1993a; PETERS e van RAAN, 1993b; VELHO, 1994; CALLON *et. al.*, 1995; VELHO *et. al.*, 1998; VANTI, 2002; HAYASHI, 2012).

⁴ Existem outras características que sugerem a relação da universidade com o setor produtivo, como as patentes. Identificamos um conjunto de 5 patentes de produtos, específicos ao campo acadêmico dessa engenharia, ao longo do tempo – relacionadas às tecnologias *offshore* e contextualizadas à Petrobras. Entretanto, entendemos que as análises dessas formas de apropriabilidade dependem de uma metodologia que não foi assumida nesta tese. Assim, para saber mais desse conjunto de patentes recomendamos a leitura da tese de Doutorado de GIELFI (2017) que mapeou colaboração em pesquisa entre a Petrobras e as universidades no período de 1980 a 2014, considerando as patentes como uma das formas de mensurar a intensidade dessa colaboração.

Em entrevista, o Professor Floriano Pires Junior, docente da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e ex-presidente da Sociedade Brasileira de Engenharia Naval (SOBENA) propôs uma definição mais moderna e focada nas atividades fins de cada área:

“Engenharia oceânica não é naval, não é o clássico de engenharia naval. Pesquisas em *risers*⁵, sistemas de sonda, de perfuratriz, plataforma, vedações de *offloading*, isso tudo é de engenharia *offshore* (engenharia oceânica). O nosso Laboratório de Tecnologia Submarina (LTS) faz isso, também o Laboratório de Tecnologia Oceânica (LabOceano), a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) etc. (...) a engenharia *offshore* (engenharia oceânica) não inclui a fabricação das plataformas, mas os sistemas, as questões hidrodinâmicas, as estruturas, as interações fluidodinâmicas (que são muito complexas, e que num navio não tem grande problema, mas numa plataforma parada num mar extremamente agressivo é um problema) e aí tem toda essa área de pesquisa que é mais dinâmica e que é liderada pela Petrobras.

“Já a engenharia naval, bom, tem as áreas de projetos, construção, projetos naval de uma plataforma (casco, flutuação, movimento, construção) e tem os sistemas de plantas e processos. A naval então seria o plano de navios, o projeto naval de plataformas, a construção, os processos e planejamento de produção, a logística e tudo isso está dentro daquilo que tradicionalmente chamamos de engenharia naval. Tem áreas de Transporte: tem aqui [COPPE] e tem na USP que são áreas de transporte marítima, especializada em transporte fluvial, gerações e operações portuárias e coisas desse tipo. E [a área de] construção naval: que tem o planejamento, como a questão da construção naval tanto na parte de hardware, e se eu tenho que movimentar um bloco, se eu tenho um problema mecânico, de alinhamento, quanto o processo de planejamento e otimização dos custos” (Floriano Pires Junior, entrevista realizada em junho de 2015).

Nossa discussão ao longo da tese articula, portanto, a trajetória do campo acadêmico com as trajetórias das instituições ligadas ao setor produtivo naval e *offshore* e da Marinha do Brasil e está amparada na percepção de que a universidade ocupa um papel importante como fonte de conhecimento fundamental e, ocasionalmente, de desenvolvimento de tecnologia industrialmente relevante nas economias modernas baseadas no conhecimento (NELSON, 1993; MOWERY e SAMPAT, 2005; SZMRECSÁNYI, 2001; LUNDEVALL, *et. al.*, 2011).

⁵ *Risers* é o conjunto de tubos flexíveis que conectam a árvore-de-natal molhada e/ou *manifold* de produção à superfície, na unidade de produção, permitindo o fluxo de petróleo e do gás produzido.

Nas análises sobre as experiências dos países centrais (Estados Unidos (EUA), Japão e Reino Unido, por exemplo) as universidades possuem uma função histórica no desenvolvimento de um sistema nacional de inovação, que vai desde a formação de mão de obra qualificada até o desenvolvimento de tecnologias.

Tomando o caso dos EUA como exemplo, Mowery e Rosenberg (2005) afirmam que desde o final do século XIX as atividades de pesquisa foram reconhecidas como profissões relevantes tanto para as indústrias daquele país quanto para o ensino superior. Esta importância está relacionada, já na transição do século XIX para o XX, à maturidade do setor produtivo – associado ao desenvolvimento de laboratórios de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) internos às empresas intensivas em tecnologia e a capacidade de monitorar os desenvolvimentos tecnológicos fora da firma - e do Estado em propiciar mecanismos para a devida interação dos atores.

Mowery e Rosenberg (2005, p.35) afirmam que os vínculos entre a pesquisa acadêmica e a industrial foram poderosamente influenciados pela estrutura e financiamento descentralizados do ensino superior no EUA e que tanto o currículo acadêmico quanto a pesquisa realizada nas universidades – ainda na primeira metade do século XX – tornaram-se mais voltados para as oportunidades comerciais. Os autores continuam (idem, p.37) e destacam que este currículo mais voltado à indústria promoveu, antes mesmo da Segunda Guerra Mundial, um vasto acervo de mão de obra treinada e que este treinamento de cientistas e engenheiros pelas universidades públicas fortaleceu as interações com a indústria daquele período.

Nelson (1992, p.358-359) aponta que uma característica importante que distinguia os países que sustentavam empresas competitivas e inovadoras era a educação e os sistemas de treinamento que proporcionavam a essas empresas um fluxo de pessoas com os conhecimentos e habilidades necessários. Para Nelson (1992) isso não significa que as universidades ofereçam treinamento específicos para atender as demandas dessa ou outra empresa, mas as universidades conscientemente treinam seus alunos de acordo com as necessidades da indústria. O autor destaca a relevância do papel da universidade para a formação de mão obra competente analisando o contraste entre os EUA e a Alemanha, de um lado, e a Grã-Bretanha e a França, de outro, sugerindo que a emergência das indústrias baseadas em ciência esteve associada a sistemas universitários mais responsivos às necessidades de treinamento da indústria.

Entretanto, o caráter tardio da criação das instituições de pesquisa e universidades no Brasil e, por outro, o caráter tardio da industrialização brasileira marcaram a debilidade nas interações de Ciência e Tecnologia (C&T) que impactaram o desenvolvimento nacional ao longo de parte do século XX (SUZIGAN *et. al.*, 2007; SUZIGAN e ALBUQUERQUE, 2011).

Suzigan e Albuquerque (2011, p.29-31) mapearam as ondas de formação das instituições de ensino e pesquisa no Brasil e identificaram esse caráter tardio, afirmando que apenas a partir dos anos 1920 e 1930 (terceira onda) surgem as primeiras universidades com finalidades de ensino e pesquisa, entretanto, com vínculos frágeis entre essas categorias. A falta de uma política científica que viabilizasse essas interações e, a partir de um viés mais utilitarista, sem a presença consolidada de um setor produtivo que, ao longo dos anos 1930 ainda estava em fase de implementação não demandava conhecimentos, insularam a universidade.

É a partir das décadas de 1940 e 1950 que o Brasil assume um novo patamar desenvolvimentista, de implantação de políticas científicas e as universidades vão ganhando contornos de vetor essencial às interações C&T no país (SUZIGAN e ALBUQUERQUE, 2011). Morel (1979, p.44) observa que dos anos 1950 a 1967 o setor industrial muda sua estrutura interna – as formas de organização e complexidade tecnológica – incentivados pela intervenção do Estado na área econômica que apoiou os setores industriais de base, e pela intensiva entrada de capital estrangeiro que forneceu base tecnológica indispensável ao aumento da produtividade de trabalho e acumulação de capital.

Arbix e Consoni (2009, p.212) apontam que o *mix* de políticas protecionistas e investimentos do Estado, combinados com o investimento estrangeiro, compuseram a fórmula utilizada para impulsionar o empreendedorismo nacional e promover a industrialização e a modernização no país, no período de 1940 a 1980. Ainda de acordo com os autores (p.212), de forma a viabilizar o processo de absorção de tecnologias e de *spillovers*, o poder público empenhou-se na estruturação de um sistema acadêmico nacional dedicado à formação de recursos humanos qualificados que pudessem ser incorporados pelas empresas nascentes como um apoio à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico.

Morel (1979, p.47) concorda que a intensificação da industrialização acarretou uma diferenciação da divisão do trabalho e destacou a necessidade de formação de recursos humanos qualificados. A autora ainda completa afirmando que o Plano de Metas de Juscelino

Kubitschek, realizado em 1956, ditado pela mentalidade desenvolvimentista evidenciava que a infraestrutura econômica deveria ser acompanhada de uma infraestrutura educacional.

Já Suzigan e Albuquerque (2011, p.37) lembram que as demandas da indústria sobre a infraestrutura científica, ainda que fossem, ao longo dos anos 1950, mais sofisticadas, permaneceram pouco desafiadoras até os anos 1980. Na perspectiva dos autores, as universidades permaneceram mais como instituições de ensino do que propulsoras de desenvolvimento tecnológico, com exceções de algumas áreas do conhecimento que desde o início do século XX já possuíam instituições que vinculavam ensino e pesquisa, como as das ciências da saúde (de pesquisa biomédica para a produção de vacinas e soros), ciências agrárias e engenharia florestal (de pesquisa voltada ao complexo agroexportador e de melhoramento da produção cafeeira e do algodão), da mineração e engenharia de materiais e metalúrgica (de pesquisas para mapear as reservas de minério de ferro) e da engenharia aeronáutica (conhecimento como uma estratégia de defesa nacional).

Dagnino e Velho (2011, p.118), em análises sobre os processos de desenvolvimento da América Latina observam que o caráter de industrialização adotado ao longo das políticas de substituição de importações, apoiado na transferência de tecnologia, não demandava atividades locais de pesquisa e desenvolvimento, e que a demanda de conhecimento estava restrita à capacidade de operar as tecnologias do exterior – de adaptação da tecnologia importada para o mercado local –, salvo as áreas do conhecimento expostas por Suzigan e Albuquerque (2011).

Rapini (2007, p.215) reconhece, entretanto, que houve um esforço entre os anos 1930 a 1970 de convergência da base industrial e tecnológica nacional, mas exalta que a desconexão entre a infraestrutura de C&T e o setor produtivo se agrava nos anos 1980 e 1990 com a crise financeira do Estado, comprometendo a formação de recursos humanos e a habilidade, da primeira, em corresponder à capacidade produtiva do país.

Arbix e Consoni (2009, p.212) afirmam que esta situação de uma relação marginal entre universidade e empresa no Brasil se manteve até a virada para o século XXI, momento em “que a promoção da inovação foi incorporada nos planos de desenvolvimento nacional como um objetivo explícito a ser perseguido”.

Assim, veremos ao longo deste texto de tese os trajetos percorridos pelo campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica no Brasil, destacando as interações desse campo com as distintas instituições ligadas ao setor produtivo naval e *offshore* e de Marinha.

A metodologia utilizada articula dados coletados em pesquisas de campo, entrevistas com atores chaves, levantamento e análise de dados secundários das instituições de ensino e pesquisa e do setor produtivo naval e offshore (documentos internos, relatórios setoriais, artigos e livros) e análise quantitativa baseada em resultados bibliométricos que articulam dados de produção bibliográfica e do passado acadêmico dos docentes selecionados, a partir do resgate de informações dos Currículos Lattes e do banco internacional de dado *Web of Science*. O capítulo um apresenta de forma detalhada o universo da pesquisa e a metodologia utilizada.

O capítulo dois discute o período de 1950 a 1980 e mostra que a formação do campo acadêmico de Engenharia Naval no Brasil esteve relacionada a um período de desenvolvimento industrial nacional baseado na transferência de tecnologia (*know-how*) a partir de contratos firmados mediante políticas de industrialização dos anos 1950. Assim, partiram dos setores produtivo e militar a necessidade de formar no país instituições de ensino e pesquisa que suportassem esse desenvolvimento formando a mão de obra qualificada necessária.

O capítulo três analisa o período de 1980 a 2000 e apresenta a transição do escopo acadêmico da engenharia naval e oceânica, passando a focar no conhecimento em engenharia *offshore*. Os fatores que levaram o campo a ir assumindo uma nova identidade de pesquisa esteve relacionado às crises do setor da Indústria de Construção Naval – causada pelo esgotamento das políticas desenvolvimentistas – e pelos interesses da Petrobras em prospectar petróleo em águas profundas mediante o Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas (PROCAP) 1000 e 2000.

O capítulo quatro discute o período de 2000 a 2016 e apresenta a consolidação da pesquisa em engenharia *offshore* dos Departamentos Navais das universidades tradicionais (USP e UFRJ). A terceira fase do Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas (PROCAP) 3000, concomitante ao surgimento da rede de pesquisa e inovação “Centro de Excelência em Engenharia Naval e Oceânica (CEENO) e das Redes Temáticas da Petrobrás *Galileu* e *Archimedes* ocorridas neste período possibilitaram implementações e modernizações nas infraestruturas laboratoriais desses Departamentos, transformando as universidades tradicionais.

O capítulo cinco também discute o período de 2000 a 2016, mas sob a perspectiva da criação de novas graduações de Engenharia Naval no Brasil. O ressurgimento do setor

produtivo da Indústria de Construção Naval e *Offshore* do início dos anos 2000 possibilitou a desconcentração desse setor para outras regiões brasileiras, uma medida que ficou conhecida como “Polos Navais”. Estes induziram a criação de novos cursos de Engenharia Naval, nas regiões onde foram implantados, para formar a mão de obra necessária. A desconcentração do setor e do campo acadêmico resultaram também na criação de uma rede de pesquisa que tinha o objetivo de formar uma agenda federal de pesquisa para construção naval.

O capítulo seis traça um mapa científico de como estão atualmente os Departamentos de Engenharia Naval e Oceânica (e Departamentos de Engenharia Naval) e suas respectivas graduações e Programas de Pós-Graduação. A partir de análises bibliométricas e de informações sobre a composição do quadro docente e de suas produções bibliográficas discutimos a heterogeneidade do campo (a partir das áreas de formação acadêmica e origens da titulação de doutorado dos docentes) e o fluxo do conhecimento ao longo do tempo (medido pela frequência de palavras-chave dos artigos dos docentes vinculados, em 2016, aos Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica).

Finalmente a conclusão final resgata os principais assuntos da tese e afirma que o campo acadêmico coevolui junto às instituições do setor produtivo, acompanhando e transformando a trajetória tecnológica destes. A Engenharia Naval e Oceânica, enquanto graduação universitária, serviu às instituições dos setores produtivos como um mecanismo para que se mantivessem numa constante evolução de suas trajetórias tecnológicas e institucionais, e por outro lado, essa mesma engenharia, enquanto campo acadêmico, evoluiu em suas atividades de ensino e pesquisa, aproveitando as oportunidades fornecidas pelos ambientes os quais está inserido.

1 CAPÍTULO 1 – O CAMPO ACADÊMICO DE ENGENHARIA NAVAL E OCEÂNICA (DOCENTES, GRADUAÇÕES E PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO)

No presente capítulo apresentaremos os atores que compõem o campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica, em 2016, e que conformam o escopo de nossa análise, e as abordagens metodológicas que suportam a pesquisa realizada. A escolha dos atores a serem analisados, bem como a do próprio campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica está condicionado ao aprofundamento da pesquisa de Mestrado sobre os laboratórios navais do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Na época, o foco da pesquisa era de identificar as transformações específicas da seção naval do IPT ao longo de sua trajetória, tendo como pano de fundo as políticas setoriais (para o setor naval e *offshore*) e as relações com o próprio setor produtivo naval. Observamos que tais interações geraram uma rede de pesquisa e inovação que influenciou na organização e decisões dessa seção naval e provocou diversificações nas suas atividades de pesquisa e de serviços prestados desta seção. A partir da pesquisa de mestrado decidimos explorar mais profundamente as universidades que compunham as redes.

1.1 O campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica (Universidades e Instituição)

Selecionamos o campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica brasileiro. Em um recorte mais fino, selecionamos apenas as instituições acadêmicas e científicas que possuem cursos de graduação e, em alguns casos, de Programas de Pós-Graduação nas áreas de Engenharia Naval, de Engenharia Oceânica (ou ainda Engenharia Naval e Oceânica).

Por “campo acadêmico” entendemos o espaço social que envolve o ambiente universitário constituído por cientistas e pesquisadores, e por outros atores que compartilham uma definição mais ou menos comum sobre a vida acadêmica e que possuem expectativas relativamente similares de como atuar nesse espaço (BARCELOS, 2017).

Os atores e instituições destacados e analisados neste texto de tese definem o campo científico como um espaço de relações interdisciplinares que garantem análises sistêmicas entre os diversos subsistemas que fazem parte de um navio ou sistema oceânico e da performance global técnico-econômica (SNPG.USP, 2012; USP, 2018) e assumem o campo de Engenharia Naval e Oceânica como o “uma área que abrange sistemas móveis e semimóveis destinados a operar no meio líquido”, cuidando do projeto e construção de

embarcações⁶, considerando critérios econômicos e ambientais e, também de planejamento e construção de plataformas para a exploração de recursos naturais do oceano e de geração de energia, bem como aplicação de conhecimentos de engenharia e ciências humanas no estabelecimento e condução de estaleiros (LEONE, 1974, p.5).

Foram selecionados sete universidades públicas que possuem cursos *stricto sensu* de engenharia naval e um instituto público de pesquisa localizados em quatro regiões do Brasil, sendo as universidades: Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Federal do Pará (UFPA) e a Universidade Estadual do Amazonas (UEA) e seus respectivos curso de Engenharia Naval⁷. Já o instituto público de pesquisa trata-se do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e sua respectiva área de pesquisa naval.

Os Cursos Tecnológicos, que passaram a existir a partir de 2001, ainda que sejam de nível superior e formem mão de obra qualificada não compõem o escopo de nossa pesquisa. De acordo com E-MEC (2018), existem 12 cursos Tecnológicos de Construção Naval ativos no Brasil, entretanto, para MEC (2002, p.22), a formação do tecnólogo é, obviamente, mais densa em tecnologia. Não significa que não deva ter conhecimento científico, mas o foco desse tipo de curso é o da tecnologia, diretamente ligada à produção e gestão de bens e serviços. Já a formação do bacharel, por seu turno, é mais centrada na ciência, embora sem exclusão da tecnologia. Trata-se, de fato, de uma questão de densidade e de foco na organização do currículo. MEC (2001, p.9) complementa que essa formação tecnológica deverá manter as suas competências em sintonia com o mundo do trabalho e ser desenvolvida de modo a ser especializada em segmentos (modalidades) de uma determinada área profissional. No caso dos Cursos Tecnológicos de Construção Naval os egressos possuem perfis unifuncionais, ou seja, são mais especializados no segmento que dá nome ao curso.

Sendo assim, consideramos como integrantes ao campo acadêmico apenas as universidades que possuem cursos de graduação e, em alguns casos, Programas de Pós de Pós-Graduação cujas as matrizes curriculares são multidisciplinares, portanto mais abrangentes, e que formam egressos com perfis multifuncionais.

⁶ Embarcações de todos os tipos (militares, civis, de recreio, de pesca, submersíveis, gaseiro, petroleiro, graneleiros, contentores e outras)

⁷ Existem diferenças de nomenclatura dessa engenharia, mas que não influem no resultado de nossa pesquisa.

Os cursos de graduação e os Programas de Pós-Graduação foram selecionados a partir de três fontes: 1) acesso ao portal “Cadastro e-MEC de Instituições e Cursos de Educação Superior”, que é uma base de dados oficial e única de informações relativas às Instituições de Educação Superior; 2) acesso ao portal “Sistema Nacional de Pós-Graduação (SNPG) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)” e; 3) indicações e sugestões fornecidas pelos docentes do campo da engenharia naval e oceânica.

De acordo com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Educação (MEC), de 2000 a 2016⁸ o número de vagas oferecidas para ingresso na graduação de Engenharia Naval cresceu 317%, um fenômeno justificado pela criação de novos cursos (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 - Informações consolidadas de Vagas Oferecidas e número de Egressos dos programas de Graduação de Engenharia Naval do Brasil

	Vagas oferecidas (todas as Universidades)	Concluintes de Universidades Federais	Concluintes de Universidades Estaduais	Total de Concluintes
2000	70	8	25	33
2001	70	17	12	39
2002	70	15	37	52
2003	70	23	6	29
2004	70	12	10	22
2005	90	14	2	16
2006	90	31	-	31
2007	90	44	-	44
2008	90	34	-	34
2009	90	71	48	119
2010	117	56	44	100
2011	118	55	47	102
2012	118	78	45	123
2013	120	48	45	93
2014	165	80	30	110
2015	218	101	41	142
2016	260	100	24	124
TOTAL	1916	787	416	1213

Fonte: elaborado a partir de INEP (2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2015).

⁸ Não há informação disponível na base de dados do INEP sobre programas de graduação de Engenharia Naval para os anos anteriores a 2000.

De acordo com a Tabela 1.1 do total de concluintes da graduação, 34,5% (416) são de universidades estaduais e 65,5% (787) são de universidade federais. Vale destacar que no nosso universo de análise há duas instituições Estaduais, sendo a Universidade de São Paulo (USP) e a Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Todas as outras são Federais.

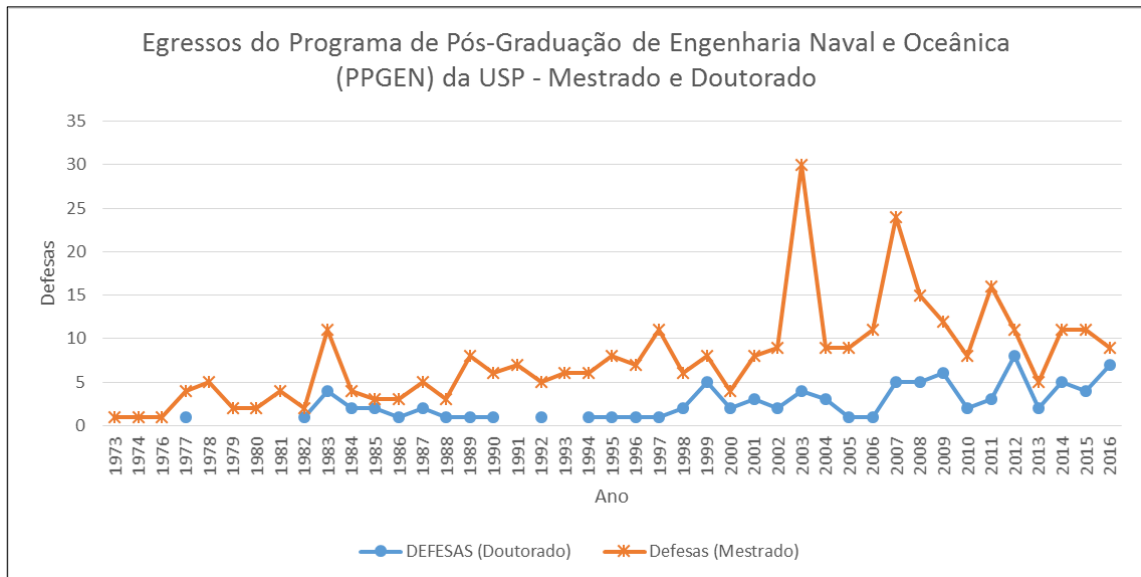
Universidade de São Paulo (USP)

A Universidade de São Paulo (USP) possui curso de graduação de Engenharia Naval e o Programa de Pós-graduação de Engenharia Naval e Oceânica (PPGEN) – modalidades de Mestrado e Doutorado. Tanto a graduação quanto o Programa de Pós-Graduação estão vinculados ao Departamento de Engenharia Naval e Oceânica (PNV), da Escola Politécnica, situado no *campus* Butantã na cidade de São Paulo.

O curso de engenharia naval da USP é reconhecidamente o primeiro desta engenharia no Brasil. Segundo Guerra (1994), Telles (2001) e USP (2007), o curso foi fundado via estabelecimento de um convênio entre a Marinha do Brasil e a USP assinado em 18 de maio de 1956, com início das atividades acadêmicas datada do dia 08 de março de 1957. De acordo com E-MEC (2018) o curso ganhou reconhecimento das instâncias superiores de educação apenas em 1965, mas tal condição não impedia o devido funcionamento do mesmo.

Já o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval e Oceânica (PPGEN) foi criado em 1970 com a modalidade de Mestrado Acadêmico e, em 1973 criada a modalidade de Doutorado. Até o ano de 2002 o Programa era denominado de “Engenharia Naval” passando a partir de 2003 a abranger a área de Engenharia Oceânica. Dos anos 1970 até 2016 o Programa de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica da USP formou 91 doutores e 331 mestres. A evolução dos egressos está presente no Gráfico 1.1.

Gráfico 1.1 - Egressos do Mestrado e Doutorado do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica da USP – da criação das modalidades até 2016



Fonte: elaboração própria de Banco de Teses USP.PPGEN (2018) e USP.BDTD (2018)

O Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da USP possui também um conjunto de laboratórios didáticos e de pesquisas que atendem as demandas do curso e oferecem respostas científicas às demandas do setor produtivo (Quadro 1.1)

Quadro 1.1 - Laboratórios vinculados ao Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da USP

Laboratórios	Descrição
Centro de Estudos em Gestão Naval (CEGN)	Desenvolve pesquisas que contribuem no aprimoramento dos marcos regulatório do setor portuário e de navegação, incluindo atividades correlatas. Investiga nesse momento modelos de adjudicação no novo marco do setor portuário e investiga os reflexos da proteção de bandeira na navegação brasileira na construção naval e na competitividade do transporte em geral.
Centro de Inovação em Logística e Infraestrutura Portuária (CILIP)	Atua em Pesquisa, Educação Continuada e Projetos Aplicados, voltados para a organização e o planejamento de sistemas de transportes marítimo, fluvial, ferroviário, <i>offshore</i> e de cabotagem, além do planejamento e gestão portuária e da análise de sistemas logísticos e problemas portuários ambientais.
Núcleo Avançado em Mecânica da Fratura e Integridade Estrutural (NAMEF)	Tem por objetivo o desenvolvimento de métodos locais para avaliação de estruturas, juntas soldadas, dutos terrestres e <i>risers</i> submarinos.

Tanque de Provas Numérico (TPN)	Tem por objetivo o desenvolvimento de modelos analíticos e experimentais aplicados à hidrodinâmica de sistemas oceânicos e a simulação dinâmica de sistemas flutuantes. Os trabalhos desenvolvidos neste laboratório são multidisciplinares envolvendo docentes, discentes do programa de pós-graduação e da graduação em Engenharia Naval e Oceânica, de outros departamentos da EPUSP como Engenharia Mecatrônica, Civil e Eletrônica e de áreas afins à engenharia, como, por exemplo, física, oceanografia, matemática e ciências da computação.
Laboratory for Numerical Methods in Engineering, Research, Application and Learning (LABNUMERAL)	Dedica-se ao desenvolvimento e aplicação de métodos numéricos, bem como à sua aprendizagem em nível de graduação, pós-graduação e especialização, mormente no campo de Projeto e Hidrodinâmica de Navios e de Estruturas Oceânicas.
Laboratório de Engenharia Naval e Oceânica (LENO)	Tem por objetivo disponibilizar instalações físicas supridas com pessoal, equipamentos e ferramentas, que permita ao aluno ou pesquisador a observação e prática experimental nas diversas áreas de atuação do Departamento de Engenharia Naval e Oceânica.
Laboratório de Análise, Avaliação e Gerenciamento de Riscos (LabRisco)	Tem por objetivo a análise, avaliação e gerenciamento de riscos associados à operação de navios, embarcações e sistemas oceânicos.

Fonte: elaboração própria a partir de USP.SNPG (2012) e USP.PPGEN (2018).

Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) é uma instituição pública de pesquisa e, dentre outras finalidades, uma função acadêmica de interação com o Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da USP a partir dos laboratórios instalados no Instituto. O IPT é vinculado à Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação (SDECTI) do Estado de São Paulo; o Instituto é segmentado por Centros Tecnológicos, sendo um deles o Centro Tecnológico de Mecânica, Naval e Elétrica (CTMNE) – onde está lotada a área naval do IPT. O mesmo Instituto está situado no interior da Universidade de São Paulo (USP), *campus* Butantã, na cidade de São Paulo.

O IPT surge no final do século XIX com objetivo de auxiliar a Escola Politécnica de São Paulo e se torna um instituto, de fato, em 1934. Já na década de 1940 inicia suas atividades de ensaios navais, prestando serviço a estaleiros ativos naquele momento. Silva (2012, p.91) identifica que a partir da década de 1950 é possível traçar um paralelo de desenvolvimento entre a seção naval do IPT e o setor naval nacional e seus atores. Os avanços do setor estimulavam o desenvolvimento das atividades de pesquisa e, conseqüentemente, a criação de novas competências na seção naval. A criação do laboratório do Tanque de Provas, em 1951 e suas expansões permitiram o desenvolvimento das competências em pesquisas sobre cascos e embarcações fluviais e marítimas. Essas atividades criaram condições para a criação do curso de engenharia naval na Escola Politécnica em 1957. Ainda, o autor destaca que em 1962, a instalação do Túnel de Cavitação permitiu o advento das competências em ensaios hidrodinâmicos e de propulsão (estudos de hélices). Durante a década de 1970, período considerado como auge do setor durante o século XX, foi o momento em que a Seção de Modelos de Embarcações consolidou suas atividades de pesquisa em tecnologia naval fluvial e de apoio marítimo, tendo como principais clientes a Marinha do Brasil e a Petrobras.

O IPT passou por um período de dificuldades financeiras entre 1980 e 1990, devido ao desaquecimento do setor produtivo naval e *offshore*, mas retomou suas atividades na passagem dos anos 1990 para os 2000. Deste então, a área naval do IPT se diversificou e atende demandas que vão do suporte técnico e tecnológico de empresas como a Petrobras, até a certificação tecnológica e suporte de embarcações de recreio.

A área naval – associada às atividades de pesquisa - do IPT é composta por 6 pesquisadores, como identificado no Quadro 1.1, do item 2.1 acima. As atividades de pesquisa são mais orientadas a responder demandas de clientes – como a Petrobrás, CESP⁹ e outras – e não geram muitas publicações (SILVA, 2012). Entretanto, o Instituto compõe a base de dados desta pesquisa devido sua relevância histórica e participação ativa tanto nos processos de retomada do setor naval quanto em redes de pesquisa e inovação, agindo como intermediário entre atores do setor e do campo acadêmico. O Quadro 1.2 sintetiza algumas das competências e capacidades da área naval do IPT.

⁹ Companhia Energética de São Paulo.

Quadro 1.2 - Áreas e competências da área naval do IPT

Área	Competências
Engenharia naval	<ul style="list-style-type: none"> • Manobrabilidade e Interação cascos-propulsores; • Hidrodinâmica de navios; • Otimização de propulsores.
Engenharia oceânica	<ul style="list-style-type: none"> • Simulação de Operações Marítimas; • Hidrodinâmica de dutos e <i>risers</i>; • Hidrodinâmica de sistemas <i>offshore</i>.
Ensaio em campo	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoramento de operações marítimas em escala real.
Hidroviás e portos	<ul style="list-style-type: none"> • Planejamento e segurança operacional de hidroviás; • Transporte hidroviário e projeto de embarcações.

Fonte: elaborado a partir de Silva (2012).

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

A Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) possui um curso de graduação de Engenharia Naval e Oceânica e um Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica (PEO) – modalidades de Mestrado e Doutorado –, ambos pertencentes ao Departamento de Engenharia Naval e Oceânica (DENO), vinculado a Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia (COPPE), situado no *campus* Ilha do Fundão na cidade de Rio de Janeiro.

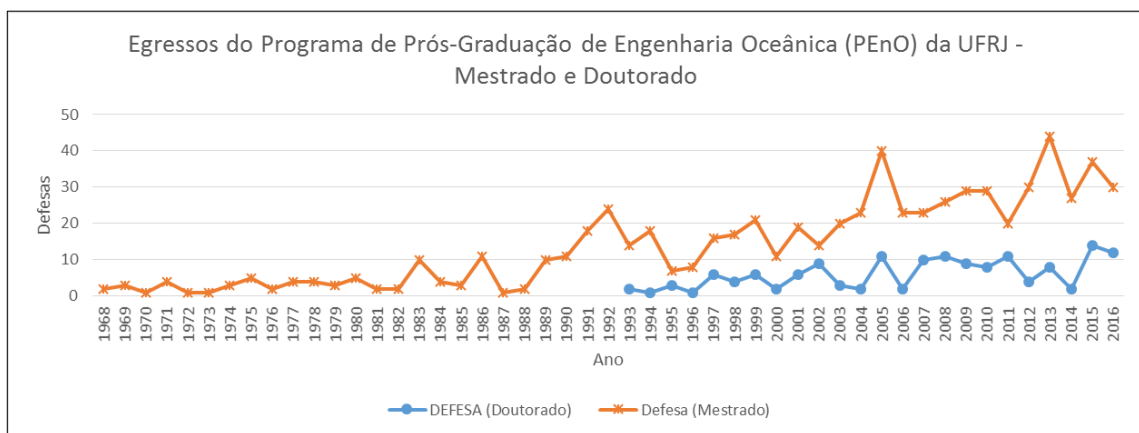
O curso dessa engenharia na UFRJ foi o segundo a ser criado no Brasil, em 1959. A formação do mesmo se deu após o estabelecimento de um convênio entre os estaleiros do Rio de Janeiro com a Escola Nacional de Engenharia da então Universidade do Brasil (atual UFRJ), que visava, entre outros objetivos, a formação de mão de obra qualificada para atender as demandas do setor produtivo, que à época vivia um momento de expansão e modernização de suas atividades.

De acordo com UFRJ.SNPG (2012, p.2) o Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica (PEO) da COPPE/UFRJ foi criado em 1967 com a modalidade de Mestrado Acadêmico e a partir de 1989 inaugurou a modalidade de Doutorado. Grosso modo, o Programa atua na formação de recursos humanos, nos níveis de mestrado e doutorado, em pesquisa e em cursos de extensão nas áreas de concentração de Engenharia Naval e Oceânica e de Engenharia Costeira e Oceanográfica. Trata-se de um Programa de caráter multidisciplinar, cujo desenvolvimento de tecnologias para o mar e sua interação com a costa

envolve conhecimentos oriundos das Ciências Básicas, de Oceanografia, assim como das Engenharias.

Ao longo de sua existência o PEnO formou de 1967 a 2016 o total de 684 egressos do Mestrado e, desde 1989 até 2016, formaram 147 egressos do Doutorado. É possível observar a evolução dos formandos no Gráfico 1.2.

Gráfico 1.2 - Egressos do Mestrado e Doutorado do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da UFRJ – da criação das modalidades até 2016



Fonte: elaboração própria a partir de UFRJ.PEnO (2018).

Ainda, UFRJ.SNPG (2012) chama atenção ao fato de que o PEnO atua de forma integrada com outros programas da COPPE, principalmente nas linha de pesquisa em Tecnologia Submarina e na Áreas Interdisciplinares de Engenharia Ambiental e Tecnologia para Exploração e Exploração dos Recursos do Mar. Ainda, tanto o DENO quanto o PEnO contam com a estrutura de 18 laboratórios destacados no Quadro 1.3.

Quadro 1.3 – Laboratórios vinculados ao Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da UFRJ

Laboratórios	Descrição
Núcleo de Pesquisas para a Construção, Instalação e Manutenção Otimizada de Sistemas Oceânicos (CONSTRUA)	Têm como objetivo o desenvolvimento de procedimentos que levem à simplificação e sistematização dos aspectos construtivos de sistemas oceânicos flutuantes
Laboratório de Hidrostática e Mecânica dos Fluidos (HIDROLAB)	Dedicado ao ensino de graduação e pós-graduação em Mecânica dos Fluidos.
Laboratório de Materiais Compósitos Estruturais (LABCOMPOSITOS)	Atua no ensino e pesquisa de materiais compósitos aplicados na construção e reparo de estruturas de sistemas oceânicos
Laboratório de Educação Continuada <i>Offshore</i> (LABECO)	Implementa o conceito de educação continuada através do desenvolvimento de cursos de pós-graduação e extensão, que além de oferecer uma formação especializada na área naval e de petróleo
Laboratório de Informática de Graduação da Engenharia Naval e Oceânica (LABNAV)	Possibilita que alunos de graduação, mestrado e doutorado ocupem o mesmo espaço, o que facilita a troca de experiências entre níveis de ensino
Laboratório de Tecnologia Oceânica (LabOCEANO)	Realiza pesquisas envolvendo ensaios com modelos hidrodinâmicos em escala reduzida, incluindo testes com semissubmersíveis, plataformas do tipo FPSO ancoradas em <i>turret</i> e por outros sistemas de ancoragem, plataformas do tipo auto-elevatória, mono-colunas, balsas e navios, além de ensaios de instalação e operação de equipamentos submarinos, tanto para clientes nacionais como internacionais.
Laboratório de Simulação de Processos de Construção Naval (LABSEN)	Atua no ensino, na pesquisa e em serviços de desenvolvimento de modelos de simulação relacionados aos processos de construção naval e <i>offshore</i> . Promove capacitação tecnológica e de pessoal relacionada à construção, instalação e manutenção dos sistemas oceânicos
Laboratório de Dinâmicas de Sedimentos Coesivos (LDSC)	Desenvolve pesquisa fundamental e aplicada sobre hidrodinâmica em corpos d'água naturais e estuda a mobilização, o transporte e o destino final de sedimentos, com ênfase em sedimentos coesivos.
Laboratório de Ensaio Dinâmicos e Análise de Vibração (LEDAV)	Realiza projetos de pesquisa que envolve supervisão e diagnóstico de máquinas e estruturas, medição de ruído e vibração em navios e plataformas, investigação de causas de vibração excessiva em máquinas e estruturas, medição de esforços combinados em eixos e análise de balanceamento em turbomáquinas.
Laboratório de Ensaio de Modelos em Engenharia (LEME)	Desenvolve projetos de capacitação tecnológica em duas linhas: extensão da tecnologia utilizada em provas de mar e acompanhamento dinâmico; e tecnologias inovadoras ou

	pioneiras em manutenção e gestão de ativos.
Laboratório de Instrumentação Oceanográfica (LIOC)	Desenvolver pesquisa fundamental e aplicada sobre equipamentos de medição, transmissão de dados e instrumentação
Laboratório de Ondas e Correntes (LOC)	Dedica-se à pesquisa e ao desenvolvimento em hidrodinâmica aplicada à engenharia naval e oceânica
Laboratório de Oceanografia Física (LOF)	Desenvolve e atua em projetos de pesquisa científica e aplicada sobre a circulação oceânica, visando o desenvolvimento da oceanografia física no país, a solução de problemas ambientais e o uso sustentável de recursos marinhos
Laboratório de Tecnologia Submarina (LTS)	Atua no desenvolvimento de estudos e tecnologias para exploração dos recursos do mar
Centro de Informações especializado em Transportes Aquaviários e Construção Naval (MARINF)	Busca suprir uma carência de informações abrangentes e estruturadas disponíveis para a comunidade técnica do setor
Núcleo de Estruturas Oceânicas (NEO)	Desenvolve ensaios experimentais e modelos analíticos e numéricos para projeto e análise estrutural de <i>risers</i> flexíveis e rígidos, pipelines, umbilicais submarinos, colunas e <i>risers</i> de perfuração e de painéis navais
PÓLO NÁUTICO	É um núcleo acadêmico dedicado a atividades de pesquisa e desenvolvimento relacionados à engenharia de embarcações de lazer, esporte e serviço

Fonte: elaboração própria a partir do site do Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da UFRJ (UFRJ.DENO, 2017).

Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

A Universidade Federal do Rio Grande (FURG) possui um curso bacharelado de Engenharia Mecânica Naval e um Programa de Pós-Graduação em Engenharia Oceânica – modalidade de Mestrado Acadêmico. Ambos fazem parte da Escola de Engenharia, situado no *campus* Carreiros, em Rio Grande (Rio Grande do Sul).

Entretanto, há duas especificidades sobre os cursos acima citados: a primeira é que existem duas graduações vinculadas à área naval, sendo a Engenharia Mecânica Naval e a Engenharia Civil Costeira e Portuária, ambos formados em 2009 e, devidamente iniciados em 2010 e; a segunda é que o Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica engloba duas engenharias, a Costeira e a Marítima¹⁰.

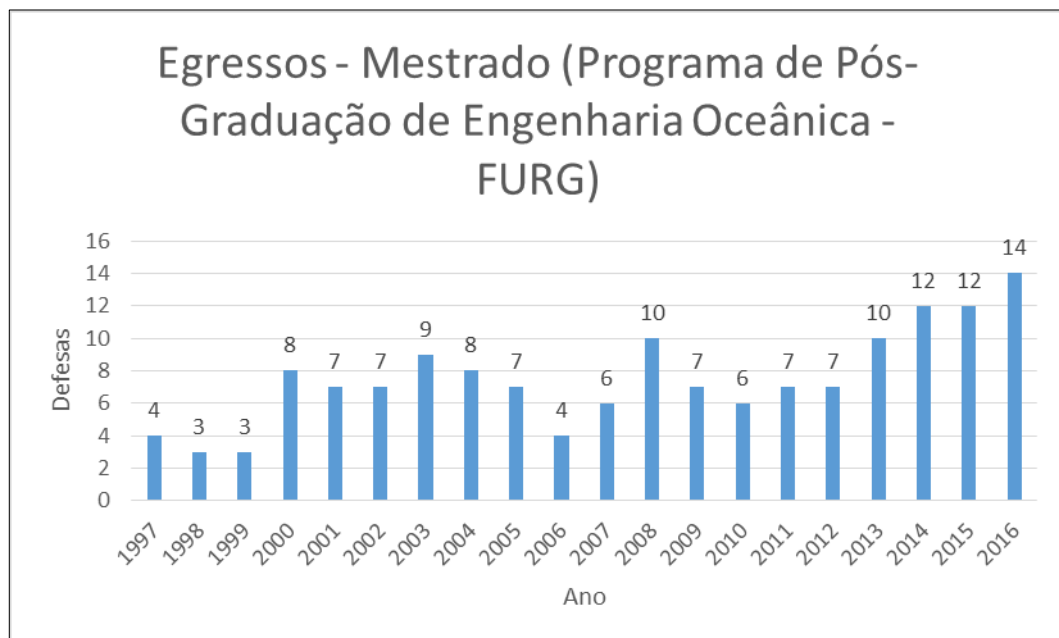
¹⁰ No entanto, essas diferenças não implicam em mudanças nas análises desta tese, uma vez considerando o Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica já englobamos essas especificidades.

Até 2008 a FURG era departamentalizada e o Programa Pós-Graduação de Engenharia Oceânica pertencia ao Departamento de Materiais e Construção. Após esta data houve uma reestruturação administrativa e a FURG passou a adotar Unidades Acadêmicas centradas em atividades/cursos oferecidos.

Já o Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da FURG foi criado em 1995 com a modalidade de Mestrado Acadêmico, envolvendo áreas de Engenharia Costeira e Marítima. De acordo FURG.SNPG (2012, p.2) as condições de criação deste Programa se deram devido as experiências acumuladas na FURG em áreas como Oceanografia e Oceanografia Biológica desenvolvidas ao longo dos anos 1970. Além do mais, outro motivador foi o fato da universidade assumir como vocação institucional o estudo do ecossistema costeiro, “que orientaram as atividades de ensino, pesquisa e extensão”.

O Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da FURG já formou, desde 1995 até 2016, o total de 151 egressos do Mestrado. A evolução dessa formação pode ser conferida no Gráfico 1.3.

Gráfico 1.3 - Egressos do Mestrado do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da FURG – de 1995 a 2016



Fonte: elaboração própria a partir de Banco de Teses FURG.OCEÂNICA (2018).

De acordo com FURG.OCEÂNICA (2018) a Escola da Engenharia da FURG disponibiliza a infraestrutura de 15 laboratórios, sendo que, de acordo com FURG.SNPG

(2012), 4 deles atendem mais diretamente ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Oceânica, elencados no Quadro 1.4.

Quadro 1.4 - Laboratórios vinculados ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Oceânica da FURG

Laboratório	Descrição (estrutura para trabalho)
Laboratório de Geotecnia	Dispõe de equipamentos e instrumentos de medição digitais e compatíveis às medições via computador. Tem servido intensamente aos projetos da linha de pesquisa Geotecnia e Obras Costeiras e Processos Costeiros e Estuarinos. Área aproximada do laboratório (1600 m ²)
Laboratório de Maquinas Operatrizes	Dispõe de máquinas tradicionais, e suas instalações e ferramentas têm sido usadas nos desenvolvimentos de projetos da linha de pesquisa Equipamentos Oceânicos e Costeiros. Área aproximada do laboratório (1200 m ²). d) Laboratório de Metrologia. Dispõe de equipamentos tradicionais e de instrumentos da metrologia dimensional, e tem servido apenas como um apoio complementar a todas as linhas de pesquisa do Programa. Área aproximada do laboratório (300 m ²).
Laboratório de Materiais e Construção	Dispõe de infraestrutura para ensaios de matérias da construção civil. Tem sido usado nos projetos da linha de pesquisa Geotecnia e Obras Costeiras. Área aproximada do laboratório (2000 m ²).
Laboratório de Engenharia Costeira (LabCosteiro)	Criado para desenvolver e apoiar pesquisas nos segmentos de processos costeiros e estuarinos, bem como, hidrodinâmica marinha e transporte sedimentar. Dentro deste laboratório está sendo criado um laboratório de sedimentologia para apoiar a graduação e a pós-graduação. Este laboratório atende a linha de pesquisa Processos Costeiros e Estuarinos. Área aproximada do laboratório (150 m ²).

Fonte: elaborado a partir de FURG.SNPG (2012) e FURG.OCEÂNICA (2017).

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) possui um curso bacharelado de Engenharia Naval. O curso foi formado em 2009 e está vinculado ao Centro Tecnológico de Joinville, situado no *campus* Joinville, na cidade de Joinville (Santa Catarina).

De acordo com UFSC (2015, p.14) o curso foi estruturado para propiciar aos estudantes uma formação superior fundamentada nos conhecimentos básicos e específicos de engenharia, fornecendo ao egresso um conjunto de habilidades importantes para o mercado de trabalho e/ou para a formação continuada em nível de pós-graduação. Dentro da área de

Engenharia Naval, o curso provê formação específica nas seguintes subáreas do conhecimento: Projeto, Hidrodinâmica, Estruturas, Máquinas Marítimas, Materiais e Tecnologias de Construção, contemplando também conhecimentos sobre Transporte Marítimo, Logística e sobre Administração e Organização Portuária.

A formação do curso se deu em resposta ao cenário de crescimento e expansão do setor naval nos últimos anos (o curso foi formado em 2009, portanto, a referência é a década de 2000), com o objetivo de formar um profissional capaz de atuar no planejamento do transporte marítimo e em atividade relacionadas à administração e organização portuária (UFSC, 2015).

UFSC (2015, p.16) ainda afirma que o perfil do egresso do curso de Engenharia Naval segue os critérios estabelecidos na Regulamentação do CONFEA (1973), promovendo ao discente a formação específica em Projeto, Hidrodinâmica, Transportes e Logística, Administração e Organização Portuária, Estruturas, Máquinas Marítimas, Materiais e Tecnologias de Construção e egresso do curso de Engenharia Naval está habilitado para exercer atividades. O curso dispõem de 3 laboratórios especificamente relacionados ao curso de engenharia naval (Quadro 1.5), sendo:

Quadro 1.5 - Laboratórios vinculados à graduação de Engenharia Naval da UFSC

Laboratórios	Descrição (estrutura para trabalho)
Laboratório de Fabricação	Uma área de 140 m ² , com 01 Máquina injetora Arburg modelo 320C de 500KN, 01 Centro de usinagem Romi modelo D600, 01 retífica plana, 01 retífica cilíndrica, 02 tornos convencionais, 01 fresadora ferramenteira, 01 dobrador de tubo hidráulico, 01 guincho de 2 T, 2 serras hidráulicas.
Laboratório de Tecnologia da Soldagem - LTS	Uma área de 35 m ² , com uma fonte de soldagem multiprocesso, duas mesas de soldagem, tochas de soldagem TIG e MIG/MAG, eletrodos de tungstênio e reguladores de pressão.
Laboratório de Modelos	Uma área de cerca de 40 m ² com equipamentos básicos para laminação, corte e montagem de modelos de embarcações.

Fonte: UFSC (2015).

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

A Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) possui um curso de graduação de Engenharia Naval e possui uma “área de concentração” em Engenharia Naval e Oceânica oferecida no Programa de Pós-Graduação de Engenharia Mecânica, modalidade de Mestrado Acadêmico. Ambos estão vinculados ao Departamento de Engenharia Mecânica (DEMEC), do Centro de Tecnologia e Geociências, *campus* Recife, na cidade de Recife (Pernambuco).

O curso de graduação foi criado em 2011 e é o único da região Nordeste. UFPE (2014, p.7) justifica que a graduação surgiu no sentido apoiar o polo industrial – de SUAPE – com base em potencialidades pré-existentes e na oportunidade que se apresenta associada com a expansão no Brasil do segmento produtor de petróleo, gás, *offshore* e naval. UFPE (2014) ainda atribui à Petrobras e aos estaleiros instalados na região Nordeste, como o Estaleiro Atlântico Sul e o Vard Promar, os papéis de catalizadores do conhecimento de engenharia naval e das competências de empreendedores competitivos e inovadores.

O curso de Engenharia Naval da UFPE conta com 4 laboratórios mais específicos ao mesmo, além de um conjunto maior de laboratórios disponíveis no Departamento de Engenharia Mecânica. UFPE (2014, p.31) salienta que o curso contou com a ajuda da USP e UFRJ para suprir com possíveis deficiências laboratoriais. No Quadro 1.6 são apresentados essas instalações.

Quadro 1.6 - Laboratórios para o curso de Engenharia Naval da UFPE

Laboratórios	Descrição
Laboratório de Simulação e Visualização do Curso de Graduação em Engenharia Naval (LSIVI)	É usado pela maioria das disciplinas do Curso de Engenharia Naval como forma de complemento didático aos componentes curriculares e eventualmente para pesquisa acadêmica dentro do âmbito do Curso de graduação em Engenharia Naval
Laboratório de Modelos e Manufaturas Navais (LABMAN)	É um laboratório didático, voltado para a fabricação de pequenos modelos físicos de engenharia, com foco em estruturais navais.
Laboratório de Projetos Especiais (LAPESP)	Utilizado para projeto, pesquisa e desenvolvimento, de sistemas flutuantes e tecnologia embarcada, com uso de simulação e projeto computacional
Laboratório de Computação de Alto Desempenho (LACAD)	É um laboratório com supercomputadores, criados através de cluster tipo Beowulf*, para o projeto, simulação e modelagem de sistemas físicos, que exijam computação de alto desempenho.

Fonte: elaborado a partir de NAVAL/UFPE (2018).

Nota: * *Cluster Beowulf* são clusters de desempenho escaláveis, baseados numa infraestrutura de *hardware* comum, rede privada e *software 'open source'*.

Universidade Federal do Pará (UFPA)

A Universidade Federal do Pará (UFPA) possui o curso de bacharelado e o Programa de Pós-graduação (modalidade de Mestrado) ambos em Engenharia Naval, vinculados a Faculdade Engenharia Naval (FENAV), do Instituto de Tecnologia (ITEC), situado no *campus* Belém, na cidade de Belém (Pará).

O curso de graduação foi criado no ano de 2005¹¹. De acordo com UFPA (2007) a implementação do curso dessa engenharia teve como principal característica as causas regionais – da região Norte –, ou seja, formar profissionais engenheiros capazes de antecipar e solucionar problemas vinculados ao contexto geográfico, social, político, econômico e ambiental da Universidade.

O Programa de Pós-graduação em Engenharia Naval (PPGENAV) – modalidade de Mestrado Acadêmico – da UFPA foi criado, segundo CAPES.SNPG (2018), no dia 16 de março de 2015. Segundo UFPA.PPGENAV (2018), a criação do curso de Mestrado na região

¹¹ Formalmente reconhecido pelo MEC dia 02 de março de 2012.

Norte do Brasil está vinculada a necessidade de suprir demandas por profissionais qualificados nessa região. Por se tratar de um curso recente e nossa pesquisa assumir o ano de 2016 como limite de análises, não foi possível resgatar o número de egressos desse Programa.

Ainda, segundo UFPA.PPGENAV (2018, s/p), “um dos focos do curso é desenvolver pesquisas que contribuam para o crescimento e melhorem a qualidade do transporte fluvial da região amazônica”. Ainda, a implantação do Programa de Mestrado PPGENAV contou com demandas da Marinha do Brasil e de órgãos do Governo Federal e ainda se beneficiou de um convênio estabelecido com a Universidade de Southampton (Reino Unido) para intercâmbio de docentes e discentes.

O Quadro 1.7 apresenta os laboratórios utilizados pela graduação e pós-graduação de engenharia naval da UFPA. Os mesmos também atendem outros Programas e Departamentos, principalmente a Engenharia Mecânica.

Quadro 1.7 - Laboratórios vinculados ao Instituto de Tecnologia da UFPA

Laboratórios	Descrição
Laboratório de Estabilidade do CIABA*	O Laboratório de Estabilidade da instituição contém um tanque de estabilidade com três modelos (casco convencional; barça e de uma seção de meia-nau) para demonstração das condições de equilíbrio; demonstrações da estabilidade estática; experiência de inclinação e condições de docagem. Um modelo para demonstração do princípio das curvas cruzadas e construção das curvas de estabilidade.
Laboratório de Engenharia Mecânica (LABEM)	Para apoio às aulas práticas das disciplinas dos cursos de graduação e pós-graduação, dos projetos de pesquisa e de extensão. O LABEM é constituído de 15 sub-laboratórios: Laboratório de Ensaio Mecânicos; Laboratório de Informática; Laboratório de Máquinas Operatrizes; Laboratório de Materiais Não-Metálicos; Laboratório de Mecânica Computacional; Laboratório de Mecânica dos Fluidos; Laboratório de Mecânica Experimental; Laboratório de Metalografia e Tratamento Térmico; Laboratório de Metrologia; Laboratório de Processos de Fundição; Laboratório de Refrigeração, Ar Condicionado e Conforto Ambiental; Laboratório de Soldagem; Laboratório de Transmissão de Calor e Massa; Laboratório de Transporte Pneumático; Laboratório de Veículos e Motores
Laboratório de Propriedades Mecânicas	Equipamentos: Máquina de ensaio dinâmico com capacidade para 10 t; microdurômetros; máquina de ensaio Charpy; durômetro; difratômetro de raio X (em aquisição); espectômetro de emissão ótica (em aquisição); microscópio metalográfico – aumento 1600x - com aquisitor de imagem; microscópio eletrônico de varredura (em aquisição); fontes de soldagem com aquisição de dados (2 fontes eletrônicas); sistema robótico com 7 graus de liberdade para soldagem (em aquisição); equipamentos padrões para preparação e ataque de amostras metalográficas; Forno – 1800° (em aquisição); ferritoscópio; serra de fita; balança; gerador ultrassônico; máquina de ensaio de ultrassom; entre outros equipamentos.
Laboratório de Resistência dos Materiais, Mecânica dos Solos, Materiais de Construção e Tecnologia do Concreto	Tipos de ensaios possíveis de serem realizados: Ensaio no Aço. Ensaio no Concreto. Aferição de Equipamento. Ensaio em Agregados. Ensaio em Solos.

Fonte: elaborado a partir de UFPA.PPGENAV (2018).

Nota: * CIABA significa “Centro de Instrução Almirante Braz de Aguiar” e pertence a Marinha do Brasil. Há um convênio entre a área naval da UFPA com a Marinha estabelecendo o uso desse laboratório.

Universidade do Estado do Amazonas (UEA)

A Universidade do Estado do Amazonas (UEA), criada em 2001, possui um curso de graduação de Engenharia Naval e não possui Programa de Pós-Graduação na área do curso. A graduação é vinculada à unidade da Escola Superior de Tecnologia, situada no *campus* Manaus, na cidade de Manaus (Amazonas).

O curso foi criado em 2013 e de acordo com UEA.NAVAL (2018) sua situação legal encontra-se aguardando o ato de reconhecimento da graduação¹². Ainda, de acordo com UEA.NAVAL (2018, s/p), o curso tem caráter multidisciplinar e interdisciplinar e segue as determinações do CONFEA (1973) sobre os objetivos do curso, bem como o perfil do egresso, tendo por objetivos formar profissionais capazes de atuar na concepção, desenvolvimento, construção e manutenção de embarcações e de seus equipamentos, projetam, coordenam e supervisionam a construção de embarcações, da estrutura aos demais componentes, considerando as características específicas do uso, verificando a qualidade da matéria prima e os métodos de trabalho utilizados.

1.2 Metodologia

Os dados utilizados nesta pesquisa foram obtidos através de revisão documental (infraestrutura laboratorial, matrizes curriculares, linhas de pesquisa, convênios e contratos), pesquisa de campo, entrevistas e análises bibliométricas.

A pesquisa documental tratou de buscar informações específicas de cada graduação e Programa de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica e também dos setores da Indústria de Construção Naval e *Offshore* e da Marinha do Brasil.

As principais fontes documentais de relatórios de avaliações setoriais e de informações do campo acadêmico, foram acessadas e obtidas a partir de um conjunto distinto de instituições, tais como: os próprios Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval das universidades selecionadas, coletadas *in loco* e via site; o Sindicato Nacional da Indústria da Construção e Reparação Naval e *Offshore* (SINAVAL); a Sociedade Brasileira de Engenharia

¹² No entanto isso não impede o devido funcionamento do curso.

Naval (SOBENA); o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA); o Sistema Nacional de Pós-Graduação (SNPG) da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); do Ministério da Educação (MEC); da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e da Marinha do Brasil. Além de teses, dissertações e uma série de artigos.

Para lidar com os aspectos históricos buscamos informações em livros e teses tais como: os livros de Pedro Telles sobre a “História da Engenharia dos Séculos XIX e XX (1984)” e sobre a “História da Construção Naval no Brasil (2001)”; a tese de João Carlos Ferraz intitulada “*Technological development and conditioning factors: The case of the Brazilian shipbuilding industry* (1984)” e o livro de Milton Vargas da “História da Técnica e da Tecnologia no Brasil (2004)”.

O objetivo dessa pesquisa documental foi de compreender as estruturas que sustentam o campo acadêmico; o funcionamento do setor produtivo naval e *offshore* brasileiro; os mecanismos e as políticas que transformam e promovem a interação entre os atores, entre outros.

A fim de ter uma maior imersão no campo, buscamos também livros e artigos próprios da Engenharia Naval e Oceânica para nos familiarizar com termos e conceitos técnicos e científicos da área.

Complementar à revisão documental, fizemos uma pesquisa de campo visitando instituições que compõem o universo da Engenharia Naval e Oceânica no Brasil, sendo: a Universidade de São Paulo (USP) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), ambos situados na cidade de São Paulo; a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a Sociedade Brasileira de Engenharia Naval (SOBENA) e a Marinha do Brasil, todas situadas na cidade do Rio de Janeiro. As visitas ocorreram entre os anos de 2015 e 2018.

Nas visitas foram realizadas entrevistas formais com atores-chave entre 2015 a 2018 – algumas delas foram gravadas em áudio e transcritas, com a devida permissão dos entrevistados¹³ – e que dão suporte a qualificação dos dados históricos e quantitativos apresentados neste trabalho. Entretanto, grande parte do acervo de dados primários foi coletado em conversas informais com técnicos e líderes de laboratórios, estudantes de graduação e pós-graduação e docentes da área de Engenharia Naval, no momento dessas visitas de campo. Essas conversas não foram gravadas e não foram utilizadas diretamente neste texto de tese, mas nos ajudaram a compreender a rotina e funcionamento das

¹³ Os docentes que aceitaram a gravação da conversa em áudio assinaram um termo de consentimento.

instituições. Essas últimas colaborações fazem parte de meu diário de campo (anotações dos principais tópicos) e não há menções a nomes dos indivíduos¹⁴.

Já as entrevistas formais com os atores foram feitas *in loco* e via *Skype* a partir de questionários semiestruturados que priorizaram a experiência dos entrevistados. Definimos os atores-chave como sendo aqueles que estão a mais tempo em atividade (no cargo) e, por isso, tem maior experiência na área. Ao longo da tese há colaborações dos docentes vinculados ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da Universidade Federal do Rio de Janeiro sendo o Professor Dr. Luiz Felipe Assis e Professor Dr. Floriano Carlos Martins Pires Junior. Ambos os docentes concordaram com a exposição do nome vinculados à própria fala¹⁵.

O questionário semiestruturado tratou de questões amplas sobre as rotinas de pesquisa dos docentes, as especificidades da área, o conhecimento que é produzido, a relação universidade-empresa, a formação da mão de obra (os egressos da graduação e/ou pós-graduação) e as transformações da dinâmica do campo acadêmico. Para cada entrevista foi proposto um roteiro que fosse apropriado a cada instituição, observando questões históricas e rotinas específicas¹⁶. Os docentes entrevistados tiveram toda a liberdade para dar opiniões e mesmo qualificar os dados gerados nesta pesquisa por eles próprios.

Outra fato importante é que o contato com doutores da Engenharia Mecânica e mesmo da Engenharia Naval, sobretudo oriundos da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) nos ajudaram a compreender alguns dos termos chave do campo acadêmico da Engenharia Naval e Oceânica.

Já a análise, de caráter bibliométrica, está baseada no histórico acadêmico (Currículo Lattes e Plataforma *Web of Science*¹⁷) dos docentes e pesquisadores vinculados às entidades do campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica, obtendo dados e informações dos projetos de pesquisa, da formação dos docentes (área de titulação e origem institucional) e publicações bibliográficas. Desse último conjunto de informação sobre os atores consideramos apenas os docentes e pesquisadores ativos em suas funções até o ano de 2016.

¹⁴ Registro aqui meu agradecimento a todos(as) que colaboraram direta e indiretamente com esta tese.

¹⁵ Os docentes foram questionados no início da entrevista se concordavam com a exposição do nome.

¹⁶ Assim não há um modelo único de questionário. Ainda que houvesse propostas de debates comuns em todas as entrevistas como a perspectiva do entrevistado sobre o campo acadêmico, as conversas priorizaram as rotinas de cada instituição.

¹⁷ Serão devidamente tratados no capítulo metodológico.

Os docentes que estavam inativos (aposentados ou falecidos), bem como os que não possuem Currículo Lattes, não compuseram o banco de dados para nossa análise.

O Quadro 1.8 sintetiza as informações gerais sobre as universidades e os cursos de graduação de Engenharia Naval e Oceânica que foram selecionados nesta pesquisa. Estas informações foram coletadas na plataforma E-MEC, que pertence ao Ministério da Educação. Nesse mesmo

Quadro 1.8 - Universidades que compõe o campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica, selecionados (nível de Graduação)

Acesso	Universidade (Sigla)	Curso (graduação)	Ano de criação	Nº de Docentes	Avaliação MEC****
E-MEC	Universidade de São Paulo (USP)	Engenharia Naval	1956	17	-
	Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	Engenharia Naval e Oceânica	1959	38	5
	Universidade Federal do Pará (UFPA)	Engenharia Naval	2005	16*	5
	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)	Engenharia Naval	2009	11	4
	Universidade Federal do Rio Grande (FURG)	Engenharia de Mecânica Naval**	2010	70***	4
	Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)	Engenharia Naval	2011	13	5
	Universidade do Estado do Amazonas (UEA)	Engenharia Naval	2013	33	-
TOTAL				198	

Fonte: elaborado a partir de E-MEC (2018) e informações disponíveis nas *websites* de cada instituição selecionada.

Nota: * Existem 16 docentes vinculados ao curso da UFPA, mas 2 deles não possuem Currículo Lattes. Sendo assim, as análises consideram apenas 14 docentes.

Nota ** Existem dois cursos na FURG que são relacionados à área naval sendo a Engenharia Mecânica Naval e a Engenharia Civil Costeira e Portuária. Trataremos essa especificidade adiante.

Nota *** A FURG não possui docentes específicos ao curso de graduação em Engenharia de Mecânica Naval. O número de 70 docentes corresponde ao total de professores que podem dar alguma aula no curso de Engenharia de Mecânica Naval. De acordo com o Estatuto da Escola de Engenharia da FURG (FURG.OCEÂNICA, 2018), os docentes se vinculam aos cursos de graduação mediante responsabilidade por disciplinas e não por vínculo direto aos mesmos. Dessa forma, um único docente pode dar aulas em diversos cursos lotados na Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande.

Nota **** A coluna “Avaliação MEC” considera o “Conceito de Curso”, que avalia *in loco* os cursos de graduação atribuindo uma nota de 1 a 5, sendo as notas 1 e 2 tidas como insatisfatórias (que provocam o

fechamento do curso) e notas a partir de 3 são satisfatórias. Esta avaliação está disponível em E-MEC (2018).

Ainda que o Quadro 1.8 apresente o total de 198 docentes, decidimos considerar apenas os aqueles vinculados aos cursos de graduação e que possuem Currículo Lattes, sendo assim, decidimos pela retirada daqueles docentes da FURG, devido as inconsistências do quadro profissional, e optamos pela inclusão dos professores do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da mesma instituição – são 12 docentes vinculados a este Programa e que também oferecem disciplinas na graduação. Esta manutenção proporciona uma garantia de que os docentes desta universidade estão de fato vinculados à área de pesquisa naval.

Além dessa manutenção com os docentes da FURG, também retiramos dois professores da UFPA que não possuem Currículo Lattes. Dessa forma, o cálculo final de docentes vinculados aos cursos de graduação é de 142 pessoas.

Desse conjunto de universidades, apenas 4 delas possuem um Programa de Pós-Graduação na área de Engenharia Naval e Oceânica. O Quadro 1.9 apresenta sucintamente esses programas apontando quais possuem as modalidades de Mestrado e Doutorado, bem como as avaliações proferidas pela CAPES. Já o número de docentes vinculados a esses programas foram coletados a partir da planilha CAPES 2016, disponível na Coordenação de Gestão da Informação (CGI) da CAPES, mediante solicitação por e-mail. E o Quadro 1.10 apresenta o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT).

Quadro 1.9 - Universidades e Programas de Pós-Graduação em Engenharia Naval e Oceânica, selecionados

Acesso	Universidade (Sigla)	Programa	Modalidades (Avaliação CAPES)*		Nº de Docentes*
			Mestrado	Doutorado	
SNPG (Engenharia III)	Universidade de São Paulo (USP)	Engenharia Naval e Oceânica	X (Nota 5)	X (Nota 5)	13
	Universidade Federal do Pará (UFPA)	Engenharia Naval	X (Nota 3)	-	9
	Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	Engenharia Oceânica	X (Nota 4)	X (Nota 4)	25
	Universidade Federal do Rio Grande (FURG)	Engenharia Oceânica	X (Nota 3)	-	13
TOTAL			4	2	60

Fonte: elaborado a partir de CAPES.SNPG (2018) e informações disponíveis nas *websites* de cada instituição coletada.

Nota: * Os docentes foram selecionados a partir da Planilha CAPES 2016, acessada mediante solicitação via e-mail ao CGI/CAPES.

Quadro 1.10 - Instituição de Pesquisa que atua em Engenharia Naval

Instituição	Centro Tecnológico	Laboratório	Número de pesquisadores
Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)	Centro Tecnológico de Mecânica, Naval e Elétrica (CTMNE)	Laboratórios Navais	6

Fonte: elaboração a partir de SILVA (2012) e informações disponíveis no website da instituição (CTMNE/IPT, 2018).

A pesquisa quantitativa está sustentada a partir da abordagem cientométrica oriunda da bibliometria que é, de acordo com Araujo (2006, p.12), uma “técnica quantitativa e estatística de medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento científico”. Hayashi et al. (2012, p.3) complementa afirmando que “a bibliometria apesar de lançar mão de técnicas estatísticas para analisar os textos científicos, o faz a partir do recenseamento das referências bibliográficas presentes nesses escritos e não no seu conteúdo”. A técnica, utilizada na primeira vez no início do século XX para mapear a produtividade de autores em distintas

disciplinas, sofreu variações ao longo dos anos e hoje agrega uma série de abordagens e novas vertentes que vão desde a organização do conhecimento, estudos e avaliações da capacidade de produção científica até proposições para política científica e tecnológica e suporte para tomadas de decisão (MACIAS-CHAPULA, 1988; ARAUJO, 2006).

A abordagem cientométrica surgiu na década de 1960 a partir da confluência da documentação científica, da Sociologia da Ciência e da História Social da Ciência, e tem como objetivo estudar a atividade científica como fenômeno social mediante indicadores e modelos matemáticos (HAYASHI et al., 2012). A adoção dessa metodologia permite, de acordo com Araujo (2006, p.24), realizar estudos sobre a historicidade da produção científica; a região geográfica como fator interveniente na produção científica; a identidade dos pesquisadores, em aspectos relacionados à carreira, motivações, produtividade, qualidade da produção, colaboração entre os pares. Ainda, permite identificar as linhas emergentes e consolidadas do campo de pesquisa a ser considerado.

Hayashi et al. (2012, p.8) define que o domínio cientométrico – dos estudos quantitativos da ciência e da tecnologia –, apresentariam uma divisão técnica em três subdomínios: 1) métodos e técnicas relativas ao desenvolvimento de indicadores visando mensurar as performances da pesquisa, ligado aos problemas da política científica e do planejamento da pesquisa; 2) um setor que trata do desenvolvimento dos indicadores concernentes às performances tecnológicas, interessando não somente a uma política da tecnologia, mas também ao planejamento da Pesquisa e Desenvolvimento (P&D); 3) um subdomínio de métodos e técnicas quantitativas utilizadas no estudo dos processos cognitivos do desenvolvimento dos domínios científicos e técnicos, e de interação entre a ciência e a tecnologia.

Os indicadores construídos por meio dos recursos dessas metodologias permitem: *i*) entender a estrutura de campos científicos e ultrapassar o aspecto meramente quantitativo das análises da produção científica; *ii*) analisar e avaliar a atividade científica, a produtividade e o avanço do conhecimento no desenvolvimento da ciência e tecnologia; *iii*) compreender os processos e estruturas cognitivas do campo científico (HAYASHI et al., 2012).

Por meio desta abordagem em cientometria é possível identificar, a partir da base de dados sobre as publicações dos atores de engenharia naval e oceânica no Brasil, os fluxos de conhecimento entre os atores, a origem do conhecimento, a agenda de pesquisa assumida, as parcerias para o desenvolvimento científico e tecnológico (redes de coautoria), o surgimento

de novas linhas de pesquisa, os fluxos de financiamento (verba alocada para pesquisa e desenvolvimento em certos nichos) e, os rumos da pesquisa em engenharia naval e oceânica.

Após a seleção das instituições, identificamos os atores vinculados à área naval de cada uma delas e buscamos os registros bibliográficos em bases nacional e internacional, respectivamente na Plataforma Lattes (os Currículos Lattes) e na *Web of Science* (WoS).

A seleção dos dados se deu da seguinte forma: após a leitura de textos de análises setoriais naval e *offshore*, de conversas com professores do Departamento de Política Científica e Tecnológica (DPCT/UNICAMP), do próprio acesso aos artigos científicos dos docentes identificados e de uma entrevista com um professor da UFRJ percebemos a amplitude do campo e a variedade de conhecimentos da engenharia naval que relacionavam temas como meio ambiente e de oceanografia física, da produção tecnológica de embarcações fluviais e/ou marítimos e de componentes específicos, plataformas de petróleo, de logística de portos, da gestão da cadeia de navipeças, entre outros tantos temas, cada qual com uma dinâmica, finalidades e metodologias diferentes, mas que integram o campo de engenharia naval.

O ponto o qual chamamos a atenção trata sobre a definição das palavras-chave para realizar a busca e seleção das informações de um campo tão amplo. Sabendo que, independentemente da escolha do termo de busca, não seria capaz de examinar a “totalidade” do campo dado a multidisciplinaridade do mesmo e dos diversos conhecimentos produzidos. Sendo assim, ao invés de selecionar um grupo de palavras-chave sobre determinados aspectos tecnológicos ou temas da área naval e oceânica – o que poderia limitar o trabalho e descaracterizar a multidisciplinaridade do campo –, decidimos que a busca e seleção das informações bibliográficas se daria a partir do “nome completo e nome de citação bibliográfica” de cada docente selecionado.

Assim, conseguiríamos levantar boa parte da produção bibliográfica desse campo mantendo as diferentes atividades e áreas do conhecimento em que aqueles docentes atuam. Além de nos garantir o melhor aproveitamento das informações, dado que este momento metodológico não foi supervisionado por especialistas em engenharia naval e oceânica, ou seja, não houve sugestões de engenheiros e/ou *experts* da área sobre como realizar as buscas.

Definido o termo de busca e seleção dos dados partimos para a coleta desses nas bases WoS e no Currículo Lattes. A base de dados WoS é uma plataforma que oferece dados completos de registros de artigos e outros textos publicados em periódicos ou anais de eventos

que estejam indexados na mesma. Já a Plataforma Lattes não é exatamente um banco de dados bibliográfico tal qual a WoS, mas também oferece informações – bem mais limitadas – sobre os registros de publicações e conteúdos a respeito da origem institucional e outros termos de cada docente.

1.3 O banco de dados

A formação do banco de dados da tese se deu por meio do acesso e coleta dos dados da base *Web of Science* (WoS) e do Currículo Lattes (CL) aplicando, em ambas as bases, os mesmos métodos de busca e seleção anteriormente vistos. No entanto, porque utilizar duas bases de dados que, em tese, oferecem os mesmos tipos de informação?

Ambas as bases oferecem dados sobre registros bibliográficos, mas cumprem funções distintas nesta tese. A WoS oferece o conjunto de até 42 categorias bibliográficas para cada registro coletado, isto é, em único registro de publicação é possível adquirir dados sobre o título do artigo, o nome do periódico, o ano de publicação, o(s) nome(s) do(s) autor(es), a origem institucional do(s) mesmo(s), as palavras-chave indexadas e não-indexadas, o ISSN do periódico, número de citação que o artigo recebeu até o momento da coleta, as referências bibliográficas do artigo, o resumo, o idioma do artigo, o(s) país(es) do(s) autor(es), entre outras informações que são relacionáveis e analisáveis dependendo do objetivo a ser atingido.

No entanto, a WoS é limitada aos periódicos indexados na mesma plataforma, ou seja, não possui toda a informação publicada na área. Há um padrão estabelecido pela Thomson Reuters – detentora da plataforma – que define critérios para a indexação de periódicos ou anais de eventos. Nessa busca exclusiva por autores é necessário ter atenção aos homônimos. A base WoS oferece um mecanismo interno que permite ao requerente da informação checar, individualmente, os homônimos da pesquisa realizada. A Tabela 1.2 exemplifica essa busca na base WoS.

Tabela 1.2 - Exemplo de expressão de busca no banco de dados Web of Science

Expressão de busca – Nome de citação bibliográfica (exemplo)	Data	Nº de Registros
Ruggieri, C. Field name="AU"><![CDATA[Ruggieri, C.]]; [CDATA[Grupo de artigos para: Ruggieri, C]]	17/04/2017	97

Fonte: elaboração própria a partir de resultado da Plataforma Web of Science.

Já a Plataforma Lattes não é um banco de dados tal qual a base WoS, mas sim uma base *online* de currículos acadêmicos. Entretanto, o volume de registros bibliográficos disponíveis é muito maior do que aqueles encontrados na base WoS, uma vez que o CL é preenchido manualmente pelo pesquisador e não depende do resgate de artigos de periódicos indexados. Vale destacar que 56,2% de toda a publicação científica dos atores do campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica no Brasil está publicada em anais de eventos internacionais, nacionais, regionais e/ou locais e a maioria deles não estão indexados na base WoS.

O acesso aos dados do CL é público e o uso dos mesmos com finalidades de pesquisa é permitido tanto pelo CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), responsável pela Plataforma Lattes, quanto pelo possuinte do currículo, que só tem o mesmo divulgado caso aceite os termos dispostos na declaração de política de privacidade da Plataforma.

De acordo com CNPq (2017), o item 4.3 da Declaração de Política de Privacidade do Currículo Lattes afirma que: “O CNPq fica expressamente autorizado a publicar as informações curriculares contidas no Sistema Lattes, sob qualquer forma e registro, bem como compartilhá-las ou integrá-las a outras bases de dados próprias ou de terceiros de interesse para a elaboração de indicadores e estudos sobre desenvolvimento e política científica e tecnológica, sem que daí decorra qualquer ônus ou obrigação para o CNPq, exceto de preservar a integridade, a fidelidade, a exatidão e a correção dos dados e informações pessoais cadastrais, conforme estejam estes originariamente lançados no Sistema Lattes pelo usuário.” Os itens 4.1 e 4.2 da mesma declaração garantem a privacidade e não publicação dos dados pessoais do possuinte do currículo.

Os dados obtidos do Currículo Lattes oferecem informações que relacionam autores e obras sem que haja exploração do conteúdo do registro bibliográfico e sem informações adicionais de coautores. Como afirma De Brito et al (2016) os Currículos Lattes representam um histórico das atividades científicas, acadêmicas e profissionais de pesquisadores cadastrados. O Quadro 1.11 apresenta vantagens e desvantagens do uso do CL como banco de dados.

Quadro 1.11 - Vantagens e desvantagens em usar o Currículo Lattes como banco de dados

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none"> • Tem muitos registros bibliográficos; • A maioria dos pesquisadores brasileiros possuem o currículo; • É de fácil acesso; • Os homônimos são facilmente identificados; • Aceita todo o registro bibliográfico ou técnico que o responsável do currículo afirma possuir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Não é possível explorar internamente os registros bibliográficos; • As informações disponíveis são limitadas; • O <i>download</i> do currículo se limita às extensões XML e HTML; • Não há padronização do preenchimento das informações no currículo; • A Plataforma Lattes não checa a validade das informações registradas; • Pesquisadores de outras nacionalidades e que atuam no Brasil, podem não possuir o Currículo; • A atualização do currículo não é automática e depende do usuário.

Fonte: elaboração própria.

No entanto, ainda que haja desvantagens que pairam sobre o CL, o volume de informações disponíveis, que incluiu toda a vida acadêmica do docente, torna essa base indispensável para esta pesquisa. A partir do CL é possível buscar o endereço profissional do docente, todas as categorias de publicações, dados sobre projetos de pesquisa, disciplinas oferecidas, informações sobre a trajetória acadêmica do mesmo, o número de orientações de mestrado e doutorado feitas (caso o docente integre algum Programa de Pós-Graduação), além de outras informações.

Tanto os dados da base WoS quanto os dos Currículos Lattes foram tratados em *softwares* bibliométricos e estatísticos que permitiram a construção dos indicadores de

atividade e relacionais (coocorrências), bem como o desenvolvimento de redes e suas medidas.

O *Software* ScriptLattes versão 8.0

De acordo com Mena-Chalco; Cesar-Jr (2013) o ScriptLattes é uma ferramenta de *software* livre projetada para a extração e compilação automática de dados que geram indicadores de atividade como os de produções bibliográficas, técnicas e artísticas, orientações, projetos de pesquisa, prêmios e títulos e mapa de geolocalização e indicadores relacionais como grafos de colaborações, de um conjunto de pesquisadores cadastrados na plataforma Lattes¹⁸.

Esta compilação automática realizada pelo ScriptLattes é limitada pelo período a ser estabelecido em anos, ou seja, é possível fazer análises de longos períodos ou apenas de um ano específico. Também é possível incrementar frações temporais em favor do momento de entrada do autor (ou da instituição) no grupo de análise, por exemplo, o Programa de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica da USP foi criado em 1970, logo a interpretação da USP deverá ser de 1970 a 2016, porém, outros Programas surgiram ao longo do tempo como o da UFPA que é de 1995 e sua análise, portanto, de 1995 a 2016. O ScriptLattes permite variações temporais no mesmo *script* de comando, sendo assim, é possível dentro de uma análise “global” inserir períodos exclusivos de atores e serem analisados em conjunto. Na prática, tomando o exemplo da UFPA, a consequência é que tudo o foi produzido pelos docentes que é anterior a 1995 não será considerado, sendo então observado apenas o período de 1995 a 2016.

O ScriptLattes não faz análises qualitativas e nem discrimina informações disponíveis nos currículos. Ainda que haja formas de controlar o que será analisado pelo *software*, não é possível separar uma informação específica que está disponível numa mesma categoria. Por exemplo, docentes do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da UFRJ que orientam ou orientaram também em outros Programas ou em outras instituições, a partir do momento que estes docentes inserirem estas informações nos próprios currículos Lattes não

¹⁸ Para saber mais do funcionamento e critérios do *software* ScriptLattes recomenda-se a leitura de Mena-Chalco; Cesar-Jr (2013). O ScriptLattes atende apenas a plataforma Linux e está disponível para *download* gratuito em <<http://scriptlattes.sourceforge.net>>.

será possível separá-las utilizando o ScriptLattes – no sentido de isolar as orientações exclusivas do Programa analisado com as orientações de outros Programas –, ou seja, tudo será contabilizado na baía “orientações concluídas ou em andamento”, bem como nos gráficos gerados considerando todas as orientações daquele docente independentemente da origem institucional do aluno orientado, já que a informação obtida pertence ao currículo analisado. Para superar esse gargalo técnico, a proposta de uso desse *software* se limita às análises de publicação científica.

Outro ponto relevante é que o ScriptLattes faz a leitura do currículo e reorganiza a informação disponível, no entanto, o *software* associa as informações dispostas no Currículo Lattes como sendo exclusivas do responsável por aquele currículo. Isso significa dizer que independentemente da quantidade de coautores vinculados à produção bibliográfica do Currículo Lattes de um único pesquisador, o *software* apenas reconhecerá que toda a produção bibliográfica daquele currículo pertence exclusivamente ao possuinte do mesmo. Nesse sentido, para que o *software* interprete a colaboração é necessário que o responsável pelo currículo X tenha publicado em colaboração com o responsável do currículo Y e que ambos os currículos estejam no mesmo banco de dados do sistema, só dessa forma o *software* identificará a relação colaborativa, do contrário a colaboração não é mapeada.

Outro ponto importante é o cuidado acerca das duplicações de informações. O ScriptLattes reconhece similaridades de registros em até 80% e, independentemente do número de repetições destes, ele considera apenas um registro para fins estatísticos e gráficos. Um exemplo, numa relação de orientador e orientando – em que ambos estão no mesmo banco de dados do sistema do *software* – e que publicaram juntos um artigo em periódico, esse registro constará nos Currículos Lattes de ambos a mesma informação (dois registros idênticos), contudo, o *software* reconhece ambos registros e “exclui” um – favorecendo o primeiro autor do artigo – entretanto, tal exclusão não elimina o artigo do histórico do colaborador, mas favorece uma leitura estatística mais fiel. Isso evita uma leitura quantitativa equivocada a respeito da produção bibliográfica de grupos de pesquisa, departamentos, institutos e universidades.

Segundo Mena-Chalco; Cesar-Jr (2013), além do *software* ScriptLattes ser uma ferramenta pioneira, é possível gerar relatórios e grafos que detalham as atividades acadêmicas dos pesquisadores no período analisado.

O Software Gephi versão 0.9.2

Trata-se de um *software* livre para criação, manipulação e exploração de redes e grafos. O *input* para a geração das imagens e cálculos métricos deriva do resultado do *software* ScriptLattes. De acordo com Bastian et al (2009), o Gephi usa um mecanismo de renderização 3D – ato de compilar e obter o produto final de um processamento digital – para exibir grandes redes em tempo real e acelerar a exploração. A partir do resultado gráfico é possível calcular métricas de centralidade da rede global – que envolve todos os atores – e de redes egocêntricas – exclusivas para cada nó do grafo (atores).¹⁹

O Software R versão 3.5.1 (interface RStudio Desktop versão 1.1.453)

O “R” é um *software* livre (e gratuito) de estatística e possui uma enorme quantidade de procedimentos em milhares de pacotes livremente disponíveis na internet e que podem ser carregados opcionalmente (AQUINO, 2014). Os pacotes permitem ao R estabelecer operações de organização e análises de dados numéricos ou de *strings* (letras e palavras).

Para esta tese foi utilizado o *software* R pela interface RStudio com uso exclusivo do Pacote *Bibliometrix*, versão 1.9.4, que permite a partir de um conjunto de linhas de comando (um script de comando) organizar e analisar dados bibliométricos coletados nas bases de dados *Web of Science* (WOS) ou *Scopus* (ARIA e CUCCURRULO, 2017)²⁰. Entretanto, o pacote reconhece apenas os arquivos de registros bibliográficos cujo formato do mesmo seja “.BibTex” (tanto a WOS quanto a Scopus oferecem o *download* de registros nesse formato), uma vez que o sistema que rege o pacote está configurado para ler os metadados²¹ que são configurados nesta estrutura de dados.

A partir desse *software* e do Pacote *Bibliometrix* conseguimos acessar a estrutura dos registros bibliográficos e identificar e analisar, isoladamente ou em grupos, a frequência das

¹⁹ Para saber mais sobre o *software* Gephi recomenda-se a leitura de Bastian (2009). O *software* atende as plataformas Windows, Mac e Linux e está disponível para *download* gratuito em <<https://gephi.org/>>.

²⁰ O *download* do Pacote *Bibliometrix* pode ser feito diretamente a partir do *software* R (por mecanismo interno) ou pelo site <<https://cran.r-project.org/web/packages/bibliometrix/index.html>>.

²¹ Os metadados são habitualmente definidos simplesmente como dados descrevendo outros dados (CAMPOS, 2007).

palavras-chave indexadas, os índices de colaboração internacional (pela coocorrência entre autores e seus respectivos países), os autores mais produtivos e a plotagem de redes internacionais (considerando a colaboração entre os autores).

Para o conhecer os processos de instalação, usos e análises do *software* R recomendamos a leitura de Torgo (2006), Landeiro (2011) e Aquino (2014). O uso da interface RStudio Desktop é opcional, porém recomendamos a utilização. Ela facilita a visualização dos scripts de comando, dos dados a serem analisados e dos resultados obtidos²².

²² O *download* do *software* R pode ser efetuado gratuitamente em <<https://cran.r-project.org/>>. O *download* da interface RStudio Desktop pode ser efetuado gratuitamente em <<https://www.rstudio.com/>>. Ambos os *softwares* atendem a todos os sistemas operacionais.

2 CAPÍTULO 2 – A TRAJETÓRIA DO CAMPO ACADÊMICO DE 1950 A 1980: A FORMAÇÃO DA ENGENHARIA NAVAL

A formação do campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica no Brasil está relacionada a um período de desenvolvimento industrial nacional baseado na transferência de tecnologia (*know-how*) a partir de contratos firmados mediante políticas de industrialização dos anos 1950. Partiram dos setores produtivo e militar a necessidade de formar no país instituições, inicialmente, de ensino que suportassem esse desenvolvimento formando a mão de obra qualificada necessária.

É importante destacar que os termos “Naval” e “Oceânica” que compõem o nome dessa engenharia surgem em momentos distintos na história. A “Engenharia Naval” inaugura o campo e, ao longo de três décadas (1950 a 1980) foi a identidade do mesmo. Os termos estão relacionados aos padrões tecnológicos do momento, às capacidades de pesquisa das instituições científicas e a própria necessidade do setor produtivo.

Assim, apresentaremos dois aspectos que estimularam a criação do campo acadêmico de engenharia naval no Brasil: as trajetórias tecnológicas da Marinha do Brasil e do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e a implementação da moderna Indústria de Construção Naval.

Sobre a Marinha são apresentados aspectos históricos e da transferência de tecnologia militar proveniente do EUA e Inglaterra, que marcaram toda a primeira metade do século XX, até a percepção da mesma sobre a necessidade de reduzir a dependência tecnológica e de logística desses países.

Sobre o IPT discutiremos a evolução das capacidades e competências do mesmo entre os anos 1940 até 1980, tendo como pano de fundo a criação e expansão do Laboratório do Tanque de Provas e o papel de intermediação emergido a partir deste Laboratório para a formação dos primeiros cursos de Engenharia Naval no Brasil.

Sobre a moderna Indústria de Construção Naval, são apresentados algumas características do setor naval entre os anos 1940 e 1980, com destaque às políticas industriais – que permitiram aos estaleiros se expandirem e modernizarem –, momento de diversificação dos estaleiros e da expansão do emprego no setor.

É importante salientar que o conjunto de condições que favoreceram a criação do campo acadêmico ocorreu de forma simultânea e, em alguns aspectos, interdependente, sobretudo as relações da Marinha com o IPT, e deste com o setor produtivo.

2.1 Trajetória tecnológica da Marinha do Brasil: rumo à nacionalização do conhecimento

Ainda que o campo acadêmico tenha surgido no final da década de 1950 sabe-se que desde a primeira metade do século XIX a Marinha Imperial do Brasil já exigia ao Império Brasileiro a necessidade de se obter conhecimento sobre as práticas de construção naval – ou artes navais, como era denominado à época – a fim de se fortalecer perante potências navais europeias, sobretudo a partir da modernização e ampliação do Arsenal de Marinha promovida pelo Imperador Dom Pedro II. Coube a Marinha também promover as primeiras intenções de se construir localmente escolas que criassem capacidades e competências necessárias para reduzir a dependência técnica e tecnológica das atividades associadas à construção naval provenientes de outros países, bem como para manutenção da soberania do território brasileiro e do império.

Em carta ao imperador Dom Pedro II, reproduzida por Telles (2001, p. 34), o então Ministro da Marinha Joaquim José Rodrigues Torres, Visconde de Itaboraí, em 1834 havia feito o seguinte pronunciamento:

“(…) alheio às teorias da ciência (...) nossos construtores estão longe de poderem ser considerados hábeis engenheiros, e daqui pode resultar detrimento para o material da nossa Marinha de Guerra; a criação de uma Escola de Construção Naval (...) me parece aconselhada pelos interesses da Marinha e da Fazenda Pública.”

O requerimento no entanto não foi atendido e as primeiras escolas dessa engenharia surgiriam mais de cem anos após a carta. Tal pedido feito pelo Ministro daquela época respondia aos interesses da MB de continuar a expansão tecnológica para criação de novas embarcações militares e para promover a expansão de oficinas de manutenção de navios mercantes, além de dar sustentação à criação de uma cadeia produtiva que suportasse a

existência de um setor naval. Buscava-se, sobretudo, deixar a condição de “marinha periférica²³” (MARTINS FILHO, 2009).

Com o advento da República brasileira, em 1889, a Marinha do Brasil perde o prestígio que possuía durante o período Imperial e entra em profunda decadência tanto institucional quanto de capacidades tecnológicas. O Marechal Floriano Peixoto (2º Presidente Republicano, 1891-1894) instituiu via decreto que a modernização das forças de defesa seriam de tecnologias importadas e incorporadas à Armada e não mais desenvolvidas no país²⁴ (TELLES, 2001). Esta decisão impactou diretamente na composição da Marinha ao longo século XX.

Na autobiografia de Júlio Regis Bittencourt (1882 - 1964), publicada em 2005, engenheiro naval formado pela *Royal Naval College*, da Universidade de *Greenwich* (Inglaterra) e Almirante da Marinha do Brasil, o autor descreve que as duas primeiras décadas do século XX foram o período de maior deficiência da Instituição. Em suas memórias, Bittencourt (2005, p.89) relatou uma tentativa de retomada da produção de embarcações no Brasil e estimular, inclusive, a marinha mercante no início daquele século a partir das atividades do Arsenal, contudo “as máquinas e ferramentas existentes eram algumas integralmente obsoletas, vindas do tempo da Guerra do Paraguai e, na maior parte, não funcionavam mais”. Ainda, “na sala de risco do Arsenal não havia senão um amontoado de coisas imprestáveis, muito lixo, muita poeira, uma atroz imundice havendo fartas e bem nutridas ratazanas”. Ainda assim, conseguiram resultados satisfatórios, com o desenvolvimento de duas embarcações: os *Clippers*²⁵ *Brazil* e *Itália*.

O Arsenal estagnou a partir de 1890. A decadência teve como consequências não só o desestímulo dos engenheiros navais que já atuavam no país, que não mais construíam e ficavam apenas no ofício de reparos, como também, de acordo com Telles (2001, p.65), houve a “perda de uma preciosa experiência acumulada em um ramo da engenharia no qual o Brasil chegou a ficar entre os países mais desenvolvidos do mundo”.

²³ De acordo com Martins Filho (2009, p.106) as “Marinhas ‘periféricas’ apresentam uma trajetória que as distingue das Marinhas das potências navais (...) evoluindo por meio de saltos tecnológicos”.

²⁴ Telles (2001, p.62 e 96) afirma que pesou nesta decisão dois fatos: o primeiro relacionado a decepção tecnológica a respeito do *Cruzador Tamandaré*, um navio de guerra que desde o início das operações apresentava muitos defeitos. E o segundo trata da Revolta de 1893 da MB contra a República, reprimida por Floriano Peixoto e como retaliação máquinas e ferramentas da MB foram entregues ao Arsenal de Guerra do Exército, no qual Floriano era vinculado.

²⁵ *Clippers* eram veleiros de quatro mastros (TELLES, 2001 p.102).

“Para mostrar o progresso a que tinha chegado a nossa engenharia naval, basta dizer que pouco antes do final do Império estivemos prestes a mandar uma missão técnica à Alemanha, para ensinar construção naval, a pedido do governo daquele país – quando o Império Alemão resolveu criar a sua Marinha de Guerra – e que foi cancelado com a Proclamação da República”

Frente a impossibilidade da Marinha produzir suas próprias tecnologias, a MB evoluiu, ao longo do século XX, a partir de saltos tecnológicos associados à incorporação de tecnologias e/ou projetos externos, principalmente britânicos e estadunidenses. Tais saltos possibilitaram a MB conhecimentos relevantes a partir de aprendizados gerados pela apropriação e adaptação dessas tecnologias ao Brasil. A partir de Telles (2001), Martins Filho (2009) e Bittencourt (2009) foi possível identificar ao menos quatro saltos tecnológicos relacionados, sendo a incorporação: dos encouraçados *Dreadnoughts* (projeto britânico - 1910); dos contratorpedeiros classe *Cannon* (EUA - 1944); das fragatas *Vosper MK-10* (Inglaterra - 1970) e; dos submarinos *IKL-209-1400* (Alemanha - 1980), identificados no Quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Saltos tecnológicos da Marinha do Brasil durante o Século XX

Ciclo	Conhecimento/Tecnologia	Contexto Político-Econômico
1900 - 1930	<p>[1890] criação do Corpo de Engenheiros Navais da Armada.</p> <p>[1905 a 1908] <i>Projetos de Submarinos</i>. Tecnologia nacional de submarinos com propulsão a vapor: queima de um combustível convencional na superfície, e por meio de reações químicas exotérmicas, sem produzir fumaça, na navegação. Nenhum projeto foi construído.</p> <p>[1909 a 1910] Plano Noronha e a incorporação dos Dreadnoughts (Inglaterra): encouraçados de alta intensidade tecnológica.</p> <p>[Gerou] Ampliação estrutural da Marinha para abrigar as encomendas (dique seco)</p>	<p>Indústria de base quase inexistente;</p> <p><i>Presidente Afonso Pena</i> (1906-1909) e o “Plano Noronha”: adoção de navios de deslocamento moderado;</p> <p>Os estaleiros brasileiros estavam ultrapassados tecnologicamente e não havia indústria naval para respaldá-los (Bittencourt 2009, p.77)</p>
1930 - 1960	<p>Criação da Diretoria de Engenharia Naval (Decreto 21.994, de 1932)</p> <p>Incorporação dos Contratorpedeiros Classe Cannon (EUA)</p> <p>- Foram denominados Classe Bertioiga</p> <p>[Gerou] ganhos estruturais: a construção de um novo Arsenal (Ilha das Cobras).</p>	<p><i>Presidente Getúlio Vargas</i> (1930-1945 / 1950-1954): início da industrialização de base no Brasil (CSN – Volta Redonda em 1942)</p> <p>Programa de Reparcelamento Naval de 1932 (Programa Naval de 32 do Almirante Guilhem).</p>
1950 - 1980	<p>Incorporação das Fragatas <i>Vosper Mk-10</i> (Inglaterra)</p> <p>Possibilitou o aprendizado para executar as fragatas da classe Niterói (<i>learning by doing</i>):</p> <p>- Fragata Independência</p> <p>- Fragata União</p> <p>[Gerou] Nacionalização do conhecimento:</p> <p>[1951] Parceria com o IPT: Tanque de Provas</p> <p>[1956] Convênio Marinha - USP: criação do Curso de graduação em Engenharia Naval</p>	<p><i>Presidente Juscelino Kubitschek</i> (1956 – 1961): Plano de Meta. I e II Plano de Construção Naval (PCN):</p> <p>- Estímulos à produção naval</p> <p>- GEICON</p> <p>Período Militar</p>
1980 - 2000	<p>Contrato para construção de submarinos IKL-209-1400 [Convênio Brasil – Alemanha]</p> <p>- Tupi (construído na Alemanha); - Tamoio; Timbira; Tapajó (construídos no Brasil)</p> <p>[Gerou] projetos nacionais:</p> <p>- Construção do submarino Tikuna</p> <p>- Construção de Corveta Classe Inhaúma (aprendizado da experiência da Classe Niterói)</p> <p>- Construção da Corveta Classe Barroso</p> <p>- Criação do Centro de Projetos Navais</p>	<p>Período de Redemocratização Brasileira:</p> <p>- Crise do setor naval</p>

Fonte: Elaborado pelo autor, baseado em Telles (2001), Martins Filho (2009) e Bittencourt (2009).

Os dois primeiros ciclos identificados no Quadro 2.1, tratam das incorporações das embarcações militares tipo *Dreadnoughts*²⁶ e Contratorpedeiros Classe *Cannon*,

²⁶ Os *Dreadnoughts* eram as embarcações mais tecnologicamente avançadas e com o maior poderio de guerra embarcado já construídas até a primeira década do século XX no mundo, e o Brasil foi o segundo país a possuir

respectivamente oriundos da Inglaterra e Estados Unidos²⁷. Ambos os ciclos partilharam de um contexto político que favorecia o reaparelhamento a Marinha brasileira.

A incorporação destas embarcações serviram à Marinha como um estímulo à decisão de desenvolver sua própria construção naval militar permitindo investimentos em infraestrutura necessária para absorver as técnicas e tecnologias. O Arsenal, então, decide pela construção de um novo complexo militar que favorecesse a manutenção dos navios mais modernos incorporados a frota. O velho Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, situado no Morro de São Bento (continental) é desativado para fins de construção de embarcações e em 1938 é inaugurado o novo Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, na Ilha das Cobras.

No entanto, ainda que a Marinha se adaptasse (estruturalmente) às novas tecnologias, os estaleiros brasileiros no período, de acordo com Bittencourt (2009, p.77) continuavam “ultrapassados tecnologicamente e não havia uma indústria nacional para respaldá-los, pois o Brasil tinha uma economia quase totalmente agrícola nessa época”.

Crítica semelhante feita por Telles (2001, p. 65-66 e 99) que considerou a Marinha como um “corpo estranho dentro da realidade brasileira”, sendo uma “indústria tecnicamente avançada em um país agrário, sem siderurgia, quase sem outras indústrias de apoio e sem nenhuma formação de mão de obra especializada”.

Além do mais, as incorporações geravam uma externalidade negativa para a MB, uma vez que não havia indústrias para auxiliar o desenvolvimento tecnológico da instituição, constituía-se uma dependência tecnológica dos países que forneciam aquelas tecnologias à Marinha, como afirma Bittencourt (2009, p.77):

“Na realidade, não existia indústria nacional. O material necessário à construção ainda era importado, e não havia base para dar sustentabilidade ao empreendimento. Mesmo assim, a dependência no sistema logístico norte-americano atrofiara a capacidade da Marinha do Brasil em saber obter e avaliar a eficácia do material militar de que necessita para a defesa do país.”

dois exemplares destas embarcações, o Minas Gerais e o São Paulo. Os navios foram encomendados no estaleiro britânico *Armstrong Whitworth* em 1906 e foram apresentados à Marinha brasileira em 1910.

²⁷ A incorporação dessas embarcações não representou apenas o melhoramento tecnológico da Marinha brasileira, mas também gerou conflitos políticos e militares com países da América do Sul, com destaque para a Argentina e Chile. Essa discussão pode ser encontrada em MARTINS FILHO (2010).

Telles (2001, p.128) complementa afirmando que o índice de nacionalização de praticamente todos os materiais (utilizados na construção naval) em toda a primeira metade do século XX era “baixíssimo, quase inexistente”. O autor ainda elenca alguns dos materiais importados nesse momento: “chapas e perfis de cascos, máquinas e caldeiras, eixos e hélices, bombas, tubulações e acessórios, equipamentos elétricos e eletrônicos, armamentos e até as tintas para a pintura”. Ainda assim, os dois primeiros ciclos de incorporação provocaram importantes mudanças internas de caráter estrutural, técnica e tecnológica na Marinha brasileira durante as décadas iniciais do século XX e que favoreceram as futuras incorporações.

Os próximos dois ciclos correspondem a segunda metade do século XX e tratam respectivamente da incorporação das Fragatas *Vosper MK-10*, de origem inglesa, e da construção dos Submarinos *IKL-209-1400*, de origem alemã. Martins Filho (2009, p.115) afirma que ao contrário do que ocorreu nos saltos anteriores, a incorporação das Fragatas desencadeou um conjunto de processos que geraram profundas consequências como “efeitos sobre o currículo das escolas de formação e especialização de oficiais”, além de “provocar um efetivo choque cultural, uma mudança de paradigmas consubstanciada no abandono do modelo de Marinha que sobrevivia as custas de empréstimos de material obsoleto de origem americana.”

A incorporação destas Fragatas possibilitou a Marinha do Brasil adquirir conhecimentos (aprender) sobre embarcações tecnologicamente avançadas, aprimorando suas próprias capacitações que implicaram, por sua vez, na criação de duas embarcações nacionais: as Fragatas Independência e União, construídas no Arsenal de Marinha no Rio de Janeiro (TELLES, 2001 e MARTINS FILHO, 2009). Telles (2001, p.139-196) e Bittencourt (2009, p.79) discutem que essas mudanças paradigmáticas da relação da Marinha do Brasil com o desenvolvimento tecnológico ao longo dos anos 1950 também se deram devido ao contexto político e econômico favorável daquele momento e à criação da então moderna construção naval no Brasil, orientados, principalmente, pelo Programa de Metas de Juscelino Kubitscheck (JK) (1956 - 1961).

No entanto, ainda que a Marinha tivesse estabelecido um corpo de engenheiros navais desde o final do século XIX, não era suficiente para manter o processo de aprendizagem e não existia no Brasil nenhuma instituição que pudesse formar mão de obra especializada para absorver os conhecimentos dessa incorporação tecnológica. Frente a estes gargalos de carência de mão de obra e em favor de um cenário positivo, em vias de ascensão, do setor

produtivo, a Marinha do Brasil decidiu nacionalizar o conhecimento em engenharia naval e criar, em meados dos anos 1950, um curso de graduação para tal.

2.2 A seção naval do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)

O começo da história do Instituto confunde-se com a da Escola Politécnica de São Paulo, fundada em 1893. Criado em 1899 por Antônio Francisco de Paula Souza, o objetivo do IPT era atender as demandas de ciência e tecnologia dos setores públicos e privados, bem como contribuir para o desenvolvimento do conhecimento científico e tecnológico (SALLES FILHO *et al.*, 2000).

Em meados de década de 1940 o IPT inaugura a Seção de Tecnologia da Madeira, situada na Divisão de Aeronáutica, dedicada aos estudos navais, com o objetivo inicial de desenvolver um compensado de pinho resistente à ação da água. De acordo com IPT (1999), a busca de novas aplicações para o compensado de pinho estimulou estudos ligados à área de engenharia naval, principalmente ao desenvolvimento de embarcações e de propulsão.

O aprofundamento deste conhecimento despertou o interesse de autoridades políticas da época que patrocinaram pesquisas para o desenvolvimento de embarcações fluviais para navegação interior. O projeto do Cruzador de Recreio à Propulsão Dupla para navegação nos rios Araguaia e Tocantins inaugurou as atividades de engenharia naval no Instituto (IPT, 1999; SILVA, 2012).

A falta de laboratórios e conhecimentos de engenharia naval em território nacional forçaram os projetistas do IPT a realizarem teste no exterior. O aprendizado adquirido pelos engenheiros brasileiro, durante o acompanhamento dos testes realizados no laboratório holandês *Nederlandsch Scheepsbouwkundig Proefstation*, permitiu que fosse desenvolvido no Brasil, em 1951, o primeiro Tanque de Provas para ensaios hidrodinâmicos em escala reduzida.

Em 1952 a área de estudos náuticos foi desmembrada da Seção de Aeronáutica, ganha autonomia de pesquisa e passa a ser a Seção de Ensaio de Modelos de Embarcações. A primeira ação desta Seção foi de aumentar as dimensões do Tanque que passou a ter 60 metros de extensão, 3,7 metros de largura e 2,3 metros de profundidade. O então recente

Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq)²⁸ concede aportes financeiros para aquisição de equipamentos alemães que possibilitaram ao IPT aprofundar estudos de propulsão de embarcações e desenho de cascos adequados à realidade brasileira, permitindo competências para prestação de serviços aos projetos dos estaleiros nacionais e, de acordo com IPT (1999, p.139) “para apoiar futuros estudantes de arquitetura naval”.

A relação do IPT com a Marinha do Brasil ganhou destaque nesse período. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1999, p.139), destaca que uma palestra proferida em 1953 no Arsenal da Marinha no Rio de Janeiro chamou a atenção do Vice Almirante Cícero Marinho, então diretor de engenharia da Marinha, sobre as potencialidades da Seção de Embarcações do IPT. A pedido dele, o Capitão de Fragata Aniceto Santos – que seria, 10 anos depois, o primeiro presidente da Sociedade Brasileira de Engenharia Naval (SOBENA) – vistoriou o Laboratório e concluiu que o mesmo constituiria um passo decisivo para a emancipação técnica e industrial no país e que permitiria uma assistência teórica e prática ao futuro campo científico. O relatório do Capitão de Fragata Aniceto Santos recomendava uma contribuição financeira da Marinha para execução de acréscimos e melhoramentos na Seção de Ensaios de Modelos de Embarcações, especialmente em relação ao Tanque de Provas.

Acordos firmados entre as duas instituições, entre 1955 e 1956, permitiram a ampliação do Tanque de Provas que passou a medir 140 metros de extensão, 6,65 metros de largura e 4 metros de profundidade. O desejo da Marinha era realizar testes com embarcações mais velozes e de maior portes. Silva (2012) destaca que as primeiras pesquisas realizadas no Tanque foram o “mono-hélice Volta Redonda”, primeiro navio construído pelo estaleiro Ishibras e o “bi-hélice Vital Brasil”, construído pelo Arsenal da Marinha.

O sucesso dos investimentos na Seção de Ensaios de Modelos de Embarcações do IPT geraram condições para que fosse criado em 1957 o curso de Engenharia Naval na Escola Politécnica da USP, mediante convênio com a Marinha do Brasil.

Já em 1962, por meio de um processo de reestruturação do IPT, a Seção de Embarcações é incorporada pela Divisão de Engenharia Mecânica. Nesse período, novas atividades foram incorporadas aos estudos navais, sendo a mais importante, a construção do Túnel de Cavitação, ocorrida em 1963. Desse período também houve a preocupação com a capacitação de recursos humanos, sendo enviados ao exterior os engenheiros da Seção de Embarcações para fazerem cursos de pós-graduação.

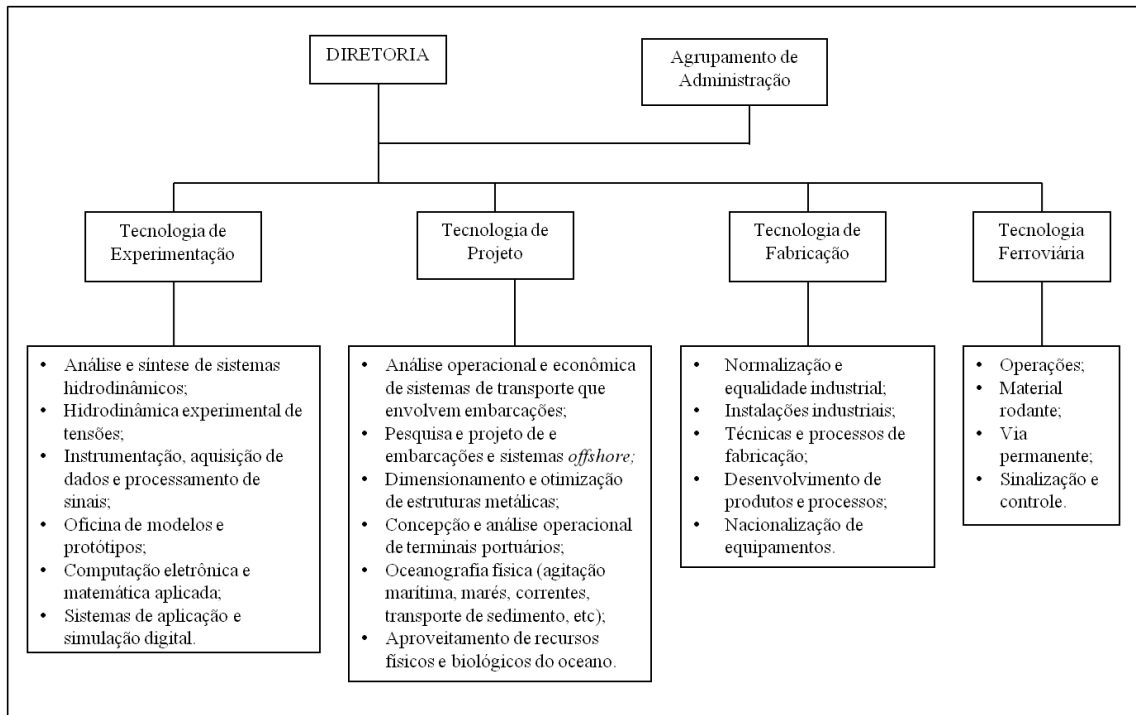
²⁸ Após 1974 receberia o nome de Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

O final da década de 1960 e o início da década 1970 representaram para os estudos navais do IPT um período de altos investimentos tecnológicos e de ampliação das atividades navais, fruto do crescimento econômico do Brasil, de programas da Marinha Brasileira para o desenvolvimento de projetos de embarcações militares e do estabelecimento da parceria com a Petrobras, principal parceiro tecnológico e financiador de pesquisas até os dias atuais. O relato de um ex-pesquisador concedido a Silva (2012, p.30) destaca que as transformações da área naval do IPT eram de circunstâncias relacionadas com as atividades econômicas e tecnológicas do país.

“(…) então houve uma época em que entre uma razão ou outra a indústria naval brasileira (a Marinha tinha participação nisso) teve um *boom* e muito ‘naval’ mesmo, eu quero dizer naval porque não estava em foco o *offshore*. E aí alguns estaleiros vieram para cá e construíram navios e coisa tal, e aí tinha um plano do governo de subsidiar essas indústrias e foi nesse momento que nasceu o agrupamento de engenharia naval na mecânica e que depois foi se transformando em engenharia naval do IPT.”

Em 1978 a Seção Naval do IPT sofre nova reestruturação e passa a formar a Divisão de Engenharia Naval (DINAV) que, de acordo com Silva (2012, p.33), já possuía especialistas em hidrodinâmica, projeto naval, computação e outras atividades acumulando capacidades e excelências em engenharia naval em tecnologia de experimentação, tecnologia de projetos, tecnologia de fabricação e tecnologia ferroviária (Figura 2.1).

Figura 2.1 - Organograma e principais atividades da Divisão de Engenharia Naval (DINAV) de 1978 a 1989



Fonte: SILVA (2012, p.33)

Entre 1970 e 1980 a seção naval no IPT acumulou competências e capacidades sobre técnicas de manobrabilidade de embarcações (para hidrovias), incorporou novos equipamentos no Tanque de Provas, como o gerador de ondas permitindo estudos experimentais do comportamento do navios em ondas, incluiu métodos computacionais para ensaios de lemes e cascos visando prever e aperfeiçoar as características de manobrabilidade de embarcações (TACHIBANA, 1999; SILVA, 2012).

2.3 A construção naval no Brasil: implementação, expansão e modernização dos estaleiros

A implementação do setor de construção naval brasileiro a partir de meados dos anos 1950 provocou transbordamentos imediatos que resultaram na criação de escolas e cursos de engenharia no Brasil. Como veremos a seguir, o curso de Engenharia Naval da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) surge com o propósito específico de suprir a mão de obra especializada para estaleiros beneficiados pelo conjunto normativo desenvolvido no contexto

do Programa de Metas. Além do mais, percebe-se que a medida em que o setor produtivo naval vai se desenvolvendo novas frentes acadêmicas de Engenharia Naval vão sendo criadas e acompanham tais transformações, resultando na criação de Laboratórios e linhas de pesquisa que lidam com os problemas do setor produtivo na medida em que eles aparecem.

GEIPOT²⁹ (1999b, p.44), Telles (2001, p.140), Goularti Filho (2011, p.310), Pereira (2013, p.148) e D’Avila e Bridi (2017, p.252) atribuem ao Programa de Metas de JK e suas consequências como sendo o ponto de início da “moderna construção naval no Brasil”. O Programa de Metas, de acordo com PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (1958, p.9-20), foi elaborado a partir de estudos e pareceres de especialistas dos setores produtivos que foram beneficiados e tinham por objetivo a orientação e execução de obras para a expansão ou implementação de indústrias e serviços “indispensáveis ao equilibrado desenvolvimento econômico do País” e desenvolveu-se em quatro etapas, sendo a primeira de investimentos do governo em energia (usinas hidrelétricas) e transportes (principalmente construção de estradas). A segunda compreendeu o incentivo às indústrias básicas (ferro, aço, celulose e cimento) e a ampliação da Petrobrás. A terceira, o estímulo às indústrias de bens de capital, inclusive a de construção naval e a última etapa foi a construção de Brasília.

O Programa contou com 30 metas para diferentes setores produtivos implementadas a partir de 1958 e as Metas 11 e 28 foram específicas ao setor de construção naval, como destacam Telles (2001), Bittencourt (2009) e Goularti Filho (2011). O destaque para as Metas ditas acima estão apresentadas no Quadro 2.2.

²⁹ O “Grupo Executivo de Integração da Política de Transportes” (GEIPOT) foi criado em 1965 com o objetivo de coordenar e desenvolver uma série de estudos de transportes. Em 1969 o GEIPOT tornou-se “Grupo de Estudos para Integração da Política de Transportes”, subordinado ao Ministério dos Transportes e, em 1977 tornou-se uma empresa pública chamada “Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes”, mantendo a sigla GEIPOT. Em 2002 a empresa foi extinta. Entretanto, durante sua existência publicou documentos sobre a política de transportes no Brasil e, mais precisamente, em 1999 realizou um conjunto de relatórios específicos sobre o transporte marítimo brasileiro, produzidos em parceria com instituições de ensino e pesquisa ligadas à área naval e de gestão. Retomaremos, devidamente, aos relatórios do GEIPOT no Capítulo 3 desta tese.

Quadro 2.2 - Programas de Metas de JK: Metas 11 e 28

Metas (Nº)	Nome	Descrição	Situação em 1955
11	Ampliação da frota de cabotagem e longo curso	Previa-se a incorporação, até 1960, de 80.000 toneladas dwt* de navios de longo curso, destinados ao transporte de carga geral, bem como expansão da frota especializada para transporte de minério e carvão; a incorporação de 330.000 toneladas dwt de navios petroleiros; a encomenda de 200.000 toneladas dwt de navios cargueiros e de três navios para 500 passageiros cada um, para serviços de cabotagem. Para a navegação fluvial e lacustre, prevê-se ainda a construção, em estaleiros nacionais, de 6 rebocadores, dois navios salineiros, um navio misto, um dique flutuante, uma barca oficina, 30 alvarengas e oito armazéns flutuantes, além da recuperação de 10 navios mistos.	Em 1955, navios brasileiros transportaram 5,7% do volume físico da carga geral de longo curso (7,6 % do valor total dos fretes)
28	Implantação de construção naval	Consistiu no reaparelhamento de 14 estaleiros e na criação de dois novos, adequados à construção de grandes unidades, a fim de ficar o país com a capacidade total nominal de 130.000 toneladas dwt anuais. A meta prevê ainda a construção de três diques secos para navios até 35.000, 10.000 e 4.000 toneladas, respectivamente, nos portos do Rio de Janeiro, Santos e Rio Grande.	Em 1955, os estaleiros nacionais eram de pequeno porte e sem aparelhamento adequado. Excluídos os diques da Marinha de Guerra, o Brasil só possui três diques secos, todos na Bahia de Guanabara.

Fonte: elaborado a partir de PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (1958).

Nota: * **DWT** (*gross deadweight ou deadweight*) é a soma de todos os pesos variáveis que um navio é capaz de embarcar em segurança. Na prática, mede a capacidade comercial dos navios, pelo peso que são capazes de transportar, o que dá também uma ideia do seu tamanho. É constituído pelo somatório dos pesos do combustível, água, mantimentos, consumíveis, tripulantes, passageiros, bagagens e carga embarcados. O porte é normalmente expresso em toneladas, frequentemente referidas como 'toneladas de peso morto' (tdw) (SARDINHA, 2013, p.6).

A implantação do Plano de Metas foi em parte apoiada pela criação de grupos executivos. Esses organismos foram criados, principalmente, em consequência da ineficácia da estrutura governamental existente e da dificuldade de realizar-se uma reforma administrativa profunda (GEIPOT, 1999b). Os grupos executivos foram organizados

paralelamente à estrutura dos ministérios e organismos governamentais e foram encarregados da administração e, por vezes, da própria formulação das políticas setoriais. A partir de 1956 foram criados diversos desses organismos colegiados, dentre eles o Grupo Executivo da Indústria de Construção Naval (GEICON), pela Lei nº 43.899 de 13 de Junho de 1958 (Quadro 2.3).

O Programa de Metas de JK, que incluía a meta número 11 para Renovação da Marinha Mercante e a de número 28 de Implantação da Construção Naval gerou um quadro normativo que transformou o setor produtivo e impulsionou seus atores. O Quadro 2.3 apresenta duas leis que foram consequência do Programa e que impactaram, indiretamente, no campo acadêmico de Engenharia Naval.

Quadro 2.3 - Normas derivadas do Plano de Metas de JK

Número - Data	Ementa/Destaque	Destinada à (aos)	Tipo da Norma	Situação
3.381, de 24 de Abril de 1958	Cria o Fundo da Marinha Mercante e a Taxa de Renovação da Marinha Mercante e dá outras providências.	Estaleiros	Lei Ordinária	Revogada (em 1970)
43.899, de 13 de Junho de 1958	Cria no Conselho do Desenvolvimento o Grupo Executivo da Indústria de Construção Naval (GEICON) Art. 2º Respeitadas as atribuições legais específicas dos órgãos governamentais, o GEICON terá por finalidade e atribuições: a) estudar, propor e estabelecer as normas e critérios gerais a serem observados pelos diversos órgãos governamentais, para execução das metas da Construção Naval; e b) estudar, coordenar, aprovar e propor, as medidas necessárias à realização dos projetos de estaleiros de Construção Naval, previstos nas metas estabelecidas pelo Governo.	Estaleiros	Decreto	Não consta revogação expressa

Fonte: elaboração própria, baseado em Telles (2001), Bittencourt (2009) e Jesus (2013).

A primeira consequência do Plano de Metas de JK – para o setor produtivo naval – foi o desenvolvimento e aplicação da Lei Ordinária 3.381 de Abril de 1958 que criou o Fundo da Marinha Mercante (FMM) e a Taxa de Renovação da Marinha Mercante que destinava-se a prover os recursos financeiros necessários à renovação da Marinha Mercante – recursos estes provenientes de uma porcentagem sobre os fretes marítimos e da taxa de arrecadação aduaneira³⁰.

No mesmo ano, o Decreto 43.899 de Junho de 1958 criava o Grupo Executivo da Indústria de Construção Naval (GEICON) que objetivava a implantação da grande construção naval no Brasil (TELLES, 2001, p.140). O Grupo era formado por representantes do Ministério da Marinha, da Fazenda e do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico (BNDE) e tinha por objetivo receber, analisar e aprovar planos apresentados por terceiros para construção, ampliação ou modernização de estaleiros³¹. O montante destinado aos projetos totalizou 40 milhões de dólares.

Esse conjunto normativo promoveu a expansão e modernização do setor produtivo. GEIPOT (1999a; 1999b) lembram que entre 1958 e 1964, os grupos executivos produziram várias recomendações visando o impedimento ou pelo menos a eliminação de incentivos para importação de navios. No entanto, pelo fato de não existir estruturas que dessem apoio ao desenvolvimento do setor, todos os empreendimentos contaram com assistência técnica estrangeira para construção e ampliação dos estaleiros e para a transferência de *know-how* de construção naval. Telles (2000, p.141) afirma que “naquela ocasião era grande a carência de mão de obra especializada em todos os níveis. Com exceção de alguns oficiais de Marinha engenheiros, não dispúnhamos de praticamente nenhum outro engenheiro naval”, forçando “os estaleiros a trazer mão de obra do exterior” ou mesmo, como continua o autor, de “improvisar cursos de formação de mão de obra”.

Os primeiros resultados das Metas de JK implementadas em 1958 surtiram efeito para o setor produtivo naval já nos anos 1960 como o desenvolvimento de novas embarcações de grande capacidade e o início da diversificação dos produtos pelos estaleiros, a formação da

³⁰ Para conhecer com maiores detalhes essas políticas e instituições recomendo a leitura do Capítulo 2 da tese de doutorado de JESUS (2013).

³¹ De acordo com Telles (2000, p.140) dos projetos analisados, seis estaleiros foram beneficiados, sendo: ampliação e modernização do Estaleiro Mauá; Construção do Estaleiro Inhaúma; construção do Estaleiro da Verolme Reunidos do Brasil; ampliação e modernização do Estaleiro EMAQ (Engenharia e Máquinas S.A.); ampliação e modernização do Estaleiro Caneco S.A. e; ampliação e modernização do Estaleiro Só S.A.

cadeia de fornecimento (motores e componentes) e a criação da primeira plataforma semissubmersível de exploração de petróleo.

Também em decorrência do Programa de Metas de JK, um novo conjunto de programas e instituições foi formado e deu respaldo às transformações do setor produtivo. A saber, a Comissão da Marinha Mercante (CMM), criada em 1941 – portanto anterior ao Plano – tem suas atribuições expandidas³² em 1958 e fica encarregada de gerenciar o Fundo da Marinha Mercante (FMM), passando a desempenhar um papel relevante no processo de renovação da frota e de expansão da indústria de construção naval, no contexto do Plano de Metas.

Entre 1958 e 1960 atuação da CMM caracterizou-se principalmente pela alocação das encomendas e incentivos. De acordo com GEIPOT (1999b), a Comissão foi a única compradora de navios produzidos no país e a única responsável pela concessão de prêmios aos estaleiros. Nesse período, os recursos do FMM foram aplicados pela CMM em:

- Encomendas de embarcações feitas em nome da CMM a estaleiros instalados no Brasil e no exterior, para posterior alienação a empresas de navegação públicas e privadas;
- Operações de financiamento aos armadores privados, para compra de embarcações no exterior com a finalidade de renovar a frota nacional.

Entretanto, a partir da ascensão da Ditadura Militar (1964 – 1985), a CMM foi considerada “pouco eficiente e sem agilidade necessária” pelo novo regime instaurado, que culminou, em 1969, com a transformação da CMM na Superintendência Nacional de Marinha Mercante (SUNAMAM)³³. Assim, as atribuições desta última passaram a cumprir os seguintes termos:

³² GEIPOT (1999b, p.45-45) observa que A CMM foi criada pelo Decreto-Lei no 3.100, de 07/03/1941, como um órgão do Ministério da Viação e Obras Públicas. Nessa primeira fase, as atribuições da CMM limitavam-se à função disciplinadora da navegação. Não havia projeto de desenvolvimento de uma indústria de construção naval e mesmo para a marinha mercante, não se produziram efeitos relevantes, em termos estratégicos ou de desenvolvimento do setor.

³³ A Superintendência Nacional da Marinha Mercante, subordinada ao Ministério dos Transportes, foi criada pelo Decreto n.º 64.125, de 21 de fevereiro de 1969, constituindo-se no principal organismo governamental do setor marítimo naquele momento.

- Planejamento da frota: dimensionamento da frota, elaboração dos planos de construção naval, distribuição dessa frota entre os armadores; financiamento; concessão de subsídios; controle dos recursos do FMM; controle sobre a performance física e financeira das companhias", através de prestações de contas anuais;
- Concessão e cancelamento de autorização para as companhias operarem rotas e transportar qualquer tipo de carga; autorização para compra e venda de navios novos ou de segunda mão no Brasil ou no exterior; autorização de afretamento por parte dos armadores nacionais; aprovação das taxas de frete diferenciadas; estabelecimento das tabelas de fretes de cabotagem, e de tarifas de navegação interior, travessias e serviços de navegação de apoio portuário;
- Representação do Governo nas negociações com as Conferências de Frete e de acordos bilaterais; negociação com os armadores para implantação e manutenção de serviços.

Os Quadros 2.4 e 2.5 apresentam, respectivamente, os estaleiros beneficiados (e as ampliações e modernizações) pelo Programa de Metas e, as principais realizações do setor de construção naval brasileiro ao longo de toda a década de 1960, resultado das medidas deste Programa.

Quadro 2.4 - Estaleiros beneficiados pelo Programa de Metas

Ano de criação	Estaleiro (Estado)	Benefícios do Programa de Metas a partir de 1959
1850	Só (RS)	Ampliação da infraestrutura e modernização: possuía uma oficina para a construção de embarcações com casco de laminado de fibras de vidro.
1886	Caneco (RJ)	Ampliou a infraestrutura para receber embarcações de grande porte e se informatizou (1980). Em 1977 constituiu uma empresa subsidiária, a Engenavi, que realizava trabalhos de projetos e consultoria para terceiros.
1907	Mauá (RJ)	Ampliação de todas as oficinas, construção de uma carreira com 194 metros para acomodar embarcações de grande porte. De 800 trabalhadores em 1957, passou a ter 5.300 trabalhadores em 1980.
1914	EMAQ (RJ)	Ampliação da área do terreno ocupado pelo estaleiro. Aquisição de máquinas modernas de corte. Em 1968 foi pioneiro em informatização, instalando o sistema CAD/CAM usado em todos os projetos.
1959	Ishibrás (RJ)	Criado a partir dos benefícios concedidos pelo GEICON
1959	Verolme (RJ)	Criado a partir dos benefícios concedidos pelo GEICON

Fonte: elaborado a partir de Telles (2001) e Jesus (2013).

Quadro 2.5 - Principais realizações da Construção Naval no Brasil ao longo da década de 1960

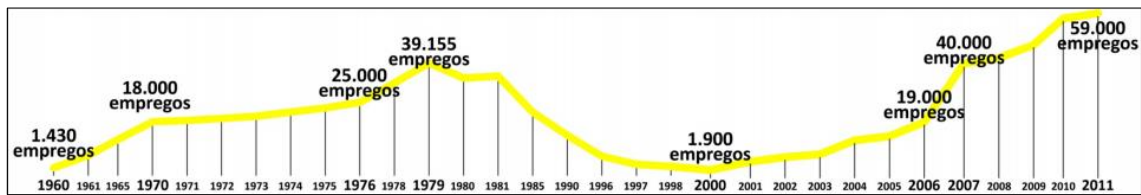
ANO	Estaleiro / (Fornecedor)	Principais realizações
1961	Mauá	Cargueiro Ponta d'Areia
1962	Verolme	Cargueiro Henrique Lage (o primeiro navio mercantes de construção nacional com propulsão a turbina a vapor)
1964	Ishibrás	Cargueiro Buarque (projeto da própria Ishibrás)
1965	EMAQ	Cargueiro Procyon
	Só	Cargueiro Arcturus
1966	Mauá	Graneleiro Mário d'Almeida
	Indústrias Villares (Fornecedor)	Fabricação de motores diesel marítimos de propulsão
	Caneco	Rebocador Vitória (o maior da América Latina até aquele momento)
1967	Ishibrás	Dique flutuante
	Mauá	Plataforma Semissubmersível <i>Petrobras I</i> , para exploração de petróleo. A primeira construção desse gênero no Brasil.
1968	Ishibrás	Graneleiros Frotasul e Frotanorte
	Mauá	Navio-frigorífico Alberto Coccozza. O primeiro desse tipo construído no Brasil.
1969	Ishibrás	Motores marítimos Ishibrás-Sulzer
	Mecânica Pesada (Fornecedor)	Construção de motores diesel de propulsão, licenciados pela empresa alemã MAN Diesel
1970	Ishibrás, Verolme e Mauá	Jumborização* dos navios-tanque Candeias, Taquipe, Aratu e Itaparica. Obras inéditas no Brasil.

Fonte: elaborado a partir de TELLES (2001) e JESUS (2013).

Nota: * Jumborização é o aumento da capacidade de carga e transporte de uma embarcação já existente.

A criação, expansão e modernização do setor produtivo de construção naval a partir do final dos anos 1950 – fomentado por ações governamentais – cujos efeitos começaram a surgir a partir dos anos 1960, gerou a necessidade de mão de obra qualificada para atender ao nascente setor. Inoue e Leal (2010, p.213) afirmam que o contexto industrial dos anos 1960 inaugurou no país um novo ciclo da construção e ampliação dos estaleiros, a importação e a instalação de equipamentos, o recrutamento de engenheiros e técnicos e os treinamentos de mão-de-obra. O Gráfico 2.1 apresenta, numa linha histórica, o volume de empregos diretos gerados pelo setor de construção naval.

Gráfico 2.1 - Empregos gerados no Setor de Construção Naval brasileiro (1960 a 2011)



Fonte: SINAVAL (2012).

Para Pasin (2002, p.138), a atividade industrial naval é intensiva em mão-de-obra e incorporadora de economias de escala, apresentando ainda grandes efeitos sobre a cadeia produtiva, especialmente a montante. A curva de empregos para a construção naval comprova o resultado das políticas federais e produção dos estaleiros, saindo de 1.430 empregos em 1960 para 18 mil em 1970 e atingindo o ápice – do século XX – em 1979 com a marca de 39.155 mil empregos.

A questão da mão de obra que atenderia ao novo setor de construção naval no Brasil foi o estopim para a criação dos cursos de Engenharia Naval no país, mas principalmente a formação deste curso na Escola Nacional de Engenharia (E.N.E.) da Universidade do Brasil – atual UFRJ (como veremos em detalhes adiante). Entretanto, é possível avaliar a importância da empregabilidade do setor para a formação dos cursos dessa engenharia a partir de uma comunicação emitida em um evento acadêmico, pela Comissão Coordenadora do curso de Engenharia Naval da E.N.E. exaltando os reais objetivos que o curso pretendia atingir:

“A E.N.E. orgulha-se de contribuir para o desenvolvimento da Indústria de Construção Naval, por meio de seu curso para formação de Engenheiros de Construção Naval.

“O referido Curso, abrigado pelo mais antigo e mais glorioso estabelecimento de ensino superior de Engenharia no Brasil, foi consignado pela Excelentíssimo Sr. Presidente da República, na meta de construção Naval como acabamento e complementação desse importante setor das atividades industriais do País, e mereceu, ainda, destaque especial na mensagem que S. Ex.^a enviou, no corrente ano, ao Parlamento.

“Essa realização, porém, não teria sido possível sem o apoio firme e patriótico de entidades privadas e paraestatais, entre as quais se encontram a grande maioria do Estaleiros, e Companhias de Navegação, brasileiros.

“A E.N.E. procura retribuir a confiança com a qual foi distinguida pela Ex.^{mo} Sr. Presidente da República, pelos Estaleiros e pelas Companhias de Navegação, dando vida a um curso, organizado nos moldes dos melhores do mundo, que possa ser de real benefício para a Indústria de construção Naval em particular, e para a Marinha Mercante Brasileira em geral.

“A partir de 1961, o Brasil, sua Indústria Naval, e sua Marinha Mercante, poderão contar com Engenheiros Navais competentes, técnica e cientificamente preparados, quais serão os formados pela Escola Nacional de Engenharia.

“Isto, além dos engenheiros navais brilhantemente formados por aquele Escola de enorme prestígio científico qual é a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, que organizou pioneiramente o primeiro curso de Engenharia Naval no Brasil e que já formou a 1ª turma de engenheiros navais.

“A Escola Nacional de Engenharia aproveita esta oportunidade para felicitar a Escola Politécnica de São Paulo pelo brilhante êxito de seu curso de Engenharia Naval, tanto mais valioso por se encontrar longe das facilidades oferecidas por um grande centro industrial naval, qual é o Rio de Janeiro.

“Estas facilidades são as que garantiram, em grande parte, o sucesso do curso da Universidade do Brasil, justamente com o “currículum”, estudado para atender não somente às exigências imediatas da Indústria Naval e da Marinha Mercantes, mas também ao fortalecimento dos alicerces daquele grande centro técnico-industrial de Engenharia Naval, qual tornar-se-á, inevitavelmente o Rio de Janeiro” (COMISSÃO COORDENADORA DO CURSO DE ENGENHARIA NAVAL, 1960, p.162-163).

Durante a década de 1970 o setor produtivo de construção naval viveu seu ápice de produtividade quando o Governo Federal (governo Médici) lançou o Primeiro Plano de Construções Navais (I PCN) – um plano plurianual (1970 a 1974) que previa a encomenda e construção nos estaleiros nacionais de 116 embarcações de todos os tipos, com investimento inicial de 1,2 bilhão de dólares. Devido ao sucesso do I PCN, novamente, em 1974, o Governo lança o Segundo Plano de Construções Navais (II PCN) com um prazo maior, até 1980, que previa a construção de 765 embarcações, com investimento de 3,3 bilhões de dólares.

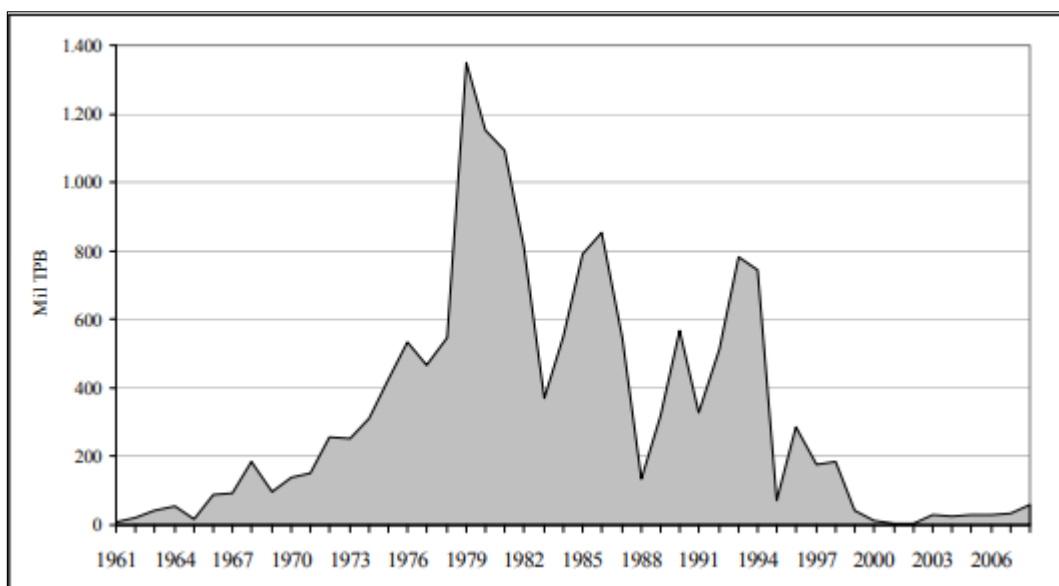
GEIPOT (1999b) afirma que os “PCNs” eram planos indicativos em que o governo militar estabeleceu metas com base em previsões da evolução do comércio exterior e da

expansão esperada da participação da bandeira brasileira, sob a nova legislação de reserva de carga. As condições para a concreta efetivação dos planos eram garantidas porque a SUNAMAM dispunha dos recursos necessários para sua implementação e, além disso, detinha poder suficiente para orientar os investimentos para o cumprimento dos planos.

“A rigor, os armadores tinham acesso aos generosos financiamentos sob a condição de concordarem com as especificações dos navios orientadas pela Sunamam. Em compensação, tinham acesso a rotas e cargas reservadas, de modo que a demanda pelos serviços dos navios era virtualmente garantida” (GEIPOT, 1999b, p.51).

A partir desse contexto político e econômico, de 1970 até o início dos anos 1980 o Brasil esteve no restrito grupo de países construtores de supernavios (de grande porte) e o estaleiro Ishibrás foi considerado como um dos mais modernos do mundo. De acordo com Telles (2001, p.189) a indústria de construção naval figurou, ao longo desse período, como a terceira maior do mundo, momento de grande produção de embarcações (Gráfico 2.2) e também de consolidação da cadeia de fornecedores (com mais de 300 empresas no segmento) e o Brasil, devido a sofisticação dos projetos executados, passou a atender demandas externas.

Gráfico 2.2 - Produção da Construção Naval no Brasil (1961 a 2006) por mil TPB*



Fonte: ASSIS (2010).

Nota: * TPB: Toneladas por Porte Bruto.

Com a garantia de demanda nos anos 1970 e parte de 1980, os estaleiros seguiram suas políticas de ampliação e modernização, momento que ficou marcado pela massiva informatização dos estaleiros que, de acordo com Telles (2001, p.187) “revolucionou os métodos de projeto e de construção naval”. A revolução tecnológica baseada nesse processo de implantação de sistemas informáticos dos estaleiros contou com a participação ativa do Departamento de Engenharia Naval da UFRJ e da Divisão de Tecnologia de Transportes do Instituto de Pesquisa Tecnológicas (DITT/IPT) – sendo que esta lidava com projetos de tecnologia naval e que era responsável pelo Laboratório do Tanque de Provas (TELLES, 2001, p.182; SILVA, 2012). O sistema CAD/CAM para elaboração dos projetos e para o corte de chapas, que já era utilizado pelo estaleiro EMAQ desde 1968, foi implementado no estaleiro CANECO em 1980. Tal sistema foi desenvolvido com o auxílio da COPPE/UFRJ e financiado pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).

De acordo com Goularti Filho (2014, p.456-457) a industrialização pesada brasileira, iniciada em 1956 permitiu a formação de um aglomerado inter-relacionado e difusor de inovação, voltado para os estaleiros, dividido entre indústria pesada (aço, motores diesel, escotilhas mecânicas, mecânicos mastro e paus de carga), indústria média (máquinas de leme, guinchos, molinetes, cabrestantes, bombas em geral, compressores, instalações frigoríficas e desumidificadoras, geradores elétricos, quadros, cabos e equipamentos elétricos, eixos hélices, fundidos e forjados) e indústria leve (receptores e transmissores de rádio, aparelhos eletrônicos, revestimentos, isolamentos, forração, mobiliário, aparelhos hidráulicos, canalizações, válvulas, maçame, poleame e ornamentação) e que “a presença desses equipamentos na indústria brasileira formou a chamada navipeças, parte integrante do aglomerado da indústria da construção naval pesada”, e que “surgiu exclusivamente para atender aos estaleiros e/ou a muitos empresários, que diversificaram suas empresas e também passaram a produzir ou a fornecer insumos navais”. Algumas das principais realizações dos Estaleiros no período de 1970 a 1980 estão descritas no Quadro 2.6.

Quadro 2.6 - Principais realizações dos Estaleiros na década de 1970

Ano	Estaleiro	Principais realizações	Total de entregas*
1971	Verolme	Graneleiro Doceangra (projetado pela Engenavi)	17 navios
	MacLaren	Navio Paicara, tipo catamarã. Primeiro que foi produzido no Brasil com capacidade para mil passageiros para serviço na Amazônia	
1972	Mauá	Navio-tanque Alagoas de 26.000 tpb. Primeiro navio desse porte no mundo, dispendo de sistemas de controle automático.	31 navios
1974	Não identificado	Inauguração de uma fábrica de hélices navais no Rio de Janeiro	-
1975	Mauá	Cargueiro tipo PRI-121 Caiçara. É um projeto nacional de cargueiros versáteis	42 navios
1976	Ishibrás	Petroleiro Docepolo. Maior navio construído no Hemisfério Sul até aquele ano	46 navios
1977	Ebrasa	Construção do navio de pesquisa oceanográficas Atlântico Sul	48 navios
1979	Verolme	Plataforma de exploração de petróleo <i>Petrobras V</i>	50 navios
1980	Verolme	Graneleiro ore-oil Docealfa tipo PANAMAX. Este tipo são navios especialmente projetados para navegar no Canal do Panamá	-

Fonte: elaboração própria, a partir de TELLES (2001) e JESUS (2013).

Nota: * O total de entregas considera, em cada ano, a produção de todos os Estaleiros no Brasil.

2.4 Surgem as primeiras Graduações de Engenharia Naval e o campo se institucionaliza

O desenvolvimento tecnológico ocorrido pelas políticas industriais dos anos 1950 forçaram os setores da indústria naval e da Marinha do Brasil a procurarem formas para a adaptação tecnológica proveniente dos acordos de transferência tecnológica. O campo acadêmico de Engenharia Naval surge a partir de dois arranjos contratuais formais para inicialmente fornecerem a mão de obra necessária para a manutenção do próprio setor produtivo e, se institucionaliza, enquanto campo acadêmico, com a criação da Sociedade Brasileira de Engenharia Naval (SOBENA) em 1962.

O primeiro arranjo é um convênio estabelecido em 1956 entre a Marinha do Brasil, a Universidade de São Paulo (USP) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), que dará origem ao Departamento de Engenharia Naval da USP, e que permanece ativo até os dias atuais. O segundo também é um convênio, estabelecido em 1959, e trata de relações diretas

entre o setor produtivo – representado por um conjunto de Estaleiros – com a Escola Nacional de Engenharia (E.N.E.) da Universidade do Brasil, atual Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que por sua vez, dará origem ao Departamento de Engenharia Naval daquela universidade.

Assim, os dois primeiros subitens discorrem sobre os aspectos que compuseram tais arranjos e apresentam os devidos programas de graduação. E o terceiro subitem apresenta a SOBENA e sua relevância no campo através dos eventos acadêmicos.

2.4.1 O convênio entre a Marinha do Brasil e a Universidade de São Paulo (USP)

Guerra (1994, p.420) afirma que antes mesmo de qualquer órgão do governo se preocupar com a formação de mão de obra especializada na área naval, a Marinha se antecipou e, por meio de uma comissão de engenheiros desta instituição militar, estudou e planejou o estabelecimento, no país, de um curso para a formação de engenheiros navais.

De acordo com Albuquerque e Pires Junior (apud TELLES, 2001, p. 239), o curso de engenharia naval foi “negociado” inicialmente para existir na Universidade do Brasil (atual UFRJ), dado o aspecto de proximidade geográfica com o Arsenal de Marinha situado no Rio de Janeiro e pela própria estrutura já existente, mas segundo os autores “não houve bom entendimento entre a Marinha do Brasil e a Congregação dos Professores da Universidade do Brasil, ensejando que a Marinha partisse para a Universidade de São Paulo”.

Bittencourt (2001) apud Telles (2001, p.200) e USP (2007, p.30) compartilham o entendimento de que a Marinha “acertou” em desenvolver o curso de engenharia naval em uma instituição já tradicional, como a Universidade de São Paulo. Diferente do Exército e da Aeronáutica que criaram instituições próprias para desenvolverem pesquisas e tecnologias, a Marinha optou por utilizar os recursos já instalados na universidade, bem como incrementá-los.

Ainda, para Guerra (1994, p.422), o fato da Marinha do Brasil ter escolhido a USP como sendo a sede de um curso de engenharia naval foi “uma solução inteligente”. Este autor destaca que a Marinha brasileira não inovou quando estipulou o convênio com a universidade, mas sim que “seguiu as instruções adotadas nos países mais desenvolvidos, onde as marinhas não dispõem de escolas próprias”, como por exemplo a “Universidade de Michigan e o

Massachusetts Institute of Technology (MIT), pela Marinha norte-americana, e o King's College, pela Marinha inglesa”.

Ainda que a USP não tenha sido a primeira opção da Marinha brasileira, a estrutura científica e tecnológica já disponível nesta universidade (na Escola Politécnica) e no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) – que servia à Escola Politécnica como um espaço para aulas práticas e, ao Estado, para pesquisas contratadas – eram condições bastante atraentes.

Para Guerra (1994, p.434), IPT (1999, p.139) e SILVA (2012, p.29), a consolidação da capacidade tecnológica do IPT do início dos anos 1950 gerou condições para que, em 1956, portanto menos de uma década depois, fosse criado o curso de engenharia naval da Escola Politécnica da USP, conveniado com a Marinha do Brasil.

A discussão para instauração do convênio começou em 13 de maio de 1955 entre as partes envolvidas. Em 18 de outubro do mesmo ano foi acatada a proposta e, conseqüentemente, a aprovação do curso de engenharia naval pela comissão dos docentes da Escola Politécnica. E o Convênio foi definitivamente assinado no dia 8 de maio de 1956 na mesma cerimônia em que também foi inaugurado a expansão do Tanque de Provas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – de 80 metros, atingindo o total de 140 metros –, que fazia parte dos acordos estabelecidos para criação e manutenção do curso de engenharia naval na Universidade de São Paulo (USP, 2007; SILVA, 2012). O acordo também foi celebrado pelos jornais de circulação nacional (Figura 2.2).

Figura 2.2 - Curso de Engenharia Naval na Escola Politécnica (09 de Maio de 1956)

ESTADO DE S. PAULO - QUARTA-FEIRA, 9 DE MAIO DE 1956

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ABERTO O CURSO DE ENGENHARIA NAVAL NA ESCOLA POLITECNICA

Assinado ontem o convenio entre o Ministerio da Marinha e a U.S.P. — Presente ao ato o ministro da Marinha — Benefícios para a marinha mercante e de guerra

Com a presença do ministro da Marinha, almirante Antonio Vares Camara Junior, do Rector da Universidade de São Paulo, prof. Alípio Correa Netto, de altas autoridades militares, de professores universitários, diretores de faculdades, e grande numero de pessoas, realizou-se ontem, na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, a cerimonia da assinatura do convenio entre a Universidade de São Paulo e o Ministerio da Marinha, para instalação do curso de Engenharia e Construção Naval na Escola Politécnica.

Tomaram assento á mesa que dirigiu trabalhos, além do Rector Professor Alípio Correa Netto e do ministro da Marinha, o prof. Francisco de Assis Humberto Maffei, diretor da Escola Politécnica, almirante Richard F. Whitehead, chefe da Missão Naval norte-americana, general Segadas Viana, representante Comandante da Zona Militar do Centro, almirante Anísio Cruz Santos, chefe de mar-guerra e engenheiro naval, Octavio Cunha, almirante Cicero Freitas Marinheiro, diretor de Engenharia Naval, almirante Matoso Maia, diretor do Arsenal da Marinha, e vice-almirante Mauricio Eugenio Xavier do Prado, diretor do Pessoal da Marinha, Autberto Rocha, representante do Brasil, eng. Flavio Itapura de Miranda, representante da Federação das Industrias, capitão de fragata Charles Allsop, membro da Missão Naval norte-americana, capitão de fragata Jorge de Noronha, oficial de ligação naval da Missão Naval norte-americana, os seguintes membros da comitiva do ministro da marinha: capitão de fragata José Claudio Beltrão Frederico, capitão de corveta eng. naval Deolco Simch Campos, capitão-de-corveta e eng. naval Ari Marques Jones e capitão-de-fragata e eng. naval José Geraldo Lima. Abrindo a sessão falou o Rector da U. S. P., prof. Alípio Correa Netto, que enalteceu o significado do ato, tanto para a Universidade de São Paulo, quanto para a Marinha de Guerra do Brasil, que não iria mandar ao estrangeiro, de ora em diante, o pessoal destinado á engenharia de construção naval. A seguir falou o prof. Francisco de Assis Humberto Maffei, diretor da Escola Politécnica, que disse da satisfação que lhe sentia, em ver que o instituto que ele dirigia sob a sua direção foi escolhido pelas altas autoridades da Marinha Nacional, para receber o primeiro curso de Engenharia e construção naval a instalar-se no Brasil. Logo após deu-se a assinatura do convenio entre a U. S. P. e o Ministerio da Marinha, tendo assistido pela Universidade de São Paulo o Rector, prof. Alípio Correa Netto, e pela Marinha o vice-almirante Mauricio Eugenio Xavier do Prado, diretor-geral do Pessoal do Ministerio da Marinha. Em nome da Escola Politécnica falou as autoridades o prof. J. O. Monteiro de Camargo. Depois de expor as vantagens de se manter um curso de Engenharia Naval, possibilitando a formação de turmas de engenheiros civis e militares capazes de impulsionar a nossa marinha mercante e de guerra, frisou que a Universidade de São Paulo não medirá esforços para que os ensinamentos, que irão receber os futuros engenheiros navais naquele instituto universitario, sejam sempre do mais alto nível técnico e científico, a exemplo dos demais cursos universitários da U. S. P. A seguir, o almirante Antonio Vares Camara Junior disse da satisfação que lhe causava o ato, enaltecendo a cooperação entre a U. S. P. e o Ministerio da Marinha.

NA CIDADE UNIVERSITARIA

A seguir, as autoridades estiveram na Cidade Universitaria, onde encontra instalado o tanque de provas de navios, do Instituto de

Pesquisas Tecnológicas, tendo o ministro Alves Camara inaugurado a primeira experiencia de cascos; o almirante Cicero de Freitas Marinheiro, diretor de Engenharia Naval, inaugurou o primeiro ensaio de helice. Ambas as provas foram realizadas pelo eng. Aldo Andreoni, chefe da secção naval do I. P. T.

TANQUES DE PROVAS

Conforme já tivemos oportunidade de informar através de minuciosa reportagem publicada em nossa edição de 28 de abril ultimo, o tanque de provas de modelos de navios do I. P. T. é o unico existente no Hemisferio Sul, entre os 35 do mundo. É uma instalação indispensavel ao estudo da arquitetura naval, de custo relativamente baixo, mas cuja operação exige requisitos nem sempre ao alcance de países sem tradição na tecnologia naval. A sua construção foi o resultado dos esforços e renome do I. P. T., que conseguiu o estagio de um de seus tecnicos num laboratorio naval holandês e o valioso concurso de um grande tecnico naval alemão.

O CONVENIO

De acordo com o convenio ontem assinado, a Escola Politécnica manterá, na sua organização didactica, um Curso de Engenheiros de Construção Naval de acordo com o curriculo estabelecido no Decreto Estadual nº 25230, de 16 de dezembro de 1955, obedecendo á seguinte orientação geral: a) — 2 anos fundamentais, comuns com os demais cursos da Escola; b) — 3 anos especializados, com disciplinas gerais comuns a outras especialidades de engenharia, disciplinas gerais proprias da Construção Naval e disciplinas especificas para cada uma das três opções: I) Estruturas, II) Máquinas, e III) Eletronica.

O Curso será frequentado por três tipos de alunos: a) — estudantes civis, matriculados de acordo com as normas regulares da Escola Politécnica; b) — estudantes civis; bolsistas da Marinha do Brasil; c) — oficiais da Marinha do Brasil, selecionados no curso para Engenheiros Navais realizado anualmente pela MB, de acordo com a regulamentação propria.

Os oficiais da Marinha do Brasil serão admitidos no 3.º ano da Escola Politécnica.

Para o funcionamento do referido curso, a Marinha do Brasil participará na composição do corpo docente, fornecendo professores para o ensino das disciplinas especializadas de construção naval, dentre oficiais da Marinha do Brasil ou professores especialmente contratados no estrangeiro.

A Marinha do Brasil terá junto á Escola um representante, oficial superior do CETN, especializado em Construção Naval, que exercerá as funções de coordenador do Curso de Construção Naval, na parte referente ás obrigações da MB com a Escola, aos alunos oficiais e bolsistas da MB, ao

pessoal docente contratado ou estudando no estrangeiro por conta da MB e á applicação, por interpretação das clausulas do convenio.

A Marinha destinará ao curso uma verba anual minima de Cr\$ 2.500.000,00, durante o prazo de vigencia do convenio.

Finalmente, a Marinha manterá bolsas para estudantes civis destinados ao preenchimento de funções de engenheiros nos seus estabelecimentos tecnicos e industriais.

O convenio terá a duração de 7 anos, de modo a permitir um ciclo de formação de 3 anos para o corpo docente nacional, das disciplinas especializadas de construção naval.

Poderá ser rescindido por qualquer das partes, mediante notificação escrita feita com pelo menos três meses de antecedencia, sendo efetiva a rescisão apenas a partir de 1.º de janeiro do ano seguinte áquele em que tiver sido feita a notificação, mantendo-se, porém, as obrigações de ambas as partes relativas a quaisquer contratos, convenios ou compromissos assumidos por uma das partes com conhecimento da outra, em decorrença do presente convenio, até á terminação dos ditos contratos, convenios ou compromissos ou á sua rescisão pela terceira parte.

As divergencias na applicação do convenio serão submetidas á arbitragem do presidente da Republica.

Modificação das listas da Sumoc

TERMINARA AMANHÃ O PRAZO PARA ENVIO DE SUGESTÕES

Consoante solicitação dirigida pela Federação e Centro das Industrias do Estado de São Paulo aos presidentes de Sindicatos da Industria, terminará amanhã, dia 10, o prazo para envio de sugestões a proposito da reclassificação de materias primas, máquinas e accessorios, nas listas de importação da SUMOC. As sugestões deverão ser encaminhadas ao Departamento de Economia Industrial das entidades da Industria paulista, que está á disposição dos interessados para proporcionar orientação tecnica, a fim de facilitar o pronunciamento dos Sindicatos.

De acordo com o deliberado na ultima reunião das diretorias da FIESP, CIESP, os presidentes de Sindicatos, seus diretores e associados deverão elaborar, em conformidade com a orientação do DEI suas sugestões sobre reclassificação de materias primas, máquinas e accessorios de forma a mais limitada possivel e referentes exclusivamente á importação dos países atingidos pela elevação dos agios mínimos, ou seja, excluidos os países da ACL, os quais representam zona de convertibilidade limitada, e os do dollar. As alterações a serem propostas se restringem, unicamente, ás da 2.ª e 3.ª categorias, nas quais se enquadram, atualmente, materias primas e máquinas industriais.

Os países de moeda fraca dos quais somos importadores e que poderão sofrer modificações nas listas de importação da SUMOC são os seguintes: Espanha, Finlândia, Hungria, Checoslováquia, Dinamarca, Argentina, Bolivia, Turquia, Chile, Grecia, Japão, Noruega, Iugoslavia, Polonia, Uruguai. Excluem-se, portanto, os da ACL, ou seja, a Alemanha, Inglaterra, Belgica, Holanda e países da zona do dollar.

Entretanto, ainda em 1955, em 16 de dezembro, a Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo promulgou o Decreto número 23.230 que reorganizou o ensino na Escola Politécnica e aprovou o curso de Engenharia de Construção Naval, designando a grade curricular do mesmo – que já havia sido acordada nos termos do Convênio –, apresentada no Quadro 2.7.

Quadro 2.7 - Disciplinas de Engenharia Naval aprovadas em 1955 para a USP

Classificação	Disciplinas
Obrigatórias	Cálculo diferencial e integral; Cálculo vetorial (1. ^a e 2. ^a parte); Cálculo numérico e de observações (1. ^a e 2. ^a parte); Geometria analítica e elementos de Geometria projetiva; Mecânica Geral; Geometria descritiva e aplicações; Desenho técnico; Física Geral (1. ^a e 2. ^a partes); Química Tecnológica geral (1. ^a parte); Geologia aplicada; Resistência dos materiais e estabilidade das construções (1. ^a parte); Eletrotécnica geral; Mecânica dos fluídos; Materiais de construção; Tecnologia mecânica e oficinas; Termodinâmica; Máquinas marítimas; Arquitetura Naval (1. ^a e 2. ^a partes); Arte Naval; Construção naval (1. ^a parte); Estatística e economia (1. ^a e 2. ^a partes); Transportes marítimos; Vibrações.
Optativas	Resistência dos materiais e estabilidade das construções (2. ^a parte); Construção naval (2. ^a parte); Máquinas marítimas e instalações; Transmissão de calor, refrigeração e ar condicionado; Instalações elétricas marítimas; Eletrônica aplicada; Radiotécnica

Fonte: ALESP (1955).

A formulação do curso ocorreu no contexto da implementação do Programa de Metas do governo Juscelino Kubitschek (1956 - 1961) para o desenvolvimento da indústria naval civil (Metas 11 e 28), ou seja, tratou-se inicialmente de uma demanda exclusiva da Marinha do Brasil – uma carência identificada pelos militares desde a primeira metade do século XIX (TELLES, 2001; USP, 2007). Mas o Plano de JK foi determinante para continuidade das propostas do curso, uma vez que aquele ampliou e modernizou o setor produtivo naval, que até então era incipiente, e que receberia a mão de obra especializada desse curso.

Para dar base ao curso, a Marinha do Brasil criou o Escritório Técnico de Construção Naval (ETCN) na cidade de São Paulo. Tratou-se de um espaço onde a Marinha pudesse desenvolver as primeiras diretrizes do curso e, segundo Guerra (1994, p.421), serviu também para desenvolver “o ensino de disciplina de caráter confidencial”, de estratégias militares ligadas ao curso de engenharia naval, mas que não poderia permanecer na Escola Politécnica.

O convênio da Marinha do Brasil com a Universidade de São Paulo (USP) possuía, segundo USP (2007, p.29) objetivos em duas vertentes bem definidas:

“(...) formar engenheiros navais para desenvolver projetos, trabalhar na manutenção e no reparo de navios militares e civis e, igualmente, formar e consolidar uma cultura tecnológica que estimulasse a indústria naval nacional. Na concepção da Marinha, os dois objetivos deveriam desenvolver-se e progredir conjuntamente, já que apenas a formação de quadros técnicos aliada à consolidação de uma indústria nacional do setor garantiria ao País autonomia e soberania neste campo tecnológico e industrial, tanto do ponto de vista civil como militar.”

Estava previsto ainda no Convênio que a verba para implantação e manutenção do curso viria da Marinha e, ainda, que esta Instituição comprometia-se em fornecer professores para o ensino das disciplinas especializadas de construção naval (oriundos do corpo de Marinha ou contratados) e em garantir bolsas de estudos no exterior aos assistentes designados pela Escola Politécnica para obtenção de título de Mestrado.

O compromisso da Marinha em lidar com problemas iniciais da falta de competências em docência foi determinante à formação e consolidação do curso na USP. Como não havia professores com perfil acadêmico para oferecer as disciplinas específicas da área de Engenharia Naval no Brasil, o Convênio estabelecia que os primeiros docentes seriam oriundos de outros países. Essencialmente os acordos foram firmados com universidades americanas, como o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), a Universidade de Michigan, a Universidade de Columbia e a Universidade de Harvard, e a vinda dos docentes selecionados ao Brasil foi financiada pelo Programa *Ponto IV*, do Presidente dos Estados Unidos Harry Truman (USP, 2007). De acordo com USP (2007, p.47) “os programas detalhados das disciplinas especializadas do curso de Engenharia Naval sofreram influência marcantes do ensino ministrado tanto no MIT como na Universidade de Michigan.”

Os registros históricos dos primeiros grupos de egressos do curso de engenharia naval comprovam as relações previamente estabelecidas nos termos do Convênio, que objetivava formar mão de obra especializada para integrar o setor produtivo naval e a própria Marinha do Brasil, além de retroalimentar a própria universidade com as atividades de docência.

Em face do contexto político que favorecia o desenvolvimento setorial naval – como o Fundo da Marinha Mercante e o GEICON – a expansão e modernização dos estaleiros, a partir da década de 1960, assegurava o emprego dos formados em engenharia naval, como afirma USP (2007, p.71) “uma década de intensa demanda por estes profissionais (o que se acentuaria ainda mais nos anos 1970)”. No entanto, ainda que o Brasil tenha se tornado, no início dos anos 1970, o segundo maior produtor de embarcações no mundo (JESUS, 2013), a falta de um planejamento governamental mais bem estruturado não permitia a passagem direta do *know-how* da universidade para a empresa. USP (2007, p.75) afirma que durante as décadas de 1960 e 1970 a preocupação do governo era pragmática: “sustentar o crescimento da marinha mercante brasileira para suprir a demanda do mercado interno, sem incentivar formas de exportação de navios e sem incentivar a capacitação tecnológica.”

Já no contexto militar, específico da Marinha do Brasil, o egresso dessa engenharia não apenas encontrava um *locus* de trabalho, como também era exigido a aplicar seu conhecimento. As incorporações tecnológicas da Marinha, na segunda metade do século XX, tiveram por característica a nacionalização do conhecimento. A Fragata *Vosper MK-10* incorporada a Marinha brasileira, gerou conhecimento para realizar as Fragatas Classe Niterói, denominadas Independência e União³⁴. De acordo com USP (2007, p.82) “foi uma marco para a engenharia naval brasileira”. O mesmo ocorreu no decorrer dos anos 1970 com o desenvolvimento do projeto das Corvetas da Classe Inhaúma; momento este que os índices de nacionalização eram de 40% a 50% do custo total.

Os submarinos incorporados, a partir do convênio estabelecido com empresas alemãs, ao longo dos anos 1980, previam a transferência da tecnologia e isso permitiu a Marinha do Brasil a construção de submarinos em território nacional e com mão de obra de execução inteiramente nacional³⁵, obtida dos cursos de engenharia naval disponíveis no Brasil. Telles (2001, p.219) afirma que “a construção de submarinos foi uma notável vitória da engenharia brasileira, que colocou o Brasil entre os poucos países no mundo que detêm a difícil tecnologia desse sofisticado ramo da construção naval.”

³⁴ Ver Quadro 2.1, do subitem 2.1 na página 49.

³⁵ Tratam-se dos submarinos da Classe Tupi.

2.4.2 A Engenharia Naval e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

O curso de Engenharia Naval e Oceânica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) foi criado em 10 de dezembro 1959 – à época levava o nome de Engenharia Naval Mecânica – mediante acordos estabelecidos entre os estaleiros do Rio de Janeiro e a Congregação do Escola Nacional de Engenharia, da então Universidade do Brasil (atual UFRJ)³⁶.

Não havendo entendimento entre a Marinha do Brasil e a Escola Nacional de Engenharia (E.N.E.) – fato este que levou a MB a estabelecer o convênio com a Universidade de São Paulo (USP) – foram os estaleiros do Estado do Rio de Janeiro – Caneco, EMAQ, Ishibrás, Mauá, Verolme e Mac Laren – que apontaram a imprescindibilidade de uma escola de Engenharia Naval no Rio de Janeiro.

Tal qual a criação do curso de engenharia naval na USP o contexto político nacional, dos incentivos a modernização e expansão de estaleiros por meio do GEICON, também favoreceu ao desenvolvimento de um curso similar na UFRJ. A diferença básica entre as duas criações está justamente nos atores que propuseram o surgimento do campo acadêmico, sendo a Marinha responsável pela promoção do curso na USP e o setor produtivo, representado pelos estaleiros, responsável pelo da UFRJ.

De acordo com Albuquerque e Pires Junior *apud* Telles (2001, p.239), o “diretor do estaleiro Caneco, engenheiro Murillo da Cunha Donato, juntamente com os demais estaleiros nacionais iniciaram novas negociações com o diretor da Escola Nacional de Engenharia (E.N.E.), tendo sido assinado um convênio com a Escola” – que a época se situava no Largo de São Francisco, no centro do Rio de Janeiro – “e estabeleceram um prazo de três anos, tempo necessário para formar a primeira turma de engenheiros navais”.

De acordo com Telles (2001) e UFRJ (2009, s/p) o curso foi inicialmente denominado de Engenharia Naval Mecânica, mas com o aparecimento de necessidades específicas assumiu o nome de Engenharia Naval e, posteriormente, em 1994, assumiu o nome que permanece até os dias atuais de Engenharia Naval e Oceânica, dado a tendência mundial de incorporar novas

³⁶ Infelizmente não há muitos registros disponíveis sobre a história da criação da Engenharia Naval na Universidade Federal do Rio de Janeiro, inclusive, a própria data de criação do curso não é consensual entre a bibliografia consultada, sendo garantido apenas o ano de 1959. Dessa forma, tomei por oficial a data que consta no *website* do Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da UFRJ (UFRJ, 2009).

áreas de atuação, como a exploração de recursos marinhos, justificando uma habilitação que ia além do projeto e construção de navios.

As primeiras disciplinas oferecidas em 1959 tinham por base as do curso de formação de Engenharia Mecânica para os três primeiros anos (com exceção da disciplina de Introdução à Construção Naval que não faz parte da grade curricular da engenharia mecânica, mas era dada no terceiro ano) e nos dois últimos anos com disciplinas específicas de Engenharia Naval, como elenca o Quadro 2.8. Alguns dos docentes das disciplinas especializadas eram oficiais da Marinha do Brasil (ALBUQUERQUE e PIRES JUNIOR *apud* TELLES, 2000).

Quadro 2.8 - Disciplinas oferecidas no curso de Engenharia Naval da UFRJ (em 1959)

Ano (curso)	Disciplinas
3º	Mecânica dos fluídos; Mecânica aplicada às máquinas; Resistência dos materiais aplicado às máquinas; Metalografia; Tecnologia mecânica; Introdução à construção naval e; Máquinas hidráulicas.
4º	Eletrônicas e eletricidade de bordo; Física industrial; Termodinâmica; Motores térmicos; Construção naval I; Arquitetura naval I; Resistência e estabilidade estrutural do navio e; Vibrações das estruturas navais.
5º	Economia e direito marítimo; Máquinas marítimas; Arquitetura naval II; Estaleiros (operações dos navios, portos marítimos e hidrovias); Construção naval militar; Organizações de empresas; Tarifas e fretes marítimos; Arquitetura naval III e; Projeto de navio.

Fonte: elaborado a partir de Albuquerque e Pires Junior *apud* Telles (2001).

Durante a “Primeira Semana de Estudos sobre Transportes Marítimos e Construção Naval”, evento realizado em setembro de 1960 – sendo o primeiro evento acadêmico da área e que foi organizado pelo Centro de Engenharia Naval da USP – a Comissão Coordenadora do Curso de Engenharia Naval da E.N.E. (Escola Nacional de Engenharia) – atual UFRJ – apresentou sucintamente algumas das principais características do curso daquela instituição. Segue abaixo alguns trechos da comunicação:

“O ‘Curriculum’ do curso E.N.E., parcialmente inspirado pelo ‘Curricula’ dos cursos das Universidade de Nápoles, de Berlim e do M.I.T., mas de características globais próprias baseia-se sobre três diretrizes fundamentais.

“A primeira delas é de concentrar a grande maioria das cadeiras e disciplinas básicas de formação geral, nos primeiros três anos. De consequência, a grande maioria das cadeiras e disciplinas especializadas fica concentrada nos últimos dois anos. No último ano do curso, aliás, há somente cadeiras navais ou marítimas. Esta diretriz segue o critério de favorecer uma rápida e antecipada formação da mentalidade do engenheiro naval no estudante, que não deve sentir-se, logo formado, apenas um ex-estudante, mas um profissional consciente de suas responsabilidades.

“A segunda diretriz visa atender uma exigência da nascente indústria de construção naval, que é a polivalência funcional do engenheiro naval. As cadeiras especializadas são, então, em número maior que as de outro curso, inclusive os citados; e entre elas, as que são consideradas fundamentais, são tratadas com mais ênfase e mais extensivamente.

“A terceira diretriz é a que especificamente visa formar engenheiros navais prontos para trabalhara imediatamente nas indústrias. Particular cuidado, então, merece o ensino prático sob forma de: Execução de exercícios de caráter real, apresentados como possíveis acontecimentos nos estaleiros e nos navios brasileiros; elaboração de numerosos projetos; vários estágios e visitas nos Estaleiros; provas práticas nos navios, projeção de filmes de instrução; aulas de laboratórios (em construção ou montagem), que mostrarão aos alunos os principais fenômenos hidrostáticos e hidrodinâmicos do navio, esclarecidos experimentalmente” (COMISSÃO COORDENADORA DO CURSO DE ENGENHARIA NAVAL, 1960, p.163-164).

Ainda, de acordo com UFRJ (2009, s/p) o Departamento de Engenharia Naval e Oceânica cumpriu um papel importante para o setor produtivo, atuando “na modernização dos antigos estaleiros do Rio de Janeiro” e também “foi pioneiro no trabalho com a Petrobras em projetos de plataforma de petróleo (a partir de meados dos anos 1980 e no momento em que a esta empresa iniciava a prospecção de petróleo em águas profundas) e qualificou o quadro de engenheiros de diversas empresas atuantes no Brasil”.

2.4.3 A criação da SOBENA (institucionalização do campo)

Os eventos científicos fazem parte do meio acadêmico de Engenharia Naval e fomentam discussões que se estendem a todo o setor produtivo naval de construção e

offshore. No ano de 1960, momento em que a USP havia formado a primeira turma de engenheiros navais e ainda durante a formação da graduação desse mesmo curso na UFRJ, ocorreu o primeiro evento científico do campo de engenharia naval, sendo a “Primeira Semana de Estudos sobre Transportes Marítimos e Construção Naval” e foi organizado pelo Centro de Engenharia Naval da Escola Politécnica de São Paulo, ocorrido de 19 a 24 de Setembro de 1960. Desde então, outros eventos surgiram e possuem significativa importância tanto para a formação do discente de Engenharia Naval, quanto para o setor produtivo desses segmentos naval e *offshore*.

A partir de observações dos arranjos institucionais, de pessoas e de temáticas que compõem os eventos científicos é possível refletir sobre o passado, presente e futuro de um campo acadêmico ou das perspectivas de um setor produtivo.

De acordo com Guimarães e Hayashi (2015, p.219), os eventos científicos são um dos meios de divulgação da informação científica e tecnológica mais utilizados pelos cientistas e pesquisadores. No caso mais específico da engenharia, Meadows (1999, p.141) destaca que nesta área “os artigos em anais de eventos submetidos à avaliação se igualam em importância aos artigos de periódicos”. Witter e Souza (2007, p.86) complementam que:

“Os eventos científicos cumprem várias funções no estatuto das ciências. Constituem excelente meio de comunicação entre os cientistas, dão visibilidade interna e externa ao seu trabalho, permitem uma perspectiva da produção gerada e conseqüentemente passa-se a dispor de evidências para aquilatar o desenvolvimento da área enfocada. Além disso, oferecem condições para que as pessoas se conheçam, estabeleçam relações produtivas de trabalho futuro, troquem informações, passem a integrar redes sociais de comunicação científica ou grupos de pesquisa. Vale acrescentar que, para muitos, a possibilidade de participar de eventos levando seus trabalhos é ao mesmo tempo uma variável motivacional forte a impulsioná-los para a produção.”

No caso da Engenharia Naval os eventos científicos – principalmente os nacionais, que envolvem distintos atores – sempre tiveram o caráter multidisciplinar, gerenciando informações técnicas e tecnológicas (de fronteira do conhecimento daquele momento) com a situação política, econômica e administrativa enfrentada pelo setor produtivo, Marinha Militar e Estado. A título de exemplo, nesse primeiro evento de “estudos sobre transporte marítimo e

construção naval”, realizado em 1960, tiveram 44 apresentações, sendo 13 delas dedicadas exclusivamente a lidar com a situação política e econômica do setor, e participaram (como oradores), além dos docentes do curso de Engenharia Naval da USP, atores ligados aos Estaleiros, à Marinha do Brasil e às estruturas de Governo (da Comissão de Marinha Mercante) (COMISSÃO COORDENADORA DO CURSO DE ENGENHARIA NAVAL, 1960). Este evento deu origem à discussão da necessidade de se formar uma instituição que dedicaria tempo e disposição para organizar eventos e permitir as manutenções necessárias ao campo científico (de fornecer um *locus* para integrar os distintos atores): nascia o princípio do que seria, dois anos mais tarde, a Sociedade Brasileira de Engenharia Naval (SOBENA).

A SOBENA foi fundada em 1962 na cidade de Rio de Janeiro e congregava, desde o início, engenheiros, pessoas físicas ou jurídicas e instituições relacionadas (ou interessadas) na engenharia naval brasileira³⁷.

Assim como a formação dos próprios cursos de graduação de Engenharia Naval a partir do início da segunda metade do século XX, a SOBENA foi criada para suprir uma demanda do setor produtivo de construção naval – e acadêmica –, porém com objetivos de centralizar discussões acerca dos problemas e oportunidades desse mesmo setor. A Sociedade também surge no contexto do Programa de Metas de JK e era uma resposta aos estaleiros que estavam se ampliando e se modernizando. De acordo com SOBENA (2018, p.1) a Sociedade possui as seguintes finalidades:

“I - incentivar o progresso da Engenharia Naval no Brasil, pugnando para sua consolidação, desenvolvimento e afirmação nacional e internacional; II - lutar pelo aprimoramento do ensino da Engenharia Naval e dos Cursos Técnicos Navais; III - pugnar pela melhoria do Transporte Aquaviário, promovendo e incentivando todas e quaisquer iniciativas visando esse fim; IV - propugnar pelo aprimoramento da tecnologia de construção naval em todos os seus setores e ramificações, e das atividades correlatas e subsidiárias; V - promover o intercâmbio de ideias, conhecimento e informações entre os seus Associados em seu benefício profissional; VI - divulgar os resultados de pesquisa e do aperfeiçoamento de projetos, construção e operação de navios e suas máquinas e equipamentos; VII - cooperar com instituições congêneres nacionais, estrangeiras e internacionais nos

³⁷ De acordo com Telles (2001, p.265) a SOBENA, em 1962, tinha por objetivos “pugnar pela melhoria dos transportes sobre água, promovendo e incentivando todas e quaisquer visando este fim e; propugnar o melhoramento da tecnologia de construção naval em todos os seus setores e ramificações, bem como atividades correlatas ou subsidiárias.”

assuntos concernentes à Engenharia Naval e às técnicas navais; VIII - favorecer e incentivar a elaboração de trabalhos, pesquisas e teses sobre Engenharia Naval e Oceânica, Transporte Aquaviário e todas as demais atividades correlatas, assim como as suas apresentações em congressos e seminários nacionais e internacionais, principalmente no caso de seus autores serem Associados da SOBENA; IX - defender a preservação e conservação do meio ambiente em geral e do meio ambiente aquaviário em especial, e a promoção do desenvolvimento sustentável; X - promover os princípios éticos que devem presidir o desempenho das atividades dos associados.”

De acordo com relato do primeiro Presidente da SOBENA, Almirante Aniceto Cruz Santos – proferido em 1972 no evento de comemoração de 10 anos da Sociedade – “a SOBENA não seria uma instituição científica de estudos teóricos e pesquisas, nem um clube de empresas interessadas em vender seus produtos”, mas sim a todos aqueles que se “empenham no projeto e construção de navios mercantes e de guerra, na fabricação dos produtos integrantes de navios mercantes, nas atividades portuárias e de transporte sobre água, no ensino e na consultoria de assuntos náuticos, nos setores governamentais responsáveis pelas políticas, pelas normas e pela fiscalização desses assuntos” (TELLES, 2001 p.267).

A SOBENA cumpre com a função de integrar os atores científicos ao setor produtivo naval e *offshore*. Ainda que a Sociedade seja diversificada em suas atuações e abrangente, no que tange as categorias de atores que a compõem, duas atividades são determinantes ao campo acadêmico de Engenharia Naval: os congressos e as proposições de redes de pesquisa e inovação³⁸.

Os congressos são bianuais – decisão acertada apenas em 1970 – e realizados desde 1962. A trajetória dos eventos capitaneados pela SOBENA contam a história do campo e apontam as oportunidades e preocupações enfrentadas pelos atores que compõem o setor (empresas, universidades, agências de governo). O docente do curso de Engenharia Naval da UFRJ confirma a relevância dos Congressos da SOBENA:

“(...) o grande evento nacional é o congresso da SOBENA. Esse congresso é bianual, realizado desde 1962 sem interrupções e, mesmo no período que maior crise houve a manutenção do congresso. Então

³⁸ Que serão tratadas nos Capítulos adiante.

ele é uma referência internacional. E a gente estimula os alunos, principalmente os projetos de graduação, os projetos finais de cursos que viram uma publicação e apresentam na SOBENA.” (Luiz Felipe Assis, entrevista realizada em novembro de 2017)

Ainda, é possível analisar a partir dos principais temas (conferências) dos eventos realizados pela SOBENA a evolução do setor produtivo e da transformação da Engenharia Naval em si. O Quadro 2.9 apresenta os temas dos principais eventos realizados pela SOBENA (ou em parceria com a Sociedade), de 1962 até o final dos anos 1980. Neste Quadro é possível perceber que as oscilações do setor dão a identidade do congresso realizado pela SOBENA³⁹.

³⁹ OHIRA e OHIRA (2007) também fizeram esta aproximação entre os temas de eventos e o contexto do momento em que aqueles acontecem. O trabalho dos autores está pautado nos eventos científicos da área de ciência da informação e de biblioteconomia e um dos resultados do mesmo indica que os temas dos congressos analisados refletem o momento histórico em que o mesmo é realizado. No caso dos eventos de Engenharia Naval organizados pela SOBENA é possível chegar a mesma conclusão que os autores.

Quadro 2.9 - Principais temas dos Congressos organizados pela SOBENA – de 1962 até 1980

Ano	Nome do Evento	Temas (principais conferências) *
1962	3ª Semana de Estudos sobre Transportes Marítimos e Construção Naval	-
1966	1º Congresso Pan-americano de Engenharia Naval e Transportes Marítimo	Política de Construção Naval no Continente; Educação e formação profissional do Engenheiro Naval; Política de Transporte Marítimo no Continente
1967	2º Congresso Nacional da SOBENA	Formação de especialistas para a indústria naval e para a Marinha Mercante; Tecnologia e produtividade dos estaleiros; Programa de construção da Marinha de Guerra; O que falta à indústria naval brasileira; Administrações portuárias
1970	3º Congresso Nacional da SOBENA	-
1972	4º Congresso Nacional da SOBENA	-
1974	5º Congresso Nacional da SOBENA	Ensino e Pesquisa navais; Indústria subsidiária nacional; II Plano de Construções Navais
1976	6º Congresso Nacional da SOBENA	-
1978	7º Congresso Nacional da SOBENA	A consolidação da Indústria Naval; Indústria de construção naval: análise e perspectivas.
1980	8º Congresso Nacional da SOBENA	A consolidação de uma política de construção naval; O transporte Marítimo e a economia de combustível; Formação profissional; Capacidade Tecnológica no projeto e na gerência industrial; Transporte marítimo, força propulsora na arrancada por um futuro melhor.

Fonte: elaborado a partir de TELLES (2001, p.265-275).

Nota: * Alguns temas dessas conferências não foram encontradas.

Observando os temas dos Congressos da SOBENA, de 1960 até meados dos anos 1980 – momento de expansão e modernização dos Estaleiros e de uma série de reformas e investimentos no setor de construção naval – os eventos estavam alinhados às oportunidades do setor e às políticas industriais, tais quais os temas de 1978 e 1980 que tratavam da então “consolidação da política da indústria de construção naval” e buscavam formas de avançar em termos de gestão, de mão de obra qualificada e de tecnologia.

2.5 Os Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval e a Pesquisa: 1970 a 1980

O primeiro Programa de Engenharia Naval no Brasil foi criado em 1967 no Departamento de Engenharia Naval da UFRJ com a modalidade de Mestrado Acadêmico, e em 1989 foi criada a modalidade de Doutorado⁴⁰. Já o Departamento de Engenharia Naval da Universidade de São Paulo criou Programa de mesmo em 1970 com a modalidade de Mestrado Acadêmico e em 1973 a de Doutorado.

2.5.1 O Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval da USP

O Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval da Universidade de São Paulo foi criado em 1970 com a modalidade de Mestrado. Foi o segundo Programa desse tipo no Brasil, tendo a COPPE/UFRJ fundado um programa similar um ano antes. E em 1973 abriu-se a modalidade de Doutorado, sendo o primeiro no campo da Engenharia Naval até aquele momento.

USP (2007, p.68/69)⁴¹ conta que a reforma universitária de 1968 – implantada na USP após 1970 – foi um marco na criação do Programa de Pós-graduação em Engenharia Naval, não apenas por oferecer um panorama pelo qual a pós-graduação pudesse se instituir, mas por transformar a relação do docente com a universidade. A nova legislação exigia um vínculo do professor com a universidade, com a pesquisa e com a carreira acadêmica e que tal dependia da titulação, limitando a participação de docentes que não seguissem a carreira acadêmica. Sendo assim, pela primeira vez desde a criação do Departamento em 1956, a coordenação do curso passou a ser realizada por professor da casa e não mais por um militar. O impacto dessa transformação incentivou a carreira docente e a própria pós-graduação.

Entretanto, a participação da Marinha do Brasil nesse processo de instauração do Programa foi muito importante, uma vez que no próprio Convênio assinado por esta instituição e a USP, em 1956, previa o investimento para formação do corpo docente, o desenvolvimento de pesquisas e o incentivo à pós-graduação.

⁴⁰ A modalidade de doutorado de Engenharia Naval da UFRJ será discutida no próximo capítulo.

⁴¹ USP (2007) é um livro comemorativo dos 60 anos de convênio entre a Marinha do Brasil e Universidade de São Paulo, que deu origem ao curso de Engenharia Naval e Oceânica dessa última instituição.

O Professor Dr. Hernani Luiz Brinati revelou em depoimento à USP (2007, p.69) o papel fundamental exercido pela Marinha e seus oficiais para a implantação do Programa de Pós-graduação dando destaque a formação da base de docência nos primeiros momentos do programa, mediante o Convênio estabelecido:

“Por um período de 5 a 6 anos diversos professores visitantes de renome internacional, a maioria deles do Massachussets Institute of Technology (MIT), foram contratados com recursos do convênio para ministrarem disciplinas no programa. Vieram nesta época os professores Den Hartog, Manlwy Saint Denis, Martin Abkowitz, Koichi Masubuchi, John Devaney e Alaa Mansour.”

USP (2007) completa afirmando que a própria estrutura curricular – e aqui englobando as atividades de graduação – era mais centrada em trabalhos e projetos de alunos e menos horas de aula, sendo influência direta da experiência dos oficiais da Marinha que haviam feito cursos no exterior e implementaram tal filosofia.

2.5.2 O Programa de Pós-graduação de Engenharia Oceânica da UFRJ

Entre 1965 e 1967 tiveram início os cursos de pós-graduação na COPPE (Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia) órgão anexo à Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)⁴². Os programas de pós-graduação de engenharia da UFRJ nasceram mediante colaborações internacionais acordadas pela COPPE que buscava assistência técnica de docentes para a devida implantação e manutenção dos cursos.

Em 1967 – na UFRJ e partir do, ainda, Departamento de Engenharia Naval – foi criado o primeiro Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica no Brasil, com a modalidade de Mestrado Acadêmico, com suporte de docentes da Holanda e da Rússia. Albuquerque e Pires Junior *apud* Telles (2001, p.244) afirmam que esse momento foi incluída uma série de atividades de pesquisa, por exemplo:

⁴² De acordo com Nunes *et. al* (1982, p.209), o primeiro curso de pós-graduação na UFRJ foi o de Engenharia Química em 1963.

“A área de hidrodinâmica do navio teve um considerável desenvolvimento em propulsão e resistência à propulsão, com a vinda do Dr. Lap, de Wegenigen, na Holanda, onde existe um famoso tanque de provas. Com o Professor Dmitri Rostovsev, de São Petesburgo, deu-se impulso à área de estruturas e se ampliou a áreas de hidrodinâmica em comportamento do navio no mar. Posteriormente deu-se ênfase ao desenvolvimento nas áreas de projetos e de transporte marítimo. Finalmente, foi feito um esforço para se consolidar as áreas de máquinas marítimas e de construção naval como professores atuando em regime de dedicação exclusiva. Em paralelo estimulou-se um intenso programa de doutoramento do corpo docente, iniciando com o envio de vários deles ao exterior.”

Nunes *et. al.* (1982, p.220) e COPPE (2015, p.7) comentam e reforçam o conteúdo imediatamente anterior de que o Programa de Engenharia Oceânica teve por base uma experiência inédita de cooperação com a União Soviética, através de Dmitri Vastvoscev⁴³, um dos quatro professores soviéticos que durante três anos participaram dos trabalhos da Coppe, dentro de sua política deliberada de diferenciar as fontes de influência internacionais, a partir dos contatos iniciais mais exclusivos com os Estados Unidos.

Leone (1974, p.9) lembra que já em 1967 o Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica foi apoiado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) e que em seu quadro docente, além dos professores estrangeiros, já contavam com professores nacionais que foram aperfeiçoados em universidades do exterior. Alguns deles, inclusive, egressos do curso de graduação de engenharia naval (ALBUQUERQUE e PIRES JUNIOR *apud* TELLES, 2000).

Telles (2001) aponta que a partir de 1976 as atividades de pesquisas focaram na Engenharia de Exploração de Petróleo no Mar, já em sintonia com a Petrobrás e a necessidade de se desenvolver no Brasil uma tecnológica própria. E em 1989 é criada, neste Programa de Pós-Graduação, a modalidade de Doutorado que aprofundava os entendimentos já conquistados com a experiência do Mestrado.

⁴³ Apenas um nota de correção: Albuquerque e Pires Junior *apud* Telles (2001, p.244) identificaram o Professor russo como Dmitri “Rostovsev”, no entanto, tanto Nunes *et. al.* (1982) quanto COPPE/UFRJ (2015) relataram a mesma história e escreveram o nome Dmitri “Vastvoscev”. Portanto, trata-se da mesma pessoa.

2.6 Linhas de Pesquisas e Projetos do campo acadêmico de Engenharia Naval: 1967 a 1974

Em 1974 foi feito um relatório de avaliação do campo acadêmico de Engenharia Naval mediante ordenação do Decreto Federal número 70.553 de 17 de maio de 1972 que previa o acompanhamento da execução do Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCT). Os objetivos deste relatório eram de analisar o desempenho do Sistema Nacional de Ciência e Tecnologia e o comportamento de seus setores prioritários face às diretrizes e metas estabelecidas no PBDCT. O Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq) foi o responsável pela coordenação central para a execução do referido relatório e o relator escolhido foi o pesquisador e docente do Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da USP, Professor Paulo Cesar Leone (LEONE, 1974).

O relatório revelou que os núcleos acadêmicos ocupavam (ou procuravam se ocupar de) algumas posições de fronteira de conhecimento. Tanto as linhas de pesquisa quanto os projetos realizados nos Programas de Pós-Graduação das engenharias navais da USP e da UFRJ se mostravam contextualizados com as necessidades do setor produtivo. Os Quadros 2.10 a 2.15 apresentam as subáreas, linhas de pesquisa e projetos que explicitam o papel do campo acadêmico nos seus primeiros passos (no mesmo ano de 1974).

Quadro 2.10 - Transporte marítimo e hidroviários (em 1974)

Subárea	Descrição	Linhas de Pesquisa	Projetos por linhas (Quem realiza)
Transporte marítimo e hidroviários	Abrange os sistemas em que o navios se integra e o relacionamento externo desses subsistemas.	Análise econômica e operacional de navios-tipo para rotas específicas	- Análise do processo de produção e transporte de calcário agrícola no Estado de São Paulo (USP) - Análise Econômica de embarcações fluviais (UFRJ)
		Análise de operação portuária: interface de transporte terrestre e marítimos	- Otimização do Sistema de Armazenamento com Interação Armazém-Navio (USP) - Estudo de Produtividade e Planificação de Portos (UFRJ)
		Análise da infraestrutura marítima de portos e terminais	- Adequação de projetos portuários à moderna tecnologia naval (USP)

Fonte: elaborado a partir de LEONE (1974).

Quadro 2.11 - Projeto de navios de sistemas oceânicos (em 1974)

Subárea	Descrição	Linhas de Pesquisa	Projetos por linhas (Quem realiza)
Projeto de navios de sistemas oceânicos	Abrange a ordenação de dados, a racionalização de critérios e a sistematização da execução de cálculos e desenhos que constituem o projeto do navio.	Projeto de navio auxiliado por computador	<ul style="list-style-type: none"> - Modelo de síntese de navios graneleiros (USP) - Modelo de síntese de embarcações pesqueiras (USP) - Modelo de síntese de rebocador de alto mar (USP) - Projetos de barcos pesqueiros (UFRJ) - Seleção preliminar das características principais do navio (UFRJ).
		Projeto de sistemas não convencionais	<ul style="list-style-type: none"> - Modelo de síntese de lanchas rápidas (USP) - Projeto de uma boia oceanográfica para operações de telemetria (USP) - Projeto de plataformas marítimas (UFRJ)

Fonte: elaborado a partir de LEONE (1974).

Quadro 2.12 - Hidrodinâmica do navio e oceânica (em 1974)

Subárea	Descrição	Linhas de Pesquisa	Projetos por linhas (Quem realiza)
Hidrodinâmica do navio e oceânica	Abrange o estudo da forma do casco, de elementos propulsores, de superfícies de controle, análises de características de manobrabilidade e comportamento no mar e a previsão da potência propulsiva	Hidrodinâmica experimental	<ul style="list-style-type: none"> - Correlação tanque-mar (USP) - Desenvolvimento e implantação da técnica de ensaios como modelo cativo em Tanque de Provas, com uso do Mecanismo do Movimento Plano (USP) - Desenvolvimento do projeto de um túnel de água circulante (UFRJ)
		Propulsão	<ul style="list-style-type: none"> - Navios de mínima resistência de onda (USP-UFRJ) - Projeto de hélice através da teoria da circulação (USP) - Análise da influência da esteira do navio sobre a resistência de onda (UFRJ)
		Manobrabilidade e comportamento no mar	<ul style="list-style-type: none"> - Estudo de uma série de lemes com variação sistemática de parâmetros geométricos (USP) - Comportamento do navio no mar (UFRJ) - Desenvolvimento de um modelo matemático para o estudo da manobrabilidade de navios (UFRJ)

Fonte: elaborado a partir de LEONE (1974).

Quadro 2.13 - Estruturas oceânicas (em 1974)

Subárea	Descrição	Linhas de Pesquisa	Projetos por linhas (Quem realiza)
Estruturas oceânicas	Engloba a análise e a síntese da estrutura de navios, plataformas e outros veículos para o meio líquido	Análise de estruturas oceânicas Síntese da estrutura	- Desenvolvimento de um sistema integrado para análise automática de estruturas de navios (USP) - Efeito de impactos hidrodinâmicos em vigas e pórticos (UFRJ) - Desenvolvimento de Elemento Finito para a predição da resposta elástica de painéis (UFRJ)
		Síntese da estrutura	Modelo de síntese para secção mestra de navios graneleiros (USP) - Otimização em peso, de um estrutura de navios, projetados por regras de Sociedades Classificadoras (UFRJ)

Fonte: elaborado a partir de LEONE (1974).

Quadro 2.14 - Máquinas marítimas (em 1974)

Subárea	Descrição	Linhas de Pesquisa	Projetos por linhas (Quem realiza)
Máquinas marítimas	Abrange o estudo do sistema propulsor (máquinas de propulsão, reduções, eixos, mancais e hélices), dos temas auxiliares (refrigeração) e das redes e canalizações	Sistemas propulsores	- Projeto por computador de instalação diesel direta para navios mercantes mono-hélices de alta potência (USP) - Desenvolvimento e implantação de um sistema de programa para análise e determinação do balanço térmico de instalações a vapor (USP)
		Controle e automação	- Desenvolvimento da metodologia de automação para o sistema propulsor (USP-UFRJ)

Fonte: elaborado a partir de LEONE (1974).

Quadro 2.15 - Tecnologia de construção naval (em 1974)

Subárea	Descrição	Linhas de Pesquisa	Projetos por linhas (Quem realiza)
Tecnologia de construção naval	Compreende a análises e seleção de processos e materiais construtivos.	Análise e desenvolvimento de métodos de fabricação e de construção	- Análise de métodos de conformação de chapas na indústria naval (UFRJ-USP)
		Engenharia de soldagem	- Desenvolvimento de métodos para a previsão e controle das deformações residuais em estruturas soldadas (USP)

Fonte: elaborado a partir de LEONE (1974).

Os Quadros 2.10 a 2.15 apresentam 6 subáreas que compunham o campo acadêmico de Engenharia Naval até 1974 – basicamente USP e UFRJ. Uma característica importante desse conjunto de subáreas, bem como suas respectivas linhas de pesquisa e projetos realizados, é que o foco das pesquisas realizadas entre os anos 1960 e meados de 1970 estavam relacionados às tecnologias e melhoramento dos navios convencionais daquela época.

Leone (1974) explica que as linhas e projetos de pesquisa procuravam definir soluções econômicas sobre a crescente demanda de embarcações do período; em desenvolver embarcações mais econômicas explorando diferentes alternativas via análise computacional; otimizar a própria capacidade da pesquisa científica; em desenvolver processos automatizados de modelo de síntese⁴⁴ para as estruturas; em propor análises de métodos usuais de fabricação de componentes empregados na construção naval visando a otimização e a segurança.

Considerações Finais

O contexto que permite (ou provoca) o surgimento do campo acadêmico de Engenharia Naval no Brasil está relacionado a um período de profundo desenvolvimento industrial nacional baseado na transferência de tecnologia (*know-how*) a partir de contratos

⁴⁴ Martins (2002, s/p) explica que “modelo de síntese” são processos de projeto muito bem caracterizados, para objetos de projeto conceitualmente estáveis, que podem ser propostos por meio de métodos balizadores que prescrevem ações de projeto, critérios de decisão ao longo do processo e garantem soluções de boa qualidade

firmados no período das políticas de industrialização dos anos 1950. Partiram dos setores produtivo e militar a necessidade de formar no país instituições, inicialmente, de ensino que suportassem esse desenvolvimento formando a mão de obra qualificada necessária.

Duas situações e três atores se destacam nesse processo de instituição do campo acadêmico de Engenharia Naval no Brasil: do lado tecnológico, a Marinha do Brasil (MB) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e; do lado político e produtivo, a moderna Indústria de Construção Naval.

O primeiro curso dessa engenharia a ser instaurado no país ocorreu na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI/USP), criado em 1956 fruto de um convênio estabelecido pela MB. A escolha da Marinha por criar um curso nesta universidade estava condicionada a duas questões: a primeira, econômica – que diferente das outras forças armadas que criaram seus próprios institutos de pesquisa (Instituto Militar de Exército – IME; e Instituto Tecnológico da Aeronáutica - ITA), a Marinha optou por utilizar uma estrutura já consolidada e com expertise disponível. A segunda se deu devido à infraestrutura laboratorial do IPT que servia, desde o início do século XX, como “braço tecnológico” da Escola Politécnica (SALLES FILHO *et. al.*, 2000). Após a MB tomar conhecimento, em 1953, do laboratório do Tanque de Provas da Seção de Ensaios de Modelos de Embarcações do IPT, investiu para a expansão do mesmo e passou a manter entendimentos com a USP.

O segundo curso de Engenharia Naval foi criado em 1959 na Escola Nacional de Engenharia (E.N.E.) da Universidade do Brasil, atual Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). O curso foi uma demanda dos estaleiros nacionais – mediado pelo diretor do estaleiro Caneco, engenheiro Murillo da Cunha Donato – para formar mão de obra qualificada que atendesse a moderna Indústria de Construção Naval provocada pelas políticas desenvolvimentistas oriundas do Programa de Metas (1956-1958) do presidente Juscelino Kubistchek.

A criação desses cursos no final dos anos 1950 não é uma coincidência ou uma exclusividade dessa engenharia, sendo esse período considerado como a terceira onda de expansão do ensino superior (SUZIGAN e ALBUQUERQUE, 2011). Ambos os cursos de Engenharia Naval (USP e UFRJ) foram demandados por atores distintos, mas que respondem ao mesmo contexto político e econômico de desenvolvimentismo baseado na industrialização por substituição de importação e que vai – junto a outros programas federais – ocasionar a expansão do setor produtivo naval brasileiro. A necessidade de mão de obra qualificada – que

já era uma demanda da Marinha desde o início do século XIX – ganha destaque e se torna possível na medida em que todo um complexo industrial vai se formando e se desenvolvendo no Brasil.

A própria diretriz assumida no curso de engenharia naval proposto pela UFRJ em 1960 – portanto, um ano após a criação do mesmo – previa a especificidade em formar engenheiros navais prontos para trabalhar imediatamente nas indústrias. Designando cuidados especiais para esta formação baseando-se no ensino prático sob forma de exercícios de caráter real, apresentados como possíveis acontecimentos nos estaleiros e nos navios brasileiros; elaboração de numerosos projetos; vários estágios e visitas nos Estaleiros; provas práticas nos navios, projeção de filmes de instrução; aulas de laboratórios, que mostrariam aos alunos os principais fenômenos hidrostáticos e hidrodinâmicos do navio, esclarecidos experimentalmente (COMISSÃO COORDENADORA DO CURSO DE ENGENHARIA NAVAL, 1960).

As subáreas e linhas de pesquisas dos Departamentos Navais da USP e UFRJ acusam essa proximidade entre o setor produtivo e militar com a universidade baseado na formação de mão de obra competente. Observando as linhas de pesquisa que foram propostas entre os anos 1960 e meados dos anos 1970, no início dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval, (Quadros 2.10 a 2.15, do item 2.7) é possível equipará-las com a diversificação produtiva dos estaleiros. O momento em estes passaram a produzir grandes graneleiros, que tornaria o Brasil no segundo maior produtor de embarcações do mundo, os Departamentos Navais da USP e da UFRJ focaram suas pesquisas em melhorar essa capacidade produtiva, tanto em vias tecnológicas – como as linhas de Sistemas Propulsores e de Controle e Automação, por exemplo – quanto em termos econômicos.

Contudo, como destacou USP (2007, p.71-72), embora os egressos em Engenharia Naval tivessem emprego garantido nos estaleiros ao longo dos anos 1960 – uma década de intensa demanda por estes profissionais, não foi direta a passagem de *know-how* gerado na universidade para a indústria. A contínua formação de alunos dessa engenharia na USP e na UFRJ mostrava avanços importantes na direção da indústria nacional, como a internalização da técnica de fabricação de motores, entretanto, destaca USP (*idem*), diante da incerteza na demanda de navios e um certo distanciamento do mercado em relação à pesquisa, não se formou uma indústria de navipeças.

Ainda, de acordo com Grassi (1995) *apud* USP (2007, p.72) “embora nesta época (anos 1950 e 1960) fossem criados dois cursos superiores de engenharia naval e uma instituição de pesquisa e desenvolvimento, o IPT de São Paulo, ambas as iniciativas permaneceram à margem do processo de industrialização”. Essa marginalização tem a ver com a própria capacidade produtiva dos estaleiros, que naquela época detinham uma estrutura capaz de produzir e reproduzir embarcações, mas não para absorver o conhecimento produzido na universidade. Tanto é que o único relato histórico de uma aproximação entre universidade e empresa, nesse período de 1960 a 1980, para transferência tecnológica (de conhecimento codificado) é a experiência do estaleiro Caneco (RJ) que absorveu, em 1981, o sistema CAD/CAM desenvolvido pela Universidade Federal do Rio Janeiro (UFRJ), mas que não o financiou.

Leone⁴⁵ (1974) nos ajuda a concluir sobre o “lugar” da engenharia naval, enquanto atividade científica no Brasil. Para o autor (*idem*, p.10), entre as décadas de 1960 até meados de 1970 os núcleos de pesquisas navais – entenda USP e UFRJ – procuraram manter-se na fronteira do conhecimento da engenharia naval daquele momento “mais por conhecimento do que por realização, ou seja, mais por estudo do que se faz no exterior do que por trabalhos próprios realizados”.

⁴⁵ Paulo Cesar Leone é engenheiro naval e ex-pesquisador da seção naval do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) durante os anos 1960 e foi docente vinculado ao Programa de Engenharia Naval e Oceânica da USP nesse mesmo período, onde orientou uma tese de doutorado.

3 CAPÍTULO 3 – DIVERSIFICAÇÃO DA ENGENHARIA NAVAL: RUMO À OCEÂNICA (1980 A 2000)

Ainda que o campo acadêmico se identifique como sendo de Engenharia Naval e Oceânica, os dados sugerem que a partir dos anos 1980 houve uma transição (ou uma aproximação) dos escopos e esforços científicos da engenharia naval para a engenharia oceânica. Isso não significa o abandono da primeira em favor da segunda, mas a crise do setor produtivo naval e os avanços das tecnologias oceânicas (*offshore*) promovidas pela Petrobras nesse período formaram um novo contexto que foi sendo absorvido pelo campo acadêmico em questão.

Como visto em capítulo anterior, o campo acadêmico de Engenharia Naval coevoluiu com as demandas do setor produtivo. A criação do mesmo esteve relacionada à convênios estabelecidos com a Marinha do Brasil e com estaleiros do setor para formar mão de obra qualificada a fim de lidar com os desafios das transferências de tecnologia (*know-how*) oriundas de países centrais e para a redução da dependência tecnológica com objetivos de nacionalização do conhecimento dessa engenharia no país. Entretanto, ainda que ao longo dos anos 1970 houvesse algumas atividades de pesquisa (linhas e projetos) que iam ao encontro das produções dos estaleiros, o setor produtivo não estava preparado para absorver os conhecimentos da universidade, limitando a interação universidade-empresa à absorção, pelo setor produtivo, de parte da mão de obra qualificada.

Este capítulo tratará, portanto, das transformações ocorridas no setor produtivo naval de 1980 a 2000 (um contexto de crise setorial) e as dos cursos de engenharia naval e, agora, oceânica sob a perspectiva do início das relações universidade-empresa com foco não apenas na formação e absorção de mão de obra qualificada, mas também com o início das “pesquisas orientadas” pela Petrobras.

O contexto de crise do setor de construção naval iniciado nos anos 1980 somadas às mudanças da política de compras da Petrobras ao longo dos anos 1990 – que externalizou os processos de inovação aos países centrais – afetaram os atores dessa área como um todo, mas de formas distintas. No campo acadêmico, por exemplo, a instituição dedicada mais exclusivamente à pesquisa e à prestação de serviços – o IPT – sofreu com faltas de contratos e perdeu competências e nas instituições de ensino superior a crise gerou levou à necessidade de diversificação do conhecimento.

Os próximos subitens fazem um breve retrospecto dos processos que levaram à crise e à retomada da Indústria de Construção Naval no Brasil e da trajetória tecnológica da Petrobras respeitando o limite temporal estabelecido de 1980 ao final dos anos 1990. Busca-se elucidar alguns fatos políticos e econômicos que transformaram o contexto produtivo e que impactaram direta e indiretamente o campo acadêmico de Engenharia Naval.

As mudanças das matrizes curriculares dos cursos de engenharia naval e oceânica, a criação de infraestrutura laboratorial, a transformação das atividades da seção naval do Instituto de Pesquisas Tecnológicas e a produção de conhecimento dessa engenharia nos permitem construir conexões que nos levam a compreender a relevância do setor produtivo para a manutenção e evolução dessa engenharia no Brasil

3.1 Mudam as demandas: da Construção Naval em crise para as novas tecnologias da Petrobras

A indústria de construção naval, do mesmo modo que a de transportes marítimos, é um setor marcado por duas características: a natureza internacional dos mercados e das operações, e o alto grau de intervencionismo governamental e protecionismo. Pode-se dizer que a indústria naval é um dos setores da economia mundial mais dependentes da intervenção direta dos governos (GEIPOT, 1999; JESUS, 2017).

De meados de 1980 até o final dos anos 1990 o setor produtivo de construção naval sofreu declínio em suas atividades devido a um somatório de crises, tais como o custo elevado de produção causado pela proibição de importação de matérias-primas, navipeças e outros componentes sempre que houvessem similar no Brasil, o que deixou mais caro o produto nacional; os choques do petróleo da década de 1970 que no primeiro momento não havia afetado a carteira de produção nacional, fez com que armadores⁴⁶ internacionais cancelassem demandas por novas embarcações; o fim de programas e políticas de incentivo à construção naval no país e; a mudança da trajetória tecnológica de navios mercantes nos países estrangeiros com a implantação maciça dos contentores (contêineres) que substituíram as embarcações de transporte geral de cargas – que eram amplamente construídas no Brasil -, tornando-as obsoletas (GEIPOT, 1999b; TELLES, 2001).

⁴⁶ Armadores são empresas que promovem a equipagem e a exploração de navios comerciais, independentemente de ser ou não proprietário da embarcação.

GEIPOT (1999b, p.51) considera que o início da crise esteja calcado no esgotamento do II Plano de Construção Naval (II PCN) criado no contexto do II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), que por sua vez tinha como metas principais a substituição de importações nas indústrias pesadas, de bens de capital, insumos básicos e bens intermediários, com a paralela expansão da infraestrutura (energia, transportes e comunicações), por meio das agências estatais.

Barat *et. al.* (2014, p.34) confirmam a tese de que a crise que se instaurou a partir dos anos 1980 no setor naval esteve diretamente relacionada com o colapso nos aportes de recursos tradicionais destinados às infraestruturas e pelo esgotamento do ciclo estatal-desenvolvimentista. Isto significou um declínio muito forte nos investimentos públicos, o que se traduziu praticamente na interrupção da expansão continuada da oferta que vinha ocorrendo desde os anos de 1950 e atravessando as décadas seguintes com bastante vigor.

Estes problemas associados à conjuntura de crise do setor marítimo internacional e da própria economia nacional, resultaram no fim do período de expansão do setor marítimo brasileiro. A partir de 1979, observou-se que o modelo se esgotou com o esvaziamento dos recursos do Fundo da Marinha Mercante (FMM). A crise ainda foi aprofundada, em 1980, no momento que o governo autorizou a SUNAMAM a captar recursos externos. Com isso, a Superintendência endividou-se também com os bancos nacionais para manter os fluxos demandados pelos estaleiros⁴⁷.

No início da década de 1980 foram divulgadas denúncias de improbidade na administração, que acabaram motivando a convocação, em março de 1985, de uma Comissão Parlamentar de Inquérito no Senado – “a CPI da SUNAMAM”. GEIPOT (1999c) considera que das principais causas dos problemas de gestão das políticas de marinha mercante, que por sua vez se encontram dentre os principais determinantes da crise do setor, estão a excessiva concentração de poderes na SUNAMAM, a falta de controle externo e a inadequação dos quadros da autarquia, principalmente nas áreas financeira e de engenharia, no âmbito de suas responsabilidades e volume de recursos que movimentava.

A SUNAMAM foi extinta em 1989. O conjunto dessas crises que afetaram o setor de construção naval caracterizou, de acordo com alguns autores, o desmonte parcial do setor produtivo naval (GOULARTI FILHO, 2010; SILVA, 2012, p.10). Ainda, Favarin *et al.*

⁴⁷ Lima (2009, p.32) afirma que o montante em dividas da SUNAMAM chegava a 3,5 bilhões de dólares dentre os quais 2 bilhões de dólares eram devidas a bancos estrangeiros.

(2009) elenca outros motivos que também suportaram a crise setorial afirmando que o motivo para esse desmanche está totalmente ligado às crises do Estado ao longo da década de 1990 – política e fiscal – e à falta de competitividade no setor naval e de esforço político em manter o setor ativo e com forte participação nacional.

“Os principais motivos foram o esgotamento financeiro do setor público, a difusão de práticas obtusas no setor, o surgimento de novos *players* internacionais (com destaque para a Coreia do Sul, com vantagens superiores às brasileiras), a significativa retração da demanda mundial e nacional e uma grande crise financeira nos estaleiros brasileiros, incapazes de sustentar os investimentos necessários em modernização e gestão. (...) Os poucos fabricantes de equipamentos que sobraram tiveram que reduzir seu tamanho e buscar outros setores de atuação. Não havia mais escala para se produzir quase nada no Brasil” (FAVARIN et al., 2009, p.10).

Barat *et. al.* (2014, p.35) resumem que no período 1980-2000 ocorreu uma progressiva redução da presença do Estado, e em alguns casos até mesmo sua omissão na tarefa de prover e manter serviços essenciais. A drástica limitação na capacidade de investimento por sua parte, tanto para retomar a qualidade dos serviços públicos como para as suas expansões de capacidade, explica, em grande parte, o processo de deterioração contínua das infraestruturas do país e os flagrantes descompassos frente ao crescimento da demanda. Ainda, o autores (*idem*, p.44) afirmam que “os estaleiros não investiram na sua modernização, e os armadores não souberam reagir às mudanças externas, desprezando a revolução tecnológica que ocorreu no setor”.

Assim, os altos custos da construção local, a defasagem tecnológica e a dificuldade no cumprimento dos prazos de entrega dificultaram a colocação de encomendas. Um círculo vicioso foi gerado na a indústria naval, uma vez que, não havendo encomendas dos armadores, os estaleiros não produziam e acabaram por fechar as suas portas (BARAT *et. al.*, 2014).

Em 1979 o Brasil, que chegou a ser a segunda maior potência no mundo na indústria naval, empregou 33.792 trabalhadores, enquanto que no final dos anos 1990 passou a ocupar a

15º colocação no *ranking* da produção da indústria naval, empregando diretamente apenas 1.900 trabalhadores⁴⁸ (GOULART FILHO, 2010; SILVA, 2012).

Ademais, a Petrobras, principal impulsionadora de demandas do setor de construção naval, muda sua política de compras no início dos anos 1990 – devido também à mudança da demanda tecnológica da mesma empresa que passou a requerer produtos e conhecimentos em tecnologias *offshore* – privilegiando contratos com empresas estrangeiras⁴⁹, já que a cadeia de fornecimento de navieças e componentes *offshore*, para esta demanda, era incipiente no Brasil (FURTADO *et. al*, 2003).

Silva (2009) destaca que a externalização de parte significativa das atividades de inovação da estatal brasileira de petróleo para empresas de engenharia estrangeiras prejudicou a evolução de empresas locais.

“A partir de meados da década passada [1990] a operadora nacional passa a adotar um comportamento comercial e tecnológico estratégico, caracterizado pela terceirização de seus projetos de E&P, com vistas a rebaixar os custos de transação que tinha que assumir no desenvolvimento dos novos campos *offshore* descobertos na Bacia de Campos. Acompanhando a tendência internacional a estatal brasileira buscou, ao longo da segunda metade da década passada e primeira metade da atual [2000], externalizar parte significativa das atividades de inovação e de investimento às grandes empresas de engenharia (as chamadas contratantes principais)” (SILVA, 2009, p.106).

Silva (2009) afirma que frente às reformas neoliberais e ao novo modelo contratual adotado pela Petrobras em seus projetos de investimento e a consequente transferência do mercado interno para o externo de parte significativa das compras realizadas pela estatal brasileira ao longo dos anos 1990, observou-se uma profunda crise na indústria parapetroleira local, caracterizada pela falência de muitas empresas e a incorporação de muitas outras por empresas estrangeiras. Silva C (2009, p.261) resume essa questão

⁴⁸ Apresentado anteriormente no “Gráfico 2.1” no Capítulo 2, na página 63.

⁴⁹ O relacionamento com empresas estrangeiras teve amparo legal no decreto nº 2.745/98 (Aprovação do Regulamento do Procedimento Licitatório Simplificado da Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS), que flexibilizou o processo de compras da empresa, tornando possível a realização de licitações internacionais. Essa medida deveria gerar estímulos aos fornecedores locais e, com isso, obter padrões mais elevados de competitividade (BRASIL, 1998). De acordo com Silva (2009, p. 108) a política adotada possuía duas características estratégicas da Petrobras para diminuir os custos de produção: “1º) estímulo aos fornecedores a entrarem e se qualificarem em determinados nichos de mercado; e 2º) obriga-os a aceitar a barganha sistemática de preços”.

“(...) entre a segunda metade da década passada e começo da atual, as mudanças ocorridas no ambiente institucional e macroeconômico no qual a operadora nacional se insere, bem como, os desdobramentos do novo modelo organizacional adotado pela empresa (a partir de meados da década de 1990) em relação à sua estratégia de aquisição de equipamentos e serviços, tiveram um impacto negativo sobre a indústria parapetroleira do país, num contexto de forte recuo no índice de nacionalização de suas compras. Nesse período, a grande maioria das plataformas encomendadas pela Petrobras foram construídas no exterior.”

No entanto, essa estratégia de externalização de atividades estratégicas da Petrobras observou limitações, principalmente no que diz respeito aos quesitos de qualidade e tempo de entrega de alguns empreendimentos encomendados (SILVA, 2009, p. 112-113). Devido a isso, a política de compras da Petrobras orientada para o mercado externo passou a ser questionada ainda no final dos anos 1990 e, no início dos anos 2000, respeitando novas exigências de um conjunto de políticas e programas nacionais que exigiam a utilização de um conteúdo local mínimo para que a empresa pudesse atuar no mercado brasileiro, as compras da estatal de petróleo passaram a ser reorientadas ao mercado interno.

Essa reestruturação da política de compras da Petrobras somadas a um conjunto de iniciativas políticas, econômicas e jurídicas pressionaram os atores a se articularem com mais eficiência caracterizando, na transição dos anos 1990 para os 2000, o momento de retomada do setor naval brasileiro (JESUS e GITAHY, 2009). É importante salientar que esse conjunto de iniciativas que caracterizou a retomada contribuiu para reordenar o setor naval, mas ainda não havia resolvido as deficiências tecnológicas e operacionais destacadas ao longo da década de 1990.

Dentre as ações que implicaram no resgate do setor naval nacional é possível destacar alguns casos, como a implementação da Lei do Petróleo, a criação da ANP, a criação da empresa Transpetro e a execução do Programa Federal Navega Brasil.

A criação e implementação, em agosto de 1997, da Lei do Petróleo (Lei nº 9.478/97) é tido como marco da reestruturação do setor naval brasileiro. É a partir dela que o setor atinge um novo patamar para o desenvolvimento, estabelecendo e definindo novas práticas relacionais entre os atores participantes do setor. Dentre suas atribuições estavam destacadas as iniciativas de promover o desenvolvimento, ampliar o mercado de trabalho, valorizar os recursos energéticos, aumentar a competitividade do Brasil no mercado internacional,

estimular a pesquisa e a adoção de novas tecnologias na exploração, produção, transporte, refino e processamento (BRASIL, 1997).

A partir da Lei do Petróleo foi criada a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) com a finalidade de promover a regulação, a contratação e a fiscalização das atividades econômicas integrantes da indústria do petróleo, do gás natural e dos biocombustíveis. A ANP teve papel fundamental para a evolução do setor naval determinando que toda empresa que tivesse interesse em atuar no mercado naval brasileiro deveria garantir que empresas fornecedoras locais participassem de forma equânime de concorrência, além de designar como obrigatoriedade para empresas e concessionárias a compra de algum conteúdo local, ou seja, garantir que todo empreendimento naval realizado no Brasil tivesse alguma parcela de produtos nacionais.

De acordo com IPEA (2010, p. 90), “desde 1997 os contratos de concessão de blocos exploratórios de petróleo e gás preveem uma cláusula de conteúdo local sobre as fases de exploração e desenvolvimento da produção”, dessa forma, as concessionárias se comprometeriam a contratar fornecedores locais, desde que a oferta deles oferecesse condições de preços, prazos e qualidade equivalentes às de fornecedores externos. Esta cláusula faz parte de uma exigência da ANP para execução do processo licitatório, ou seja, em alguma fase de análise da licitação, a empresa concorrente deveria apresentar um plano de propostas com um conteúdo local mínimo e as fases de produção e exploração em que aquele seria implementado.

Ainda, em agosto de 1998 é sancionado o decreto nº 2.705, que define critérios para cálculo e cobrança das participações governamentais de que trata a Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997 (Lei do Petróleo), aplicáveis às atividades de exploração, desenvolvimento e produção de petróleo e gás natural. Esse decreto é complementar à Lei do Petróleo e define que nos contratos de concessão para exploração e produção de petróleo e gás natural, a concessionária responsável é obrigada a investir 1% da receita bruta do campo, em um mecanismo conhecido como “participação especial”, sendo que a metade deste percentual (no mínimo) deve ser destinada a instituições de P&D que estejam credenciadas pela ANP (BRASIL, 1998).

A criação da Transpetro – Petrobras Transporte S.A – em junho de 1998, subsidiária da estatal de petróleo, também foi fundamental para o ressurgimento do setor. Essa empresa elevou as encomendas para produção de embarcações navais fluviais e de apoio marítimo.

Já o Programa Navega Brasil, lançado em 2001, promoveu mudanças nas linhas de crédito para estaleiros e armadores. De acordo com SINAVAL (2002), as principais mudanças introduzidas por este programa envolvem o aumento da participação limite do Fundo da Marinha Mercante nas operações da indústria naval, de 85% para 90% do montante total a ser aplicado nas obras e o aumento do prazo máximo do empréstimo, de 15 para 20 anos. Entretanto, o processo de revitalização se dará, de fato, ao longo dos anos 2000 a partir do crescimento das atividades petrolíferas *offshore* promovidas pela Petrobras que refletirá na retomada de investimentos e na expansão da capacidade produtiva, com o consequente aumento da produção de embarcações (PIRES *et. al.*, 2014).

O conjunto dessas políticas e ações transformaram as relações entre os atores do setor naval e elevaram o setor a um novo patamar de desenvolvimento, dando novo sentido e condições ao mercado e às empresas locais durante os anos 2000.

3.2 A trajetória tecnológica da Petrobras e os cursos de Engenharia Naval

A empresa de energia Petróleo Brasileiro S.A (Petrobras) foi criada em 1953 durante o Governo Getúlio Vargas com a missão de descobrir petróleo em território nacional e resolver a dependência brasileira de importação de combustíveis. Inicialmente buscou-se petróleo na Bacia do Rio Amazonas, mas devido aos fracos resultados passou a se dedicar, a partir de 1960, a exploração no mar. Do primeiro campo com volume comercial descoberto na Bacia de Campos (campo de Garoupa), em 1974, a 124 metros de profundidade até as novas descobertas de jazidas de petróleo em campos mais profundos, acompanhados pela indisponibilidade de sistemas tecnológicos que suportassem a empreitada, exigiram da Petrobras buscar novas soluções técnicas e tecnológicas e o estabelecimento de parcerias para lidar com os desafios dessa produção de petróleo *offshore* (FURTADO, 1996; FURTADO e FREITAS, 2004; GIELFI *et. al.*, 2011; PERETA, 2015; GIELFI *et. al.*, 2016; SILVA e NOVAES, 2016).

Entretanto, as relações entre a Petrobras e o campo acadêmico de Engenharia Naval se deram apenas a partir dos anos 1980, sendo mais relevante a partir do final dos anos 1990. A trajetória tecnológica da Petrobras que provocou estas interações tem a ver com o momento em que a empresa assume o interesse nas tecnologias *offshore*, sobretudo a partir dos

“Programas de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas” (PROCAP).

O Programa criado em 1986 tinha por propósito, de acordo com Silveira *apud* Moraes (2013, p.301), “desenvolver a capacitação tecnológica da Petrobras, de seus fornecedores nacionais de equipamentos e serviços, de firmas internacionais com plantas produtivas no Brasil e de instituições de pesquisa nacionais para possibilitar, em trabalho integrado, o desenvolvimento de equipamentos, sistemas e processos de produção destinados a viabilizar a produção de petróleo de campos descobertos em águas profundas”. Ainda, Moraes (2013, p.141) atribui ao PROCAP como uma “notável inovação organizacional, ao introduzir novas práticas e procedimentos para melhorar o compartilhamento do aprendizado e do conhecimento no interior da Companhia, integrar diferentes departamentos para um objetivo comum, estabelecer novas modalidades de colaboração com instituições de pesquisa e empresas fornecedoras de bens e serviços, entre outros aprimoramentos na gestão”. O Quadro 3.1 apresenta resumidamente algumas das características das três fases do Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas (PROCAP).

Quadro 3.1 - Fases e características dos Programas de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas (PROCAP)

Período	Programa	Características
1986 - 1991	PROCAP 1000	<ul style="list-style-type: none"> - Integrou 109 projetos - Custou 68 milhões de dólares - Gerou 251 patentes <p>Soluções tecnológicas: aprimoramento dos sistemas flutuantes de produção já em utilização, como as plataformas semissubmersíveis e FPSOs, dada a versatilidade desses sistemas; ii) novas concepções de produção, como as plataformas de pernas tensionadas (TLP) e sistema de bombeamento multifásico de petróleo; iii) adaptações e desenvolvimentos incrementais de equipamentos submarinos para águas profundas, como árvore de natal molhada*, <i>risers</i> e <i>template/manifold**</i>; iv) análise das melhores condições ambientais no mar para o uso de plataformas fixas; v) novos processos e sistemas de produção no mar; vi) especificações de veículos de operação remota (ROV); vii) características de poços e reservatórios; viii) mapeamento do solo.</p>
1992 - 1999	PROCAP 2000	<ul style="list-style-type: none"> -Possibilitar o desenvolvimento de campos de petróleo localizados sob até 2.000 metros de lamina d'água e reduzir os custos de produção dos campos que já se encontravam em produção. -A maior parte das inovações demandava conceitos tecnológicos que ainda não existiam, razão pela qual resultaram, em alguns casos, em inovações com conceitos radicais
2000	PROCAP 3000	<ul style="list-style-type: none"> -Objetivo de dar suporte tecnológico a produção nas novas fases de desenvolvimento dos campos de Marlim Sul, Roncador, Marlim Leste e Albacora Leste, na Bacia de Campos, assim como dos campos potenciais a serem descobertos a profundidade de lamina d'água de até 3.000 metros. -Desenvolveu projetos de elevada complexidade, como o lançamento, instalação, conexão dos equipamentos e linhas flutuantes e ancoragem das plataformas em alta profundidade.

Fonte: elaborado a partir de FURTADO (1996); MORAIS (2013).

Nota: * Árvore-de-natal molhada é o sistema posicionado no fundo do mar composto por válvulas conectadas ao poço e à unidade de produção na superfície do mar. Estas válvulas permitem o fluxo de produção de petróleo e gás, do poço para a superfície, assim como a injeção de líquido e gás (SOBENA, 2017).

Nota: ** *Manifold (template/manifold)* é uma estrutura metálica apoiada no fundo do mar e que acomoda válvulas e acessórios que permitem que este esteja conectado à árvore-de-natal molhada, outros sistemas de produção, de tubulações e *risers* (SOBENA, 2017).

É no contexto do PROCAP que a Engenharia Naval brasileira começa a adquirir novas capacidades e a formar novas competências. Como visto no Capítulo 2, até meados dos anos 1980 os objetivos do campo estavam mais pautados às tecnologias de análises estruturais de embarcações e de plataformas – tratava-se da engenharia naval de fato. A partir da segunda

metade dos anos 1980 e dos novos objetivos da Petrobras o campo recebe um novo conjunto de demandas associadas às tecnologias *offshore*.

Entretanto, é importante salientar que nas duas primeiras fases do PROCAP 1000 e 2000 o desenvolvimento tecnológico esteve mais restrito à Petrobras, uma vez que as tecnologias incrementais (FURTADO, 1996) desenvolvidas a partir desses programas foram realizadas entre esta empresa, mediante o Centro de Pesquisa Leopoldo Américo Miguez de Melo (CENPES) – vinculado a esta empresa –, em parceria com empresas fornecedoras, sobretudo internacionais⁵⁰ como a Reda (que fornecia sistemas de bombeamento), que havia incorporado a Lasalle; a Pirelli (cabo elétrico); a Tronic (conector elétrico submarino); a Cameron (árvore de natal molhada horizontal), a Siemens (transformador elétrico submarino); a Sade-Vigesa (sistemas de bombeamento); a FMC Technologies (separador submarino de água e óleo), entre outras. Além de parcerias com outras operadoras de petróleo como a Chevron e Texaco (MORAIS, 2013). E foi por esta diversificação de parceiros (fornecedores e operadores) internacionais que a Petrobras conseguiu aprender sobre a tecnologia e passou a desenvolver internamente as suas próprias.

No entanto, esse conjunto de desenvolvimento tecnológico promoveu um contexto de demandas para capacitações de fornecedores nacionais e de formação de competências sobre tecnologias (engenharia) *offshore* e essas demandas afetaram diretamente no campo acadêmico de Engenharia Naval. A medida que a Petrobras avançava em termos de profundidade de exploração de petróleo, adaptações e novas pesquisas científicas iam surgindo nos cursos de graduação e nos Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval. Os dados mostram um “afunilamento” de pesquisas e de disciplinas que passaram a lidar também com temas ligados à engenharia *offshore* a partir dos anos 1990, e que ganha destaque ao longo dos anos 2000.

Os próximos itens apresentam os impactos do PROCAP 1000 e 2000 nas instituições de pesquisa e de ensino superior da área de engenharia naval, de 1980 até o final da década de 1990. A terceira fase do Programa (o PROCAP 3000) – que corresponde aos anos 2000 – será devidamente tratada no próximo Capítulo.

⁵⁰ São empresas estadunidenses, italianas, alemãs e espanholas.

3.3 O campo acadêmico de Engenharia Naval nas décadas de crise: 1980 até o final dos anos 1990

A crise que afetou a Indústria de Construção Naval e levou ao desmonte parcial desse setor surtiu um efeito menor (ou mais brando) no campo acadêmico de Engenharia Naval brasileiro. Destacamos dois motivos: o primeiro é que o início das demandas da Petrobras pelas tecnologias *offshore*, bem como alguns investimentos em infraestrutura laboratorial desta empresa nas instituições de pesquisa navais, promoveram um novo enfoque ao campo acadêmico de Engenharia Naval, dando destaque às pesquisas em Engenharia Oceânica. O segundo motivo é que o perfil do egresso dessa engenharia é, desde o princípio, multifuncional, ou seja, possui conhecimentos para atuar em diversas fases da produção naval, bem como em diversos outros segmentos.

Os vínculos entre os estaleiros – as empresas que foram mais afetadas pela crise – e a universidade não estavam pautadas na transferência de produtos tecnológicos, uma vez que, como destacou Barat *et. al.* (2014), os estaleiros não aproveitaram de fato dos investimentos governamentais realizados no contexto das políticas de substituição de importações, eles se expandiram, mas não se modernizaram devidamente. Ficando, então, restritos à interação com a universidade baseando-se na absorção de mão de obra qualificada.

Os docentes do Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da UFRJ Fernando Antônio Sampaio de Amorim e Alexandre Teixeira de Pinho Alho destacaram em artigo essa especificidade dos formandos dessa engenharia. Para Amorim e Pinho Alho (2000, s/p), no período do auge da crise de construção – meados dos anos 1990 – que levou a paralisação das atividades dos principais estaleiros, o campo sofreu não propriamente com o desmonte do setor, mas sim com o senso comum de que engenheiro naval apenas trabalha na construção naval.

“Em 1994 a crise da indústria de construção naval chegou ao auge e à levou a paralisação das atividades dos principais estaleiros. Os empresários do setor faziam um enorme barulho com grande repercussão na imprensa. Apresentavam um discurso catastrófico que produziu um efeito devastador entre os alunos que ingressavam no curso. O senso comum indica que engenheiro naval trabalha na construção naval. Portanto, se a indústria naval estava parada não haveria empregos. Esta equação aparentemente trivial, encobria a

realidade que havia se consolidado há quase dez anos e que não era percebida nem mesmo pela maioria de nossos colegas de departamento. Desde de meados da década de 80 que os estaleiros respondiam por menos de 10% dos empregos para engenheiros navais. Os outros 90% estavam trabalhando em outras áreas da indústria marítima. Nenhum dos grandes estaleiros nunca esteve entre os maiores empregadores de engenheiros navais, ou de outras habilitações necessárias às atividades de construir navios.”

De acordo com Amorim e Pinho Alho (2000) desde meados dos anos 1980, portanto durante o período em que se instaurava a crise do setor naval no Brasil, o egresso da engenharia naval não se encontrava nos estaleiros, mas sim que ocupavam espaços de outros segmentos vinculados ao setor produtivo naval. Os autores continuam:

“Desde que o governo de Juscelino Kubistchek havia decidido criar, ou recriar, um parque de construção naval para atender às necessidades domésticas de navios para suportar o comércio internacional, os maiores empregadores sempre foram a Petrobrás, a Marinha do Brasil e o Lloyd Brasileiro. No final da década de 1970 as sociedades classificadoras passam a figurar entre os maiores empregadores, posição que consolidam nos anos 1980 e 1990.”

De acordo com os autores, o egresso da engenharia naval ocupava, desde a criação da moderna construção naval brasileira, empregos em empresas marítimas e na Marinha do Brasil, que não eram essencialmente os estaleiros. Entretanto, há que se destacar que a Marinha detém, desde os anos 1920, um estaleiro no Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro e o Lloyd Brasileiro⁵¹, que era armador, também possuía uma instalação de reparos navais

⁵¹ A Companhia de Navegação Lloyd Brasileiro era uma empresa estatal de navegação fundada no início da década de 1890 e extinta em 1997. GEIPOT (1999b; 1999c) e Goularti Filho (2009; 2014) afirmam que até 1967 o Lloyd Brasileiro era a única companhia brasileira a operar em longo curso (transoceânico). O Lloyd Brasileiro teve grande importância para sustentação do Plano de Metas de JK, uma vez que a empresa se comprometeu a comprar embarcações no país, como condição necessária para a expansão da nova indústria da construção naval. Amorim e Pinho Alho (2000, s/p) resumem a condição do Lloyd Brasileiro: “o Lloyd Brasileiro era uma das principais empresas de navegação do país, responsável por cerca de 80% do movimento de carga geral de bandeira brasileira nas rotas de longo curso. Foi duramente afetado pela decisão do governo José Sarney de promover o sucateamento da empresa como estratégia para privatizar ou fechar. A ideia era transferir para as empresas privadas nacionais as linhas do Lloyd. Isto no entanto, não ocorreu porque com a desregulamentação promovida no governo Collor a participação do Lloyd foi absorvida por grandes empresas internacionais que entraram no mercado brasileiro com grande agressividade. Apesar disso, empresas de navegação como a Libra, a Aliança e a Costeira, cresceram em relação à participação anterior nas linhas de longo curso de carga geral, em

(GEIPOT, 1999b, p.44). Para Amorim e Pinho Alho (2000, s/p), a ascensão do setor de petróleo e gás no Brasil, a partir da segunda metade dos anos 1990, contribuiu para diversificação de empresas que poderiam absorver a mão de obra da engenharia naval, e dão destaque às Sociedades Classificadoras⁵².

“As Sociedades Classificadoras cresceram impulsionadas pelo mercado de certificação aberto com as normas de qualidade da *International Standard Organization*. A exploração de petróleo no mar também contribuiu para o aumento da presença das Sociedades Classificadoras no Brasil e para a chegada e criação de novas empresas que também abriram novos postos de trabalho para engenheiros navais”.

Assim, os cinco subitens abaixo destacam o lugar da Engenharia Naval em meio a esse contexto de crise da Indústria de Construção Naval e da entrada da Petrobras como demandante de conhecimentos em *offshore* nesse período de 1980 até o final dos anos 1990 e estão assim distribuídos: o primeiro subitem apresenta as posições assumidas pela Sociedade Brasileira de Engenharia Naval (SOBENA) destacadas nos eventos científicos organizados pela mesma. O segundo subitem trata da fase *offshore* da seção naval do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e os condicionante que levaram o mesmo a desenvolver tais pesquisas.

O terceiro e o quarto subitens apresentam as características assumidas pelos Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica da UFRJ e da USP nesse contexto de tecnologias *offshore*, destacando as linhas de pesquisa das mesmas instituições. A história da Engenharia Oceânica (*Offshore*) na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e na Universidade de São Paulo (USP) está atrelada a criação e evolução da infraestrutura laboratorial dedicada aos estudos de exploração e produção de Petróleo em águas profundas. Entre os anos 1980 e 2000 os programas de graduação e pós-graduação de engenharia naval e oceânica obtiveram novas capacidades e formaram novas competências seguindo a evolução tecnológica do setor produtivo, mas especialmente a da Petrobras.

especial no que se refere ao transporte de contentores. Em relação ao mercado de trabalho para engenheiros navais o crescimento destas empresas acabou compensando a paralisação e fechamento do Loyd”.

⁵² Sociedades Classificadoras são empresas, entidades ou organismos reconhecidos para atuarem em nome da Autoridade Marítima, nesse caso brasileira, na regularização, controle e certificação de embarcações nos aspectos relativos à segurança da navegação, salvaguarda da vida humana e prevenção da poluição ambiental.

E o quinto, e último, subitem trata da criação do Programa de Engenharia Oceânica da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), apresentando um conjunto de atividades de pesquisa com características bastante regionais – uma condição que será muito frequente no processo de desconcentração do campo acadêmico a partir de meados dos anos 2000.

3.3.1 A Sociedade Brasileira de Engenharia Naval (SOBENA) e a Crise

A Sociedade Brasileira de Engenharia Naval (SOBENA) – instituição que dentre outras finalidades age como intermediária entre o setor produtivo e o campo acadêmico – acompanhou esse período de instabilidade setorial e de transformação empresarial. Numa análise dos eventos científicos patrocinados pela Sociedade é possível perceber a sintonia e preocupação dos atores que compõe a área Quadro 3.2.

Quadro 3.2 - Principais temas dos Congressos organizados pela SOBENA – de 1980 até 1999

Ano	Nome do Evento	Temas (principais conferências) *
1980	8º Congresso Nacional da SOBENA	A consolidação de uma política de construção naval; O transporte Marítimo e a economia de combustível; Formação profissional; Capacidade Tecnológica no projeto e na gerência industrial; Transporte marítimo, força propulsora na arrancada por um futuro melhor.
1982	9º Congresso Nacional da SOBENA	Navegação de cabotagem e transporte intermodal; Navegação interior; Plano permanente de Construção Naval; O computador e o projeto.
1984	10º Congresso Nacional da SOBENA	Ensino e Pesquisa em Engenharia Naval; O domínio tecnológico com parte do poder marítima; Subsídios à armação e à construção naval
1986	11º Congresso Nacional da SOBENA	-
1988	12º Congresso Nacional da SOBENA	-
1990	13º Congresso Nacional da SOBENA	O desenvolvimento tecnológico como essencial para a solução da crise do setor naval; Perspectivas políticas e econômicas da indústria naval no Brasil
1992	14º Congresso Nacional da SOBENA	Qualidade e produtividade; Engenharia Naval aplicada à área <i>offshore</i> , estruturas navais, máquinas marítimas; Segurança no mar
1994	15º Congresso Nacional da SOBENA	Retomada do Desenvolvimento da Indústria Naval; Retomada do Desenvolvimento dos Transportes Marítimos

1996	16º Congresso Nacional da SOBENA	Competitividade da Indústria Naval Brasileira; Navegação Fluvial na Amazônia; Tecnologia e Privatização Portuária
	Seminário “Formação do Engenheiro Naval” (SOBENA, USP e UFRJ)	Exercício profissional da engenharia naval; O segmento tradicional do mercado de trabalho; O setor de navegação interior; A indústria náutica; Os setores de operações portuárias, <i>offshore</i> , apoio marítima, cabotagem e pesca.
1997	1º Seminário sobre Meio Ambiente (SOBENA, Petrobras, IBP e FINEP)	-
1998	17º Congresso Nacional da SOBENA	Competitividade da indústria brasileira de construção naval; Formação profissional do engenheiro naval; Navegação interior no Brasil; Perspectivas no setor de petróleo; Desenvolvimento tecnológico – construção de submarinos
1999	1º Seminário Nacional de Transporte Hidroviário Interior	Conciliação do desenvolvimento hidroviários com a proteção ambientes; Importância econômica do transporte fluvial; Formação de recurso humanos; Regulamentação da navegação interior/ Hidrovias internas como fator de integração e desenvolvimento.
	1º Seminário sobre Desafios e Oportunidades da Indústria Naval <i>Offshore</i> (SOBENA, Petrobras e IBP)	Os planos da indústria do petróleo para o Brasil; Ações de incentivo à indústria <i>offshore</i> local; Estruturas alternativas de construção e de financiamento de projetos <i>offshore</i> ; Aplicações de novas tecnologias de construção e métodos de gestão.

Fonte: elaboração própria a partir de TELLES (2001).

Nota: * Alguns temas dessas conferências não foram encontradas.

É notória a preocupação da SOBENA com a crise instaurada nos anos 1990 – identificado como desmonte parcial do setor produtivo naval – e os temas passam a lidar com este desmonte, buscando alternativas para a retomada do setor (Congresso de 1994). Entretanto, é percebido uma nova frente de interesse focada em tecnologia *offshore* – não que o tema não tivesse sido tratado anteriormente, mas os Congressos anteriores priorizaram temáticas mais restritas à construção naval.

Os temas de tecnologias *offshore* (Congressos de 1992 e 1996) e os de petróleo (Congressos de 1998 e 1999) também respondem ao contexto, uma vez que nesses períodos novas políticas setoriais para petróleo e atividades marítimas foram implementadas, como a criação da Agência Nacional do Petróleo (ANP), a promulgação e implementação da Lei do Petróleo, a mudança da política de compras da Petrobras, a implementação do fundo setorial de petróleo e gás natural – o Plano Nacional de Ciência e Tecnologia do Setor de Petróleo,

Gás Natural e Biocombustíveis (CTPETRO), com o objetivos de estimular a cadeia produtiva do setor de petróleo e gás natural, a formação e qualificação de recursos humanos e o desenvolvimento de projetos em parceria entre empresas e universidades, instituições de ensino superior ou centros de pesquisa do país (KANNEBLEY JÚNIOR e CAROLO, 2014, p.82).

Telles (2001) resume as responsabilidades assumida pela SOBENA no momento da profunda crise em que esteve o setor de construção naval:

“(…) em que pese o caráter exclusivamente técnico que caracterizou as gestões da entidade, a atual conjuntura adversa [anos 1990] que atravessamos por mais de uma década tem imposto às direções contemporâneas da SOBENA uma atuação mais abrangente, procurando contribuir – através de sua inteligência e como depositária de conhecimentos em nível internacional – não só nas atividades de transporte aquaviário, engenharia e indústria naval, como também nas universidades, municiando estudos e participando de iniciativas de entidades governamentais e não-governamentais, no esforço conjunto de recuperação do setor aquaviário – em que se insere a engenharia naval – significativo para a economia do País” (TELLES, 2001, p.275).

Lima (2009, p.34) aponta que mesmo durante esse período de crise o setor conseguiu alguns avanços técnicos – a passos lentos – sobre o projeto do navio passando a modificar embarcações adquiridas no exterior. Entretanto, o mesmo autor afirma que as “instituições de pesquisa e formadoras de mão de obra, tais como o IPT e a COPPE (UFRJ), permaneceram apartadas do processo produtivo e não houve avanço em termos de gestão, nem mesmo diante da crise.”

De fato, o campo acadêmico não estava tão próximo do setor produtivo, entretanto, ao contrário do que foi sustentado por Lima (2009), o mesmo não ficou marginalizado ante a crise instaurada. Em entrevista, o docente da UFRJ contou uma experiência ocorrida em meados dos anos 1990 – momento de desmonte parcial do setor naval –, que articulou atores do campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica com o governo, cujo objetivo era de se aprofundar nos temas que deram origem à crise do setor produtivo naval e propor um conjunto de ações a fim de suplantar a mesma.

“Uma questão importante: dado que esse é um setor importante para o país, sempre houve uma atuação [dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval e de Oceânica] no sentido de atuar junto aos órgãos de governo, no sentido de trabalhar em projetos de pesquisas que não tem políticas públicas (...) e isso também foi uma preocupação. Nós fizemos um trabalho em parceria com a SOBENA, em um projeto grande, que foi feito uma análise do setor das áreas construção naval e marinha mercante nos anos 1990 junto com o GEIPOT [Empresa Brasileira de Planejamento e Transporte - Extinta] e que foi um trabalho grande; foi um marco e uma referência grande da área que foi feito todo um levantamento das políticas públicas da área e foram feitas sugestões. Esse trabalho foi realizado também com a Fundação Getúlio Vargas (FGV) e foram feitas proposições em termos de políticas de transporte para área de marinha mercantes e construção naval” (Luiz Felipe Assis, entrevista realizada em novembro de 2017).

A partir da fala do Docente da UFRJ é possível perceber o caráter sistêmico e integrador que há entre a SOBENA, os cursos de Pós-Graduação de Engenharia Naval e o setor produtivo. O relatório produzido pelos atores destacados pelo Docente apresentou, em 3 volumes, uma profunda retrospectiva do setor de construção, análises de produtividade das empresas, emprego no setor e, finalmente, uma série de recomendações para superar a crise dos anos 1980 e 1990. Os volumes foram publicados em 1999 e foram intitulados de “*Política Governamental e Competitividade da Marinha Mercante Brasileira*”. Em síntese, os trabalhos tratam:

- No Volume 1, Tomo 1, é feita uma síntese de todo o trabalho, constituindo-se, de fato, em um resumo executivo com todos os elementos necessários à tomada de decisão governamental para reorientar a política setorial (GEIPOT, 1999a).
- No Volume 1, Tomo 2, apresenta a avaliação geral do setor, a análise das políticas governamentais e as proposições para o seu aprimoramento, abordando o assunto de forma mais analítica, oferecendo fundamentação mais detalhada ao que consta do Tomo 1 (GEIPOT, 1999b).
- No Volume 2 é constituído de um estudo especial destinado a analisar as políticas de promoção de Marinha Mercante que, no segundo semestre de 1996, foram objeto de consideração pelo governo federal (GEIPOT, 1999c).

- No Volume 3 - Estudos Básicos - é desenvolvido um estudo amplo do Setor Marinha Mercante Brasileira (GEIPOT, 1999d).

A SOBENA representa ao campo acadêmico um espaço importante para manutenção e transformação de todo o conjunto de atores que compõe o setor produtivo, Militar e de ensino superior e pesquisa ligados à naval e oceânica. O interesse da Sociedade, bem como dos atores que a compõe, em desenvolver o campo acadêmico e o setor produtivo também gerou outras iniciativas ao longo dos anos 2000, como a Rede de Inovação para Competitividade da Indústria Naval e *Offshore* (RICINO), a qual discutiremos em Capítulo posterior.

3.3.2 O Instituto de Pesquisas Tecnológicas e a fase *Offshore*

A partir dos anos 1980, após as expansões e modernizações do Tanque de Provas da seção naval do IPT (vista no Capítulo 2), a Divisão de Engenharia Naval (DINAV) – que era seção naval do IPT – adquiriu conhecimentos e competências para atuar também em parceria com a Petrobras. Entretanto, antes mesmo do Instituto possuir infraestrutura adequada para pesquisas desses sistemas, em 1964 realizou o primeiro estudo na área *offshore* do Brasil sobre a monoboia⁵³ para descarga de petroleiros no mar e em 1975 inaugurou a fase de trabalhos na área *offshore*. Nessa etapa foram feitos estudos sobre as causas de rompimento de mangotes⁵⁴ submarinos da boia e responsáveis pela transferência de petróleo para os dutos submarinos.

A tecnologia de geração de ondas implantada no Tanque de Prova e a expansão deste para 280 metros de comprimento permitiram, em 1983, ensaios de sistemas *offshore*. Entre 1980 a 1988 o IPT realizou uma série de trabalhos experimentais com a finalidade de validar códigos de projetos por computador. Um dos projetos analisados foi a Plataforma PCR-1 do Campo de Curimã no Ceará, desenvolvendo simulações, modelos matemáticos para lidar com tubulações submarinas, tais como as análises sobre o comportamento estático e dinâmico dos dutos submarinos.

⁵³ Monoboia é uma espécie de “terminal flutuante”, utilizado na amarração de navios-tanque para a operação de carregamento e descarregamento de petróleo e derivados (PETROBRAS, 2015).

⁵⁴ Mangote é o nome genérico dado às mangueiras flutuantes divididas em seções para transporte do óleo produzido da monoboia para o petroleiro (SOBENA, 2017).

Mas foi no contexto do PROCAP 1000 que a interação entre a Petrobras e a área naval do IPT foi devidamente sustentada. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (1999) afirma que quando a Petrobras começou a enfrentar os desafios de explorar poços em profundidades próximas de 1.000 metros, o IPT atendeu às solicitações para estudar – via modelo reduzido – estruturas e equipamentos projetados pela Petrobras. As tecnologias simuladas e o papel do IPT nesse processo estão dispostas no Quadro 3.3.

Quadro 3.3 - Parceria Petrobras-IPT: tecnologias simuladas no contexto do PROCAP 1000 (entre 1986 a 1991)

Tecnologias Simuladas	Papel do IPT
OCTOS1000	Avaliação da ação da correnteza e ondas, durante a fase de descida para instalação no fundo do mar.
Plataforma Vitória Régia	Comportamento do casco e de seu conjunto de mais de 70 tubulações com o fundo do oceano. O objetivo foi de mostrar a influência que sistemas de <i>risers</i> e de amarração exercem em plataformas semissubmersíveis. Este ensaio auxiliou a Petrobras a tomar a decisão de não utilizar este sistema, optando por adaptar plataformas existentes, com menor custo, para incrementar a produção de petróleo.
Captador Profundo de Água de Resfriamento	Ensaio para a determinação de esforços sobre o tubo, seu comportamento em vibração longitudinal (com compressão) e transversal devido à liberação periódica de vorticidade.
<i>Riser</i> Rígido de Aço	Entender o comportamento de uma tubulação com comprimento suspenso de mais de 1.000 metros, sujeita à ação do meio ambiente.
<i>Manifold</i> de produção submarina	Ensaio para determinação de massas adicionais e a monitoração da operação de instalação desses equipamentos.
Sistema Flutuante de Produção - FPSO	Testes de diferentes cascos para compor a estrutura da embarcação. Levantamento de dados de configuração de equilíbrio e de estabilidade direcional (curvas de bifurcação) em correnteza, vento e onda.

Fonte: elaborado a partir de IPT (1999, p.146-147)

Já se encaminhando para o final da década de 1980, a DINAV sofre nova modificação devido a outra reformulação do IPT, associada às dificuldades enfrentadas no período. Em 1989 a Divisão é agrupada com outras áreas, transformando-se na Divisão de Tecnologia de Transportes (DITT). De acordo com DITT (1999), a diretriz que norteou a formação da

Divisão foi a de agregar as áreas do Instituto, cuja atuação estivesse relacionada ao desenvolvimento tecnológico na área de transporte.

Entretanto, ao longo de toda a década de 1990 a crise desse setor – que quase devastou o mesmo – afetou a área de pesquisas navais do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) – à época incrustada na Divisão de Tecnologia de Transportes (DITT). As perdas de contratos – provocado pela externalização dos processos de inovação e de pesquisas da Petrobras – que gerariam maiores recursos e a perda de competências (mão de obra qualificada), marcaram uma trajetória baseada numa inércia institucional limitando a capacidade da organização em perceber sinais do ambiente que indicassem oportunidades (SILVA, 2012).

“Ao longo da década de 1990, a seção [naval do IPT] ficou à margem do mercado devido aos laboratórios defasados que atendiam pouco às expectativas das empresas do setor e, as competências consolidadas em desenvolvimento de pesquisas para embarcações fluviais e de apoio marítimo não acompanharam as transformações da Petrobras e de seus fornecedores. As novas demandas por pesquisas de tecnologias *offshore* (pesquisas sobre plataformas) não faziam parte do escopo de atuação dos agrupamentos navais do IPT. Nesse contexto, a seção naval do Instituto entrou em uma profunda recessão, apenas realizando projetos de baixo custo e que envolviam poucos pesquisadores e, conseqüentemente, que geravam poucos recursos” (SILVA, 2012, p.93).

Não apenas o IPT perdeu competências como todo o setor produtivo naval. Segundo Furtado (2003, p.27), a indústria de construção naval foi a que mais enfrentou problemas devido ao desmonte da década de 1990, perdendo operários e técnicos experientes absorvidos por outras atividades econômicas.

No final da década de 1990 a Divisão de Tecnologia de Transportes (DITT) emitiu um relatório em que apontava a situação crítica que a área naval do IPT estava passando. DITT (1999) conta que a queda no número de contratos e a predominância de contratos de baixo custo relacionados a atividades de rotina e a dotação orçamentária insuficiente para modernizar sua estrutura, manter e capacitar seus recursos humanos estavam impedindo o desenvolvimento de novas habilidades. Para acompanhar as transformações do setor era necessário não só manter as competências consolidadas relacionadas às pesquisas de embarcações fluviais e oceânicas e de apoio aos modelos e sistemas *offshore* – para estudos

em içamento, transporte e fixação de plataformas submersíveis e semissubmersíveis (com pesquisas mais focadas em logística), como também desenvolver novas habilidades que estivessem relacionadas à exploração de petróleo em grandes profundidades (SILVA, 2012).

Apenas a partir dos anos 2000, frente a novos arranjos estabelecidos em formato de redes de pesquisa e inovação, deram novos horizontes à seção naval do IPT.

3.3.3 Programa de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica da USP

Já no caso do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Naval da USP a “entrada” da Engenharia Oceânica ocorre em conjunto com os testes e simulações de tecnologias da Petrobras realizados no Instituto de Pesquisas Tecnológicas ao longo dos anos 1980. O IPT é considerado o “braço tecnológico” da Universidade de São Paulo (USP). Salles Filho *et. al.* (2000) nos lembra que a interação entre a Escola Politécnica – que desde 1934 é vinculada a USP – e o IPT ocorre desde o início do século XX, já que a primeira foi criada em 1893 e o segundo em 1899 – a época chamado de Laboratório de Ensaio de Materiais (LEM).

Embora USP (2007, p.91-107) apresente que o curso de engenharia naval da USP, ao longo dos anos 1980 e 1990, tenha se desenvolvido muito graças a interação com a Marinha do Brasil e mantendo o foco nas pesquisas e desenvolvimentos de embarcações e outras necessidades tecnológicas da Marinha, nesse período também foram desenvolvidos e formados competências em engenharia oceânica, impulsionados pelas necessidades da Petrobras.

IPT (1999, p.146) afirma que dos projetos realizados para a Petrobrás no contexto do PROCAP (identificados no Quadro 3.3, no item 3.3.2 deste capítulo), três deles foram marcados por parcerias com o Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da USP que possibilitaram uma nova interface de pesquisa a este Departamento, sendo as análises dos sistemas/equipamentos: de captador profundo de água de resfriamento; de *riser* rígido de aço; e de sistema flutuante de produção – FPSO. Sobre as análises do sistema de “captador profundo de água de resfriamento” e a interação com este Departamento da USP, Instituto de Pesquisas Tecnológicas (*idem*) comenta:

“Os resultados dos projetos constituíram a base de uma dissertação de mestrado e deram o impulso final para a formação de uma parceria, entre a atual Divisão de Tecnologia de Transporte (DITT) e o Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da Escola Politécnica da USP, que tem se mostrado bastante frutífera no desenvolvimento tecnológico, com aplicações diretas a problemas de interação fluido-estruturais e dinâmica de estruturas oceânicas da Petrobras.”

Sobre os projetos de “sistemas flutuantes de produção – FPSO”, IPT (1999, p.147) detalha que:

“Esses trabalhos têm-se desenvolvido em coordenação com os estudos realizados pela Petrobras e pelo Departamento de Engenharia Naval da Escola Politécnica da USP. Tais trabalhos iniciaram-se em 1995 e, para sua realização, necessitou-se do desenvolvimento e de construção de vários dispositivos para ensaios, sendo alguns enquadrados no estado da arte internacional. Entre eles pode ser mencionado um sistema para determinação de derivadas hidrodinâmicas alternativo ao chamado Mecanismo de Movimentos Planos, utilizando a técnica de *yaw-rotating*. (...) Desenvolvidos em conjunto com a Petrobras e o Departamento Naval da EPUSP [Escola Politécnica da USP] permitiram levantar dados experimentais até então inexistentes na bibliografia internacional.”

A matriz curricular do curso de Engenharia Naval e Oceânica da USP também é um indicador de transformação do campo acadêmicos. A partir de Simos⁵⁵ (2016) é possível constatar a evolução da estrutura disciplinar ocorrida nesse curso (Quadro 3.4):

Quadro 3.4 - Principais evoluções da grade curricular do curso de Engenharia Naval e Oceânica da USP entre as décadas de 1960 a 2000

Décadas	Base da Grade Curricular (USP)
1960 - 1970	Tecnologia de Construção Naval; Projeto do Navio; Máquinas; Hidrodinâmica; Estruturas Navais.
1980 - 2000	Tecnologia de Construção Naval; Projeto do Navio e de Plataformas; Hidrodinâmica; Estrutura Navais; Máquinas; Dinâmicas de Sistemas e Controle; Logística e Transporte Marítimo.

Fonte: SIMOS (2016).

⁵⁵ Alexandre Simos é docente do curso de Engenharia Naval e Oceânica da USP e também é vinculado ao Programa de Pós-Graduação dessa mesma engenharia nessa universidade.

Algumas das transformações curriculares percebidas entre os períodos destacados no Quadro 3.4 é a adoção da disciplina de “Dinâmicas de Sistemas e Controle” que nas Engenharias é, de acordo com Villela (2005, p.3), “muito usada para projetar e manter o funcionamento de sistemas dentro de padrões aceitáveis. Todos os conceitos e ferramentas (diagramas, *software*, etc.) de Dinâmica de Sistemas podem também ser aplicados nas Engenharias com o mesmo objetivo da Teoria de Controle”. Essa disciplina, bem como a de Logística e Transporte Marítimo, surgem em um contexto de avanços promovidos pela informatização, adotada também pelo setor produtivo naval, e que desempenham papéis de simulação e predição de eventos.

Entretanto, há uma particularidade relevante sobre o curso de Engenharia Naval e Oceânica da USP no tocante as disciplinas oferecidas: o convênio entre a Marinha do Brasil e esta universidade – que deu origem ao primeiro curso dessa engenharia no país em 1956 – permanece ativo até os dias atuais⁵⁶ e a Marinha, por meio de cláusulas do mesmo convênio pode sugerir disciplinas a serem oferecidas e que atendam as necessidade da própria, uma vez que uma das funções do curso de Engenharia Naval da USP é a de formar, além de civis que ingressam na universidade mediante vestibular, Oficiais de Marinha que vão compor o quadro de engenheiros desta instituição militar.

Egressos do Doutorado do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica da USP ao longo dos anos 1990 possuem um perfil diferente dos egressos do doutorado do programa equivalente da UFRJ. Em linhas gerais, de 1990 a 2000 formaram-se 13 doutores, sendo a maioria, 8 deles, ocupam cargos de docência em universidades públicas e privadas, 1 trabalha no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 3 ocupam cargos em empresas públicas e privada e 1 não declarou a informação, de acordo com a informação de “endereço profissional” coletada no lattes destes egressos (Quadro 3.5).

Os egressos que assumiram cargos de docência na própria instituição de doutoramento, diferentemente daqueles da UFRJ, renovaram o departamento. Ou seja, tornaram-se docentes após a conclusão do doutorado, propriamente.

⁵⁶ Nos referimos ao ano de 2018.

Quadro 3.5 - Egressos do Doutorado (Defesas de 1990 a 2000) do Programa de Engenharia Naval e Oceânica da USP

ID	Defesa de Tese (ano)	Endereço Profissional (baseado na última atualização do CV Lattes)			Última atualização do CV Lattes
		Instituição	Departamento	Na profissão desde:	
1	2000	Universidade de São Paulo	Departamento de Engenharia Naval e Oceânica	2000	28/08/2017
2	2000	Oceânica Engenharia, OBR	-	2006	20/02/2008
3	1999	Centro Universitário FIEO	-	2000	07/04/2018
4	1999	Fundação Armando Álvares Penteado, FAAP	Faculdade de Computação e Informática	2003	03/01/2017
5	1999	Eletróbás Termonuclear S A, ELETRONUCLEAR	-	2005	21/04/2018
6	1999	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, IPT	Centro de Integridade de Estruturas e Equipamentos	1987	14/08/2017
7	1999	Universidade de São Paulo	Departamento de Engenharia Naval e Oceânica	2001	17/05/2018
8	1998	Universidade de São Paulo	Departamento de Engenharia Naval e Oceânica	2003	23/01/2014
9	1996	Universidade de São Paulo	Departamento de Engenharia de Construção Civil	1996	16/11/2017
10	1995	Núcleo de Cálculos Especiais Ltda, NCE	-	1991	02/03/2016
11	1994	-	-	-	25/06/2018
12	1992	Universidade de São Paulo	Departamento de Engenharia Naval e Oceânica	1983	21/06/2018
13	1990	Universidade de São Paulo	Departamento de Engenharia de Estruturas e Fundações	1975	13/03/2018

Fonte: elaboração própria a partir dos Currículos Lattes dos 11 egressos identificados no período de 1990 a 2000. A informação considera a última atualização do Currículo Lattes referente a categoria “endereço profissional” disposta no currículo do egresso. *Softwares* empregados: ScriptLattes, Notepad++, RStudio e Excel.

As “Linhas de Pesquisa” do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica da USP (Quadro 3.6) também sugerem transformações a respeito dos objetivos em pesquisas oceânicas, tais como as linhas de “Estruturas de Navios, de Submersíveis e Oceânicas” e da de “Projeto e Análise de Sistema de Ancoragem”. Esta última, inclusive, derivou das parcerias com a Petrobras e IPT, como destacou IPT (1999).

Quadro 3.6 - Linhas de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica da USP ao longo dos anos 1990

Linhas de Pesquisa	Área de Concentração	Descrição
Dinâmica e Controle de Veículos Oceânicos	Engenharia Naval e Oceânica	A evolução que se verificou na construção naval com o projeto de embarcações mais sofisticadas, quer mercantes, quer militares e, sobretudo, o desenvolvimento de plataformas e veículos "offshore" estimulou a aplicação de sistemas de controle nestes veículos
Dinâmica e Hidrodinâmica de Navios e de Sistemas Oceânicos	Engenharia Naval e Oceânica	Propulsão e manobrabilidade de navios, bem como comportamento no mar e estabilidade dinâmica de navios e de sistemas oceânicos são tratados por esta linha de pesquisa.
Estruturas de Navios, de Submersíveis e Oceânicas	Engenharia Naval e Oceânica	Projeto e Análise de estruturas, por métodos analítico-numéricos e experimentais.
Instalações Propulsoras e Controle de Sistemas Oceânicos	Engenharia Naval e Oceânica	Esta linha está envolvida com as questões relacionadas ao projeto e análise de instalações propulsoras marítimas e à dinâmica e controle de veículos oceânicos e seus subsistemas.
Integridade Estrutural e Fratura de Materiais Estruturais	Engenharia Naval e Oceânica	Falhas estruturais através de mecanismo por fratura frágil (clivagem transgranular) possuem grande importância e significância sobre a avaliação da integridade mecânica de uma classe abrangente de componentes estruturais
Projetos de Navios e de Sistemas Oceânicos e Tecnologias da Construção Naval	Engenharia Naval e Oceânica	Desenvolvimento das técnicas e metodologias para o projeto eficiente de navios e sistemas oceânicos, tendo em vista a sua fabricação, operação adequada e sucateamento.
Projeto e Análise de Estruturas	Engenharia Naval e	Todo projeto e uma análise de uma estrutura naval ou oceânica se baseia no que se convencionou

Navais e Oceânicas	Oceânica	chamar Critério de Projeto. Tais critérios se alicerçam em um tripé não dissociável, envolvendo os carregamentos, um modelo de cálculo de tensões e deslocamento
Projeto e Análise de Sistema de Ancoragem	Engenharia Naval e Oceânica	A produção de petróleo em águas profundas requer o emprego de unidades flutuantes denominados FPSO, " <i>floating production storage and offloading</i> ".
Projeto e Tecnologia de Construção de Navios e de Sistemas Oceânicos	Engenharia Naval e Oceânica	Os sistemas oceânicos, incluindo os navios, são sistemas complexos que necessitam da integração dos subsistemas que constituem o sistema todo. O processo de projeto até a construção destes sistemas é planejado e executado utilizando a filosofia de projeto
Transporte Marítimo e Fluvial, Planejamento Portuário e Logístico	Engenharia Naval e Oceânica	Esta linha aborda as técnicas de planejamento, pesquisa operacional e economia aplicadas na análise e dimensionamento de sistemas logísticos de transporte marítimo fluvial, planejamento portuário e intermodal.
Transporte Marítimo e Fluvial, Planejamento Portuário e Logística	Engenharia Naval e Oceânica	O Transporte marítimo é responsável por expressiva parcela da movimentação de carga gerada pelo comércio internacional, o transporte hidroviário interior e a cabotagem são importantes componentes da matriz multimodal de transporte de carga em diversos países

Fonte: elaborado a partir de USP.SNPG (1998; 1999).

3.3.4 Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da UFRJ

A história da Engenharia Oceânica inicia-se na UFRJ no final dos anos 1970 com uma parceria estabelecida entre a COPPE/UFRJ e a Petrobras – antes mesmo da formulação do PROCAP 1.000 (realizado a partir de 1986). Para Clube de Engenharia (2015, p.10) a história da Coppe na área de petróleo está muito ligada aos desafios da Petrobras para atender essa missão estratégica do país de produzir petróleo e buscar a autossuficiência e a autonomia na área de energia.

O docente do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da UFRJ Dr. Segen Estefen, em depoimento à Lemle (2015, p.9), conta que o apelo da Petrobras foi decisivo para toda a cadeia ligada à indústria do petróleo em termos de pesquisa e desenvolvimento. Especificamente no caso da engenharia oceânica, a origem desse

desenvolvimento se deu mais fortemente no ano de 1977, quando foi celebrado um convênio entre a Coppe e a Petrobras para a formação de recursos humanos em engenharia *offshore* e para o desenvolvimento de projetos de pesquisa aplicada referentes a plataformas fixas, ao comportamento de plataformas de petróleo no mar e mais tarde a estudos relacionados à robótica submarina, visto que o Brasil não tinha experiência nessa área. Naquele ano, era iniciada a produção de petróleo no mar da bacia de Campos.

Entretanto, foram as criações e avanços laboratoriais que deram início, de fato, às pesquisas em tecnologias *offshore* na UFRJ. No final dos anos 1980, portanto no contexto do PROCAP da Petrobras, quando as bacias de produção de petróleo apontavam para mil metros de profundidade foram criados novos laboratórios vinculados a diferentes Programas de Pós-Graduação da instituição, dentre eles o Laboratório de Tecnologia Submarina (LTS) vinculado ao Programa de Engenharia Oceânica da mesma instituição.

O Laboratório de Tecnologia Submarina (LTS) foi criado em 1989 para, de acordo com LTS (2017, p.9), atender à crescente demanda por tecnologia em águas profundas. Os projetos desenvolvidos proporcionam capacitação tecnológica e de pessoal para responder aos desafios relacionados à exploração de recursos em lâminas d'água cada vez mais profundas. Ainda, o LTS desenvolve pesquisas em engenharia naval, oceânica, costeira e de oceanografia.

O LTS foi desenvolvido a partir de apoio de financeiro concedido pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). O início deste laboratório está atrelado à aquisição de um equipamento chamado “câmara hiperbárica” que simula efeitos de pressão à mil metros de profundidade exercidos em equipamentos e tecnologias submarinas. Tanto o equipamento quanto a atuação do LTS estavam contextualizados com os objetivos de extração de petróleo a mil metros de lâmina d'água e marca o início das pesquisas em tecnologia *offshore* na UFRJ.

LTS (2017) identifica que até 2017 o laboratório já havia formado 20 mestres, 5 doutores e publicado mais de 100 artigos e trabalhos em congressos e em revistas nacionais e internacionais. Ainda, o documento afirma que o laboratório, considerado o mais moderno da América Latina, está instalado numa área de, aproximadamente, 1.700 m² no complexo de laboratórios do Bloco I-2000 do Centro de Tecnologia – Ilha do Fundão. O Quadro 3.7 identifica as principais linhas de pesquisa do LTS.

Quadro 3.7 - Linhas de Pesquisa do Laboratório de Tecnologia Submarina (PEnO/UFRJ)

Linhas de Pesquisa	Atividades
Análise Estrutural de <i>risers</i> e dutos submarinos	Colapso de dutos submarinos; Propagação de colapso em dutos submarinos; Análise estrutural de dutos flexíveis; Fadiga de <i>risers</i> rígidos; Análise de falha de dutos rígidos e flexíveis; Análise de viabilidade técnica de sistemas de <i>risers</i> ; Integridade estrutural de dutos corroídos; Análise estrutural de dutos com mossas; Desenvolvimento de métodos de reparo para dutos flexíveis; Inspeção baseada em risco; Desenvolvimento de liner de reparo para dutos corroídos.
Concepções alternativas de dutos submarinos	Dutos sanduíche; Dutos compósitos.
Submarinos, navios e plataformas flutuantes	Fabrinav Análise de cascos de submarinos; Estabilidade estrutural de colunas de plataforma; Estabilidade estrutural de colunas de plataformas avariadas; Descomissionamento de estruturas <i>offshore</i> – Recifes artificiais.
Perfuração de poços	Fadiga de tubos de perfuração em aço; Análises e recomendações de projeto de tubos de perfuração em alumínio; Desconexão de emergência de unidades de perfuração; Procedimentos para controle de poço em situações especiais; Tubos expansíveis para aplicação em poços de petróleo; Qualificação e certificação de sensores de pressão, temperatura e vazão para poços de petróleo; Desenvolvimento de sistema de alimentação com múltiplas tecnologias de conversão de energia; Transmissão de dados em poços e estruturas enterradas.
Completação e instrumentação de poços terrestres e submarinos	-
Sistemas inteligentes baseados em materiais com memória de forma	-
Energia das Ondas	-

Fonte: elaborado a partir de “Pesquisa de Campo” realizada em 2015; UFRJ.SNPG (2002); LTS (2017) e LTS (2018).

Entre os equipamentos do laboratório, destacam-se uma câmara hiperbárica horizontal com 5 metro de comprimento e 0,38 metro de diâmetro interno com capacidade de pressurização a 5000 metros de coluna d'água - única na América Latina - e outra câmara hiperbárica vertical com 1,2 metro de diâmetro interno, 1,6 metro de altura e capacidade de simulação de pressão equivalentes a 1000 metros de profundidade (UFRJ.SNPG, 2002). O Laboratório é gerido por um grupo de docentes do Programa de Engenharia Oceânica da UFRJ.

Durante a pesquisa de campo em 2015 tivemos a oportunidade de conhecer o LTS e de conversar informalmente⁵⁷ com alguns dos técnicos e responsáveis pelo Laboratório. Numa das perguntas sobre o tipo de conhecimento que era produzido, o responsável foi enfático ao afirmar que cabia ao LTS desenvolver tecnologia de ponta e que não faziam “tropicalizações de tecnologia”, ou seja, o Laboratório tinha por vocação a produção de novas tecnologias e conhecimentos e que não era papel deles de adaptarem tecnologias estrangeiras à realidade brasileira, mas que também faziam testes de qualificação (certificação), os quais o responsável atribui ser “pouco científico”.

Ainda questionando sobre o “fazer científico” do Laboratório o responsável afirmou que as parcerias com as empresas, sobretudo com a Petrobras (e o CENPES), são importantes e que os resultados desses contratos geram pesquisas modernas e publicações científicas, além de dissertações e teses. No entanto, o responsável chamou a atenção ao dizer que apenas algumas empresas realizam pesquisas no LTS e que geralmente os contratos são apenas de prestação de serviços (testes e qualificações).

Outro acontecimento também contextualizado com os avanços em tecnologias *offshore* ocorrido no Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da UFRJ, em 1989, é a criação da modalidade de Doutorado de Engenharia Oceânica que, entre outros motivos, nasceu pela crescente demanda em engenharia *offshore* que estava se formando naquele momento. Sobre isso, o docente da UFRJ e ex-presidente da SOBENA comenta que:

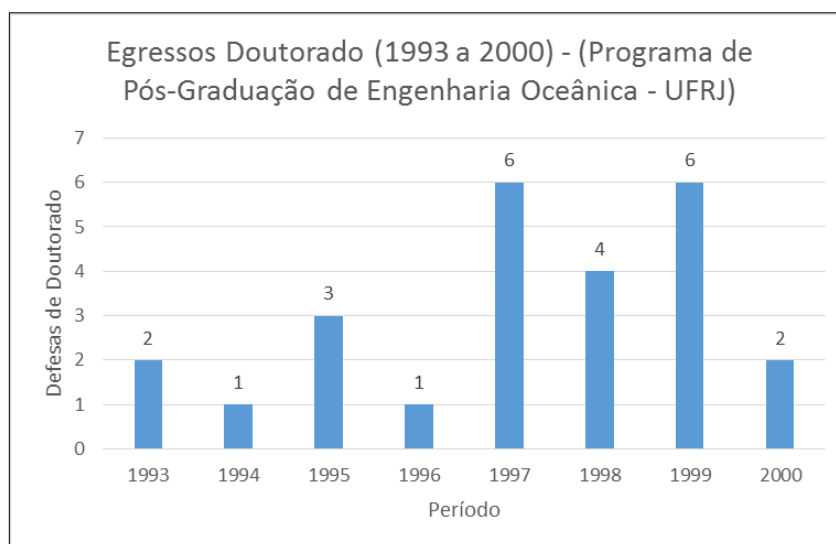
“O nosso programa é heterogêneo: tem as áreas de engenharia *offshore* que é pra onde os doutores vão. Primeiro teve uma formação

⁵⁷ Nos reservamos no direito de não citar nomes, uma vez que a pesquisa de campo naquele momento tinha a finalidade de conversar com um único docente. Entretanto, pude circular pelo Departamento e conhecer, com incentivo dos próprios docentes, os Laboratórios disponíveis da Engenharia Naval e Oceânica da UFRJ. Esta e outras conversas que tive durante minhas andanças não foram gravadas (não há transcrições) e apenas fazem parte de meu diário de campo.

muito extensa por questões da Petrobras em mestrado e doutorado: são vários programas da pós, principalmente na engenharia oceânica, mas em vários outros também. Depois tem um demanda por doutorado para um pessoal que vai trabalhar em empresas da área oceânica: tem gente da Marinha, das empresas de serviço (FMC e tal), tem uma demanda maior que na área naval, no sentido de navio – esta demanda é bem mais estreita no mercado e não é muito clara” (Florianio Pires Junior, entrevista realizada em junho de 2015).

A formação, em 1989, da modalidade de Doutorado no Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da UFRJ se deu perante dois motivos: primeiro pela maturidade do próprio Programa; e, segundo, para cumprir com a formação de pessoal qualificado para a área de engenharia *offshore* que estava se estabelecendo naquele momento. O Gráfico 3.1 apresenta o número de egressos do Doutorado do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica a partir do período de 1993 até 2000, que totalizam 25 formandos.

Gráfico 3.1 - Egressos do Doutorado do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da UFRJ: de 1993 a 2000

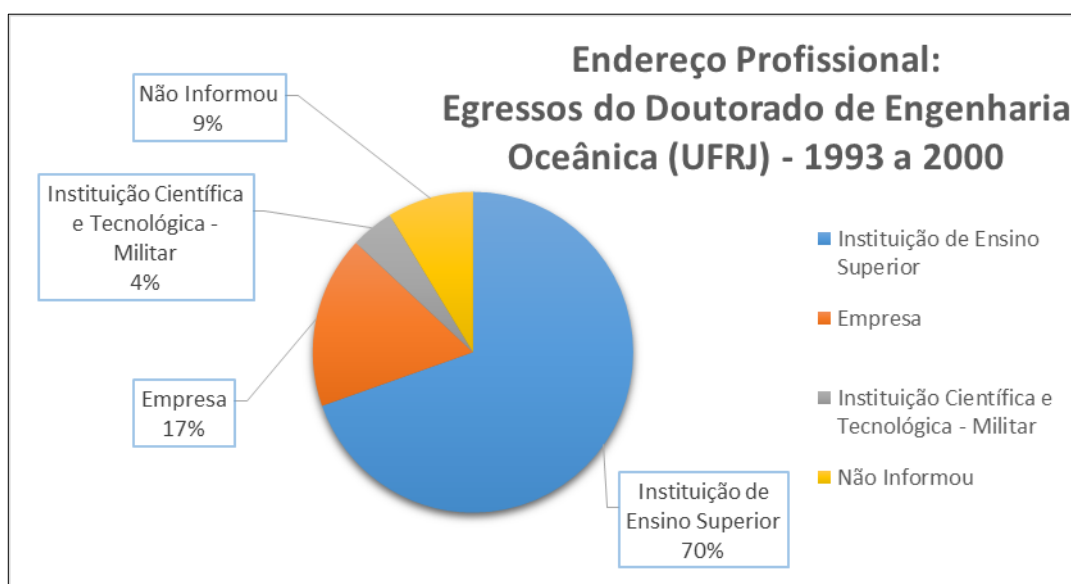


Fonte: elaboração própria a partir de UFRJ.PEnO (2018).

No entanto, o que podemos perceber é que grande parte dos primeiros egressos desse Doutorado já ocupavam uma carreira docente e se especializaram nessa área. Tendo como base no Currículos Lattes (CL) desse conjunto egressos (total de 25 egressos no período identificado) identificamos que apenas 2 pessoas não possuem o CL. O Gráfico 3.2 apresenta

informações dos 23 egressos que possuem CL e tem como base o “endereço profissional” considerando a última atualização do currículo.

Gráfico 3.2 - Endereço Profissional dos 23 egressos identificados de 1993 a 2000 da modalidade de Doutorado do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da UFRJ



Fonte: elaboração própria a partir dos Currículos Lattes dos 23 egressos identificados no período de 1993 a 2000. A informação considera a última atualização do Currículo Lattes referente a categoria “endereço profissional” disposta no currículo do egresso. *Softwares* empregados: ScriptLattes, Notepad++, RStudio e Excel.

Dos 23 egressos identificados no Gráfico 4 constatamos que 16 deles (70%) são docentes em Instituições de Ensino Superior (IES), 4 (17%) vinculados à empresas, 1 (4%) vinculado ao Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo e 2 egressos não informaram o endereço profissional no Currículo Lattes.

Os Quadros 3.8 e 3.9 apresentam endereço profissional dos 23 egressos do Doutorado (que defenderam suas teses entre os anos de 1993 a 2000) levando em consideração a última atualização dos Currículos Lattes de cada egresso identificado. O primeiro Quadro revela informações a respeito dos egressos que atuam como docentes em instituições de ensino superior e o segundo Quadro apresenta dados daqueles que atuam em empresas e instituições de pesquisa⁵⁸.

⁵⁸ Denominamos “Instituição Científica e Tecnológica (ICT)” como os lugares que se dedicam exclusivamente à pesquisa. Propusemos esta categorização para distinguir das “Instituições de Ensino Superior (IES)” que além de exercerem a atividade de pesquisa, se dedicam também ao ensino e extensão.

Quadro 3.8 - Egressos do Doutorado (de 1993 a 2000) do Programa de Engenharia Oceânica da UFRJ que se atuam como docentes em Instituições de Ensino Superior

ID	Defesa de Tese (ano)	Endereço Profissional (baseado na última atualização do CV Lattes)			Última atualização do CV Lattes
		Instituição de Ensino Superior	Departamento	Docente desde:	
1	1993	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Departamento de Engenharia Naval	1975	26/02/2018
2	1993	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Departamento de Engenharia Naval	1980	21/03/2018
3	1994	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Departamento de Engenharia Naval	1977	03/08/2007
4	1995	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Departamento de Engenharia Naval	1998	31/10/2017
5	1995	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Laboratório de Ensaaios Dinâmicos e Análise de Vibração (LEDAV)	1980	24/09/2013
6	1997	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Departamento de Engenharia Naval	1979	13/11/2007
7	1997	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Departamento de Engenharia Naval	1998	03/04/2018
8	1997	Universidade Estadual do Rio de Janeiro	Departamento de Engenharia Sanitária e do Meio Ambiente	1990	25/10/2016
9	1997	Universidade Federal do Paraná	Departamento de Transportes	1993	29/11/2016
10	1997	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Departamento de Engenharia Naval	1980	07/09/2010
11	1998	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Departamento de Engenharia Naval	2009	08/03/2018
12	1998	Universidade Federal de Juiz de Fora	Departamento de Construção Civil	2000	14/06/2018
13	1998	Universidade Federal de Juiz de Fora	Núcleo de Estudos e Projetos em Educação Tecnológica	2000	24/10/2017
14	1999	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Departamento de Engenharia Naval	1985	16/11/2017
15	1999	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Departamento de Engenharia Naval	-	19/07/2014
16	2000	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Departamento de Engenharia Naval	1990	24/11/2017

Fonte: elaboração própria a partir dos Currículos Lattes dos 16 egressos identificados no período de 1993 a 2000. A informação considera a última atualização do Currículo Lattes referente a categoria “endereço profissional” disposta no currículo do egresso. *Softwares* empregados: ScriptLattes, Notepad++, RStudio e Excel.

Quadro 3.9 - Egressos do Doutorado (de 1993 a 2000) do Programa de Engenharia Oceânica da UFRJ que se atuam como docentes em Empresas e ICTs

ID	Defesa de Tese (ano)	Empresa / Instituição de Pesquisa	Carreira desde:	Última atualização do CV Lattes
1	1995	Det Norske Veritas	2006	11/01/2012
2	1999	Petróleo Brasileiro S.A.	2002	17/10/2017
3	1999	Petróleo Brasileiro S.A.	2003	16/04/2009
4	1999	Instituto de Pesquisas da Marinha, IPqM	1993	06/04/2010
5	2000	Alves Valério Engenharia Consultiva e Projetos LTDA	2008	09/08/2014

Fonte: elaboração própria a partir dos Currículos Lattes dos 5 egressos identificados no período de 1993 a 2000. A informação considera a última atualização do Currículo Lattes referente a categoria “endereço profissional” disposta no currículo do egresso. *Softwares* empregados: ScriptLattes, Notepad++, RStudio e Excel.

Os egressos de doutorado de 1993 a 2000 do Programa de Pós-Graduação Engenharia Oceânica (PEnO) da Universidade Federal do Rio de Janeiro que atuam em Instituições de Ensino Superior correspondem a 70% do total (16 pessoas), e destes identificamos: 9 pessoas⁵⁹ que já eram docentes do próprio Departamento o qual o Programa é vinculado; 3 pessoas contratadas após o doutoramento; 3 egressos foram para outras universidades, como a Universidade Federal de Juiz de Fora e a Universidade Federal do Paraná; 1 pessoa contratada como auxiliar de um laboratório vinculado ao PEnO. E desse conjunto total de egressos apenas 4 declararam estar em empresas (Quadro 3.9), com destaque à empresa Petróleo Brasileiro (Petrobras), contratados após o término do doutorado.⁶⁰

Outro aspecto que comprova a transformação do campo acadêmico frente às mudanças do setor produtivo e, nesse caso mais específico, pelo foco em tecnologias *offshore* promovido pela Petrobras é a evolução das disciplinas acadêmicas. Sobre esse aspecto o Docente do curso de Engenharia Naval da UFRJ comenta:

“Um curso de engenharia normalmente tem 5 anos, sendo dois anos de disciplinas básicas que são comuns a praticamente a todas as engenharias, como matemática, física (...). Depois tem algumas disciplinas que também de caráter geral para as engenharias [são

⁵⁹ Um docente que foi egresso do Doutorado do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da UFRJ e que atuava no mesmo Programa faleceu em 2012. Todos os outros docentes dessa lista estavam ativos em 2016.

⁶⁰ Os dados consideram a última atualização do CV Lattes de cada egresso, sendo a única informação disponível sobre as pessoas.

disciplinas “comuns” à engenharia, mas não são “básicas”] como mecânica dos fluidos, resistência de materiais, alguma coisa de economia de análise de viabilidade, tem coisas que são comuns e independente do curso que você for fazer você precisa desse tipo de formação e aí mais para frente tem disciplinas mais específicas, por exemplo, na engenharia civil tem disciplinas de topografia, tem estradas; na [engenharia] naval tem hidrodinâmica, tem construção naval, tem análise de estruturas – no nosso caso específico é do aço, já na civil eles se preocupam muito com concreto armado – e aí começa a mudar.

“E essa cara do curso [de engenharia naval] vem lá dos anos 1970 de coisas que tinham no MIT que hoje nem tem mais graduação em engenharia naval, mas antes tinham. Então veio aquele embrião e nossos professores também foram para outras universidades na Inglaterra e na Alemanha e montaram mais ou menos essa estrutura, certo? Com base, claro, com aquilo que já tinha de engenharia aqui na UFRJ, e que vem se consolidando há décadas, e algumas especificidades da naval como arquitetura naval, que todo o curso tem, você tem a parte de análise estrutural, de hidrodinâmica e outras coisas. Tem transporte também – não é todo o curso que tem transporte –, tem a parte de máquinas, na origem era importante ter essa parte de máquinas e isso moldou o curso.

“A grande diferença entre a matriz curricular dos anos 1980 para hoje talvez nem seja a disciplina em si, mas algum conteúdo da disciplinas – e não a parte teórica etc – mas alguma muito voltada para o *offshore*, inserindo nas disciplinas questões típicas do *offshore*. Ou coisas que avançaram, como por exemplo no transporte, antes você não via simulação e hoje você vê porque a tecnologia mudou, as demandas mudaram e hoje preciso estudar as ferramentas. Porque que muda muitas coisas? Não são grandes mudanças estruturais, o corpo permanece o mesmo, mas avançam muitos conteúdos por demanda do mercado mesmo ou por fatores de pesquisa da questão que você avança em uma área do conhecimento e isso é passado para o conteúdo das disciplinas.

“Tem disciplinas que entram por demandas específicas, antes não tinha logística *offshore* e agora precisa ter, os alunos precisam entender isso. E isso geralmente é feito em disciplinas optativas que não mexem no corpo da estrutura [curricular], mas que permitem introduzir assuntos novos dentro da matriz curricular. Você pode ter um elenco grande de disciplinas optativas que fazem parte da estrutura, por exemplo, o aluno aqui tem que fazer pelo menos 4 disciplinas optativas, permitindo que o aluno possa escolher as áreas que mais interessam a ele.

“Uma outra coisa importante é que nós tivemos uma mudança (...). Existe uma interação forte com a indústria, mas o aluno não sai pronto – nunca saiu – mas cada vez mais sai menos pronto para o mercado de trabalho, quer dizer, ele não entra na produção conhecendo tudo como acontecia no passado e isso vale para tudo, para todas as engenharias. Hoje você tem uma formação mais sólida do básico da engenharia e porque isso? Dado que você tem os professores aqui em tempo integral com foco nessa formação e também porque as condições mudam muito rápido, quer dizer, uma técnica que antes surpreendia na Escola Politécnica e que valia pra vida [do discente] dele quase toda, hoje caduca rápido. Se ele não tiver uma formação que permita ele aprender as coisas, ele pode ficar defasado muito rápido. O aluno aqui na parte estrutural ele se preocupa como é a técnica disso ou a questão daquilo, mas não vai saber aplicar diretamente a regra, mas ele aprende. A gente vê isso tipicamente de um aluno que vem de intercâmbio da França, eles lá por exemplo, em Nantes, não tem o curso com a cara que nós temos, a gente tem muito mais disciplinas aplicadas e sentem uma certa dificuldade no início, mas eles pegam muito rápido, pois ele tiveram uma formação básica muito sólida em matemática, física e materiais que permitem ele aprender rápido. O futuro da tecnologia é isso, fora obviamente o contato com o mercado que isso é claro. O mercado exige conhecimentos diversos e a gente precisa achar um jeito de fornecer isso ao aluno para que o aluno possa entrar nessa raia, mas ele terá conhecimentos básicos pra isso” (Luiz Felipe Assis, entrevista realizada em novembro de 2017).

O Docente entrevistado explicou que a estrutura curricular acadêmica também sofre “ingerências” da trajetória tecnológica do setor produtivo e das instituições que o compõe. Então, de um currículo baseado inicialmente nas experiências e estruturas acadêmicas do MIT – como foi comunicado pela Comissão de Engenharia Naval da Escola Nacional de Engenharia (COMISSÃO COORDENADORA DO CURSO DE ENGENHARIA NAVAL, 1960) –, a medida que novas tecnologias vão surgindo e novos padrões vão se conformando as disciplinas oferecidas nos cursos de Engenharia Naval acompanham tais transformações.

As Linhas de Pesquisas do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da UFRJ também são contextualizadas com as necessidades do setor produtivo (Quadro 3.10). Entretanto, podemos perceber que essas linhas são condicionadas à infraestrutura disponível. Aspectos de modelagem matemática e métodos de elementos finitos destacados em algumas das linhas de pesquisa são áreas do conhecimentos mais dependentes de uma estrutura informatizada

Quadro 3.10 - Linhas de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da UFRJ ao longo dos anos 1990

Linhas de Pesquisa	Área de Concentração	Descrição
Acústica Submarina e Instrumentação Oceanográfica	Engenharia Costeira e Oceanográfica	Estudo da propagação do som no oceano e sua aplicação a problemas tecnológicos. Uso de técnicas acústicas para o desenvolvimento de instrumentos para medição no mar.
Engenharia Ambiental	Engenharia Costeira e Oceanográfica	Desenvolvimento de modelos computacionais para sistemas estuarinos, águas costeiras, sistemas fluviais etc. Desenvolve-se modelos de circulação e qualidade de água e usando elementos finitos, diferenças finitas, elemento móvel, etc. 1D, 2DH, 2DV e 3D.
Engenharia Costeira	Engenharia Costeira e Oceanográfica	Estudo da mecânica das ondas de gravidade, de maré e ondas longas. Modelagem matemática de propagação de ondas na plataforma continental e em ambientes costeiros restritos. Interação onda-onda, interação onda-corrente.
Estruturas Navais e Oceânicas	Engenharia Naval	Esta linha de pesquisa procura o atendimento dos três requisitos básicos do projeto estrutural moderno. O primeiro refere-se à determinação das cargas atuantes através de métodos numéricos.
Hidrodinâmica de Navios e Sistemas Oceânicos	Engenharia Naval	A área concentra os seguintes temas: Comportamento Hidrodinâmico de Sistemas Oceânicos, Comportamento Hidrodinâmico e Manobrabilidade de Embarcações e Arraste Hidrodinâmico e Sistemas de Propulsão.
Máquinas Marítimas	Engenharia Naval	Métodos Automatizados para Projeto e Operação de Instalações Propulsoras Marítimas com Melhoria de Eficiência para Economia de Combustível.
Projeto de Sistemas Oceânicos	Engenharia Naval	A pesquisa nesta linha tem por objetivo a conceituação e o desenvolvimento de protótipos de ferramentas computacionais de apoio ao projeto do navio (embarcações e estruturas flutuantes).
Tecnologia Submarina	Engenharia Naval	Trata-se das atividades que visam o projeto, instalação, inspeção e reparo de estruturas e componentes submarinos. Utiliza técnicas experimentais e modelagem computacional para as avaliações requeridas em veículos submersíveis, dutos submarinos.
Transporte Marítimo e Aquaviário	Engenharia Naval	Desenvolvimento de Metodologia e Procedimento de Análise de Projeto e Modelos de Organização e Regulamento nas Áreas de Transporte Marítimo, Sistemas Portuários e Construção Naval, com Aplicação no Caso Brasileiro.

Fonte: elaborado a partir de UFRJ.SNPG (1998; 1999).

3.3.5 Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da FURG

Em meio a crise do setor de construção naval no Brasil, durante os anos 1990, a Universidade Federal do Rio Grande (FURG) cria, em 1995, o Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica – modalidade de Mestrado Acadêmico – vinculado, inicialmente, aos Departamento de Engenharia Mecânica. Entretanto, a história da criação desse curso de Engenharia Oceânica difere-se por completo das experiências da UFRJ e da USP.

A Universidade Federal do Rio Grande (FURG) foi criada no ano de 1969 através da união cinco faculdades existentes na cidade do Rio Grande. De acordo com FURG.SNPG (1998), sendo a cidade do Rio Grande um polo pesqueiro, portuário e industrial e localizada em um ambiente peculiar, à FURG estava destinada a um papel importante nos estudos de temas ligados ao mar e ao ecossistema costeiro e estuarino.

No princípio dos anos 1970 a FURG criou uma graduação de Engenharia Naval, mas que foi desaprovada pelo Conselho Federal de Educação da época, tendo o curso sido extinto dois anos após o seu devido funcionamento. Entretanto, o contexto que permitiu a criação da Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da FURG está atrelado ao surgimento de outros cursos da universidade que deram condições para o primeiro, uma vez que os mesmos tinham por objetivo lidar com os problemas regionais da cidade e do entorno de Rio Grande (FURG.SNPG, 1998; OLINTO *et. al*, 2012).

A criação do curso de Engenharia Civil nos anos 1970 – junto com a Engenharia Naval – consolidou-se e passou a cumprir um importante papel no estudo de problemas ligados às áreas portuária, marítima e costeira. A criação do curso de Oceanologia marcou uma mudança importante na história da Universidade. Investindo na maciça contratação de pesquisadores de reconhecida qualificação científica, introduziu a pesquisa em uma instituição que, até então, dedicava-se quase exclusivamente ao ensino de graduação. O primeiro resultado concreto surgiu em 1978 quando foi criado o primeiro curso de mestrado da FURG: Oceanografia Biológica.

Já no ano de 1979 mais um passo foi dado em direção ao atendimento das necessidades locais com a criação do curso de Engenharia de Alimentos, cuja ênfase principal se concentrou na indústria pesqueira.

Ao longo década de 1980 a FURG fortaleceu sua aproximação com o ambiente costeiro. O primeiro passo, iniciado no final da década de 1970, foi o forte investimento na capacitação docente enviando um grande contingente de professores para realização de cursos de pós-graduação em diversas instituições nacionais e estrangeiras. No final da década o número de titulados começou a crescer significativamente, especialmente nas engenharias que, depois da Oceanologia, foram as primeiras a investirem na capacitação de seus profissionais.

Um outro passo no sentido de estreitar relação da FURG com o mar foi a formalização, em 1987 da vocação da Universidade definindo como prioridade o estudo do ecossistema costeiro o que orientaria as atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Dentro deste cenário, no início da década de 1990, começa a crescer a ideia de criação de um curso de pós-graduação que ao mesmo tempo aproveitasse o contingente de docentes qualificados e atendesse a vocação definida pela Instituição. O resultado foi a criação do curso de mestrado em Engenharia Oceânica, em 1995. A principal virtude do curso escolhido era a possibilidade de aproveitar a estrutura existente e o pessoal qualificado nas áreas de Oceanografia (especialmente nas áreas Física, Química e Geológica) e das Engenharias Mecânica, Química e Civil.

O docente da UFRJ e ex-presidente da SOBENA destaca algumas peculiaridades desse Programa de Pós-Graduação da FURG

“(…) a FURG tem um curso de mestrado em engenharia oceânica; são as armadilhas da nomenclatura, essa engenharia oceânica da FURG não é naval “oceânica”, mas sim de oceanografia física que é outra interface depois foi se aproximando [de temas como de sistemas submarinos e construção naval]. Mas a FURG e a UFPE são universidade mais maduras e qualificada e de bom nível que estão investindo na área naval e oceânica, mas cada uma com sua especificidade; ambos têm um viés mais naval, de construção naval, devido ao que está sendo demandado na região”

“A FURG é diferente. Ela tem mestrado em engenharia oceânica antigo, mas é mais oceanografia física do que engenharia. Eles estão entrando na área naval com um pessoal que já estava lá: pessoal da computação, oceanografia, de mecânica dos fluidos e tal. (...) É aquilo que falei de engenharia oceânica, tem aquilo de oceanografia física, acústica submarina que a gente faz aqui no programa, mas tem também na FURG e outros lugares.” (Floriano Pires Junior, entrevista realizada em junho de 2015).

As “Linhas de Pesquisa” assumidas pelo Programa da FURG ao longo dos anos 1990 absorve em grande maioria conhecimento de outras áreas (Quadro 3.11). Isso ocorre devido ao fato do Programa ter sido criado apenas em 1995. As peculiaridades apontadas pelo docentes da UFRJ sobre o Programa de Engenharia Oceânica da FURG são demonstrados nos projetos de pesquisa associados ao temas das linhas, sendo em grande maioria voltados aos problemas regionais da cidade do Rio Grande.

Quadro 3.11 - Linhas de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da FURG ao longo dos anos 1990

Linhas de Pesquisa	Área de Concentração	Descrição
Aspectos Geotécnicos Costeiros	Engenharia Costeira	Estudo dos parâmetros de sedimentação, adensamento e resistência das argila orgânicas da planície costeira da região de Rio Grande-RS; características paramétrica do adensamento e do cisalhamento da argila mole das bacias sedimentar do estuário da L. dos Patos/Mangueira
Dinâmica das Estruturas Flexíveis	Estruturas Oceânicas	Análise dinâmica não-linear de estruturas que se caracterizam por apresentarem rigidez à flexão muito baixa, como cabos, umbilicais e correntes, e por sofrerem grandes deslocamentos ainda que submetidas a carregamentos de pequena magnitude.
Hidráulica Lacustre e Costeira	Engenharia Costeira	Estudo qualitativo e quantitativo da hidrodinâmica do estuário da Lagoa dos Patos e da plataforma continental da região sul do Brasil.
Hidrodinâmica de Sistemas Oceânicos	Estruturas Oceânicas	São estudados dois aspectos fundamentais da hidrodinâmica aplicada à eng. oceânica, sob o enfoque de modelação física e da investigação do método numérico mais efetivo para problemas particulares, como ondas e carregamento hidrodinâmico de estr. oceânicas
Instrumentação Oceânica	Projeto e Análise de Sistemas Oceânicos	Desenvolvimento de instrumentos componentes de sistemas de medições aplicados à oceanografia e à engenharia oceânica.
Interação Solo-Fluido-Estrutura	Estruturas Oceânicas	Estudo do comportamento acoplado de estruturas oceânicas com o fluido e o solo com ênfase na modelagem numérica.
Medição e análise de dados em Engenharia Oceânica	Projeto e Análise de Sistemas Oceânicos	Medição de dados de processos estocásticos tais como onda, corrente e vento e posterior tratamento desses dados usando as ferramentas de análise de processos aleatórios.

Obras Marítimas	Engenharia Costeira	Estudo de fundações em estacas que podem ser utilizadas em obras de cais, <i>dolphins</i> , etc; Definições de capacidade de carga e previsão de recalques, Medições em situ, Métodos Executivos, Estudo de materiais de construção.
Processos de Sedimentação e Morfodinâmica Costeira	Engenharia Costeira	Análise qualitativa e quantitativa dos principais processos responsáveis pela configuração dos sistemas costeiros.
Projeto e Análise de Estruturas Oceânicas	Estruturas Oceânicas	Estudo do comportamento tensão x deformação bem como da estabilidade das estruturas oceânicas.
Qualidade Ambiental	Engenharia Costeira	Avaliar a contribuição do complexo Lagoa dos Patos-Mirim em elementos químicos dissolvidos e associados ao mat. Em suspensão que passam pela sua zona de transição em direção ao Oceano Atlântico Sul. Avaliação da contaminação e da poluição.

Fonte: FURG.SNPG (1998; 1999).

De acordo com FURG.SNPG (1998; 1999) o objetivo central do curso é formar pessoal capacitado para atuar no estudo de problemas técnicos e científicos na área de engenharia oceânica, integrando-se à filosofia e política institucional da FURG. A partir dos anos a Engenharia Oceânica entrará numa nova fase e terá papel fundamental à desconcentração do setor produtivo.

Considerações finais

Nesse capítulo tratamos de três temas que ocorrem simultaneamente durante o período de 1980 a 2000: a crise e o princípio da retomada do setor produtivo da Indústria de Construção Naval tendo como pano de fundo o esgotamento das políticas de substituição de importação; o papel da Petrobras e os Programas de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas (PROCAP) 1000 e 2000 e; as transformações do campo acadêmico de Engenharia Naval que, em meio a esse conjunto de transformações do contexto produtivo, passaram a desenvolver também conhecimentos de Engenharia Oceânica.

Identificamos que a indústria de construção naval é um setor marcado por duas características: a natureza internacional dos mercados e das operações, e o alto grau de intervencionismo governamental e protecionismo. Pode-se dizer que a indústria naval é um dos setores da economia mundial mais dependentes da intervenção direta dos governos.

Com o colapso nos aportes de recursos tradicionais destinados às infraestruturas e pelo esgotamento das políticas nacionais-desenvolvimentistas – de industrialização por substituição de importação –, durante meados de 1980 até o final dos anos 1990, o setor produtivo de construção naval sofre declínio em suas atividades.

É possível identificar um somatório de crises, tais como o custo elevado de produção causado pela proibição de importação de matérias-primas, navipeças e outros componentes sempre que houvessem similar no Brasil, o que deixou mais caro o produto nacional; os choques do petróleo da década de 1970 que no primeiro momento não havia afetado a carteira de produção nacional, mas que fez com que armadores internacionais cancelassem demandas por novas embarcações; o fim de programas e políticas de incentivo à construção naval no país; a mudança da trajetória tecnológica de navios mercantes nos países estrangeiros com a implantação maciça dos contentores (contêineres) que substituíram as embarcações de transporte geral de cargas – que eram amplamente construídas no Brasil –, tornando-as obsoletas e; a mudança das políticas de compras da Petrobras, que passou a externalizar seus empreendimentos tecnológicos e estratégicos para empresas fora do país.

No final dos anos 1990 essa estratégia de externalização de atividades estratégicas da Petrobras observou limitações, principalmente no que diz respeito aos quesitos de qualidade e tempo de entrega de alguns empreendimentos encomendados (SILVA, 2009, p. 112-113). Devido a isso, a política de compras da Petrobras orientada para o mercado externo passou a ser questionada ainda no final dos anos 1990 e, no início dos anos 2000, respeitando novas exigências de um conjunto de políticas e programas nacionais que exigiam a utilização de um conteúdo local mínimo para que a empresa pudesse atuar no mercado brasileiro, as compras da estatal de petróleo passaram a ser reorientadas ao mercado interno.

Essa reestruturação da política de compras da Petrobras somadas a um conjunto de iniciativas políticas, econômicas e jurídicas pressionaram os atores a se articularem com mais eficiência caracterizando, na transição dos anos 1990 para os 2000, o momento de retomada do setor naval brasileiro (JESUS e GITAHY, 2009)

Entretanto, nesse capítulo chamamos atenção ao fato de que a crise que afetou a Indústria de Construção Naval e levou ao desmonte parcial desse setor surtiu um efeito menor (ou mais brando) no campo acadêmico de Engenharia Naval brasileiro. Destacamos dois motivos: o primeiro é que o início das demandas da Petrobras pelas tecnologias *offshore* (via PROCAP), bem como alguns investimentos em infraestrutura laboratorial desta empresa nas instituições de pesquisa navais, promoveram um novo enfoque ao campo acadêmico de Engenharia Naval, dando destaque às pesquisas em Engenharia Oceânica. O segundo motivo é que o perfil do egresso dessa engenharia é, desde o princípio, multifuncional, ou seja, possui conhecimentos para atuar em diversas fases da produção naval, bem como em diversos outros segmentos.

Sobre este último, Amorim e Sampaio (2000) observaram que durante o período de crise do setor naval nos 1980 e 1990 apenas 10% dos egressos dos cursos de Engenharia Naval estavam empregados em estaleiros, os outros 90% eram contratados pela Marinha do Brasil, Petrobras, pelo Lloyd Brasileiro e pelas empresas Classificadoras. Já os egressos do Doutorado, tanto da USP quanto da UFRJ, em grande medida, permaneceram na universidade como docentes dos próprios Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica.

A implementação dos PROCAPs – pela Petrobras – teve papel fundamental para o campo acadêmico de Engenharia Naval. O Programa tinha por objetivo desenvolver a capacitação tecnológica da Petrobras, de seus fornecedores nacionais de equipamentos e serviços, de firmas internacionais com plantas produtivas no Brasil e de instituições de pesquisa nacionais para possibilitar, em trabalho integrado, o desenvolvimento de equipamentos, sistemas e processos de produção destinados a viabilizar a produção de petróleo de campos descobertos em águas profundas.

Esse foi o momento em que o campo acadêmico dessa engenharia começa a adquirir novas capacidades e a formar novas competências. Para suprir as demandas de conhecimento *offshore* e formar mão de obra competente aos novos desafios da Petrobras o Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da UFRJ inaugurou a modalidade de Doutorado no Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica e criou o Laboratório de Tecnologia Submarina (LTS) – via recursos da FINEP – equipado com uma câmara hiperbárica para simular pressões em tubulações submersas em até 1000 metros de profundidade

Já o Departamento de Engenharia Naval e Oceânica (PNV) da USP e a seção naval do IPT atuaram juntos em projetos demandados pela Petrobras a partir do final dos anos 1980.

Esta empresa, aproveitando a capacidade instalada do Instituto – adquirido via convênio com a Marinha do Brasil nos anos 1950 (ver Capítulo 2) – solicita uma série de testes e certificações dos empreendimentos *offshore* (manifolds, sistemas FPSO e outros). As pesquisas realizadas em conjunto entre IPT e Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da USP possibilitaram avanços que geraram, pelo menos, duas teses de doutorado. Ainda, é desse contexto que nasce a negociação entre a USP e a Petrobras que gerará nos anos 2000 o atual laboratório “Tanque de Provas Numéricas” (TPN) – tema do próximo Capítulo.

Já nos 1990, no auge da crise do setor da Construção Naval no Brasil, a FURG cria o Programa de Engenharia Oceânica vinculado ao Departamento de Engenharia Mecânica. Entretanto, sua criação não segue o mesmo “padrão” da criação dos cursos dessa mesma engenharia da USP e UFRJ, uma vez que FURG focou na formação de mão de obra e conhecimentos específicos para lidar com problemas locais/regionais.

Finalmente, há que se destacar o papel da SOBENA durante todo esse período de crise. É notória a preocupação da Sociedade com a crise instaurada nos anos 1990, os temas dos congressos científicos organizados pela mesma passam a lidar com este desmonte do setor buscando alternativas para a retomada do setor, bem como é percebido uma nova frente de interesse focada em tecnologia *offshore*. Além do mais, a partir da SOBENA foram firmados contratos e convênios com o GEIPOT e Universidades que geraram relatórios que discutiam a situação pela qual o setor naval passava, e quais as melhores soluções para suplantar tais crises.

4 CAPÍTULO 4 – ANOS 2000: AS INSTITUIÇÕES TRADICIONAIS DE ENGENHARIA NAVAL E OCEÂNICA E AS REDES DE PESQUISA

A engenharia oceânica se consolida, enquanto atividade de ensino e pesquisa nas universidades e instituto de pesquisas tradicionais do campo acadêmico de Engenharia Naval (USP, IPT e UFRJ) a partir dos anos 2000. Além do mais, é desse momento que em diante que o termo “Oceânica” passa a compor definitivamente a identidade do campo acadêmico, passando a ser de “Engenharia Naval e Oceânica”.

Novos planos foram propostos e executados para fortalecer a relação universidade-indústria, a fim de aproveitar e consolidar o ressurgimento do setor produtivo naval, dentre eles, os executados pela ANP e pela Petrobras.

O Programa de Recursos Humanos proveniente de acordos entre a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis e o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (PRH – ANP/MCTI) que, desde 1999, investe na formação de mão de obra para lidar com as novas demandas *offshore* postas no século XXI.

Já a Petrobras foi a grande agente dinamizadora desse campo acadêmico ao longo dos anos 2000. Dos impactos gerados por esta empresa, podemos destacar as influências: da terceira fase do Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas (PROCAP 3000); da criação da rede “Centro de Excelência em Engenharia Naval e Oceânica (CEENO) e; dos investimentos de duas Redes Temáticas, a *Galileu* e a *Archimedes*, nas universidades tradicionais.

Sendo assim, esse capítulo considera especialmente o período de 2000 a 2016 e trataremos desse conjunto de ações da Petrobras e da ANP, observando os impactos nos ambientes de pesquisa, sobretudo na implementação e transformação da infraestrutura laboratorial das universidades e institutos tradicionais ligados à área naval.

4.1 Redes de Pesquisa e Inovação: o PROCAP 3000 e o Centro de Excelência em Engenharia Naval e Oceânica (CEENO)

De parte do contexto tecnológico, a Petrobras exerceu papel principal nessa condição. Desde meados dos anos 1980 – como visto em Capítulo anterior – esta empresa já havia investido na expansão e melhoramento laboratorial da seção naval do Instituto de Pesquisas de Tecnológicas (IPT) para testes e aprimoramentos tecnológicos, e que por sua vez desenvolveu parte das pesquisas demandadas pela Petrobras em conjunto com docentes e discentes do Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da USP.

A solidificação e permanência da área de Engenharia Oceânica partiu da implementação da terceira fase do Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas (PROCAP 3000) e da formalização da rede “Centro de Excelência em Engenharia Naval e Oceânica” (CEENO).

Nesse sentido, a busca da Petrobras pela vanguarda dos processos tecnológicos a partir dos anos 2000 associados à evolução das pesquisas na camada do Pré-Sal estreitou as parcerias com as universidades nacionais (ECENTEX, 2013). No tocante ao campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica, o contexto proporcionado pelos PROCAP 1000 e 2000 surtiram efeitos que tangenciaram ao mesmo com o início das demandas de conhecimento e mão de obra qualificada de engenharia *offshore* e que resultaram em adaptações curriculares, como visto anteriormente. No entanto, foi a partir do PROCAP 3000 que se deram as principais transformações neste campo acadêmico.

O PROCAP 3000 foi desenvolvido pela Petrobras no ano de 2000 com o objetivo de acessar petróleo no oceano a uma profundidade de 3 mil metros e, diferente dos Programas anteriores que se deram mediante inovações incrementais, passou a exigir novos conhecimentos e produtos tecnológicos (ORTIZ NETO e COSTA, 2007; MORAIS, 2013). O Programa surge em meio a um contexto político e econômico identificado pela retomada do setor produtivo naval e no momento da promulgação da Lei do Petróleo e da criação da Agência Nacional de Petróleo e Gás Natural (ANP) que, de acordo com Jesus e Gitahy (2009), forçou os atores do setor produtivo naval e *offshore* a estabelecer uma nova relação.

De acordo com Ortiz Neto e Costa (2007, p.105) a terceira fase do Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas está voltada para

o desenvolvimento da produção de petróleo. As inovações almejadas pelo PROCAP 3000, entre os anos 2000 e 2006, eram de:

- Atingir *risers* para três mil metros. Entre as alternativas estudadas está o uso do *riser* híbrido, utilizando metal e materiais compostos como a fibra de carbono ou outros compostos plásticos.
- Desenvolver de uma nova árvore de natal totalmente elétrica, que não utilizaria os atuais atuadores hidráulicos.
- Desenvolver um programa laboratorial – em parceria entre o CENPES e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – que serviria para simular as deformações das rochas ao longo do tempo, muito comum nas rochas de sal, e que podem levar a destruição completa de todo o sistema de prospecção do petróleo. Tal aparato permitiria a exploração de um poço recém descoberto, na Bacia de Santos (SP), que tem início nos 2.000 metros de profundidade, mas que tem uma grande camada de sal, até chegar ao fundo do poço, em 6.407 metros. Além disto, o aparato representa uma nova era na exploração *offshore*, pois estas deformações têm sido um dos principais entraves para a prospecção de petróleo em muitas regiões do planeta.
- O CENPES, conjuntamente com a *Silicon Graphics* (SGI), empresa americana de supercomputadores, numa empreitada semelhante a inovação acima, estão desenvolvendo uma sísmica 4D, que permite a visualização das imagens em 3 dimensões, mais a quarta, que é o tempo. Assim, será possível determinar o ponto exato, bem como o fluxo do petróleo, em qualquer profundidade, que ampliará as reservas do Brasil e do mundo.

Morais (2013, p.70 afirma que entre 1992 a 2009 – no contexto do PROCAP 2000 e 3000 que exigiu novos conhecimentos – a Petrobras contratou 129 pesquisas externas ao CENPES na área de Engenharia Naval totalizando o investimento de 220,6 milhões de reais. O autor identifica que nessa área foram desenvolvidos projetos de alto valor em termos de investimento sendo:

“(...) a concepção de novas plataformas de produção de petróleo e gás natural; procedimentos de instalação de tubulações submarinas; estudos para a construção da boia de subsuperfície para suporte de *risers*; novos fios e cabos sintéticos para plataformas, entre outros estudos.”

Para Assayag (2013, p.10) essa busca por novas interfaces institucionais para apoiar a trajetória tecnológica da Petrobras começa a se delinear a partir do PROCAP 1000 e 2000, momento em que a empresa adquire conhecimentos que vão proporcionar à empresa a realização de redes de pesquisa e inovação com instituições de ensino e pesquisa (universidades e instituto de pesquisa) e com outras empresas do setor produtivo. Para o autor, foi “depois do PROCAP 1000 que a Petrobras iniciou uma trajetória de estruturação de Programas, Redes e Centros de Tecnologia e Desenvolvimento que alcançaram mais de 50 temas e centenas de parceiros, além de mais de uma centena de laboratórios intramuros, os mais modernos do mundo”.

Concomitante ao PROCAP 3000, contudo paralelo ao mesmo, a Petrobras desenvolveu uma rede de pesquisa e inovação no ano 2000 denominada “Centro de Excelência em Engenharia Naval e Oceânica” (CEENO) que afetou diretamente o campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica. De acordo com Petrobras (s/d, p.8) essa rede deveria cumprir com objetivos: 1) alcançar a vanguarda nacional e depois a mundial no campo considerado 2) transformar as competências e recursos próprios e de terceiros em produtos finais de ponta para apoiar, pela multiplicação de focos de excelência setoriais, a evolução rumo à excelência empresarial; 3) quando de interesse, disponibilizar esses produtos para o mercado, os quais antes, quando menos elaborados eram insumos meios na cadeia produtiva; 4) criar um ambiente propício para o crescimento pessoal e consequente motivação humana, pela libertação da força criadora dos empregados, abrindo-lhes janelas para o mundo; e 5) organizar redes em vários segmentos da Companhia, evoluindo para o estágio de crescer por auto desafio, reunindo inteligências em redes permanentes e autossustentadas, não se restringindo à tecnologia.

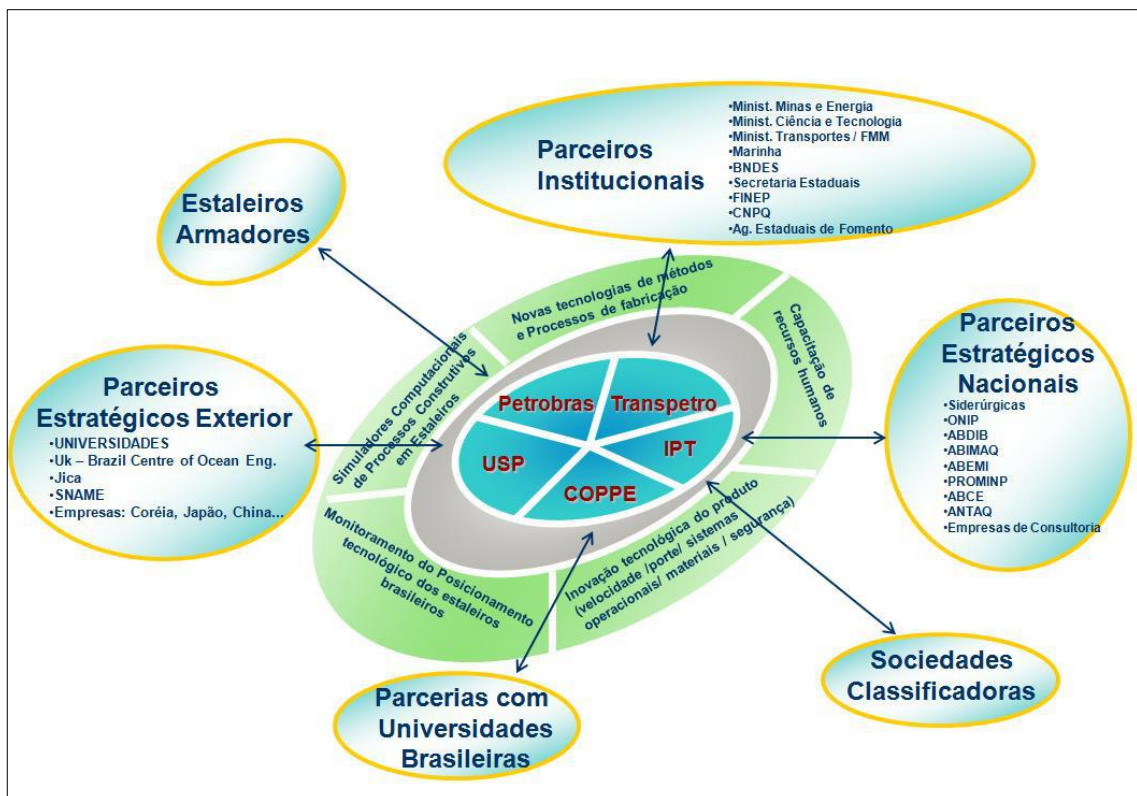
4.1.1 O Centro de Excelência em Engenharia Naval e Oceânica (CEENO)

O Centro de Excelência em Engenharia Naval e Oceânica (CEENO) foi uma rede capitaneada pela Petrobras que existiu de 2000 a 2006⁶¹ e foi formada por quatro instituições

⁶¹ O fim da rede CEENO é bastante controverso. Em termos dos projetos estruturantes realizados no contexto da rede, o ano de 2006 representa a conclusão destes projetos e, conseqüentemente, determina o final da mesma, uma vez que a própria Petrobras passa a investir em Redes Temáticas, substituindo a metodologia dos “Centros de Excelência” a partir daquele ano. Entretanto, a rede CEENO permanece ativa – até os dias atuais – sob a perspectiva das ações e compromissos de seus integrantes com o desenvolvimento tecnológico do setor produtivo naval e, principalmente, *offshore*. Além do mais, a rede CEENO ganhou respaldo da SOBENA e, a partir desta instituição, passou a estimular a geração de novas redes de pesquisa e inovação, como a “Rede de

principais: Divisão de Tecnologia de Transporte do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (DITT/IPT), a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI/USP), Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ) e o Centro de Pesquisa da Petrobras (CENPES/Petrobras), e suas respectivas áreas de pesquisas navais e oceânicas (Figura 4.1).

Figura 4.1 - Estrutura da Rede CEENO



Fonte: Padovezi, 2007; Silva e Gitahy, (2012).

De acordo com Petrobras (2000, p.2) e Silva (2012, p.61-73) o objetivo definido da rede era o de superar gargalos tecnológicos, econômicos e operacionais, pela análise e elaboração de políticas setoriais, promoção e execução de programas de desenvolvimento e capacitação tecnológica, além da formação e/ou reciclagem de recursos humanos especializados e viabilizar o engajamento de organizações científicas e acadêmicas, empresariais, governamentais, bem como associações, federações e sindicatos, em ações

Inovação para Competitividade da Indústria Naval e *Offshore*” (RICINO), formada em 2010 – que veremos mais adiante no Capítulo 5 – e na proposição e manutenção de um periódico científico brasileiro chamado *Marine Systems & Ocean Technology* (ISSN 1679-3962), dedicado à Engenharia Naval e Oceânica com a publicação de dois volumes ao ano, desde 2005.

cooperativas visando a análise das principais linhas de desenvolvimento estratégico da atividade naval como um todo e, especificamente, da indústria brasileira de construção naval.

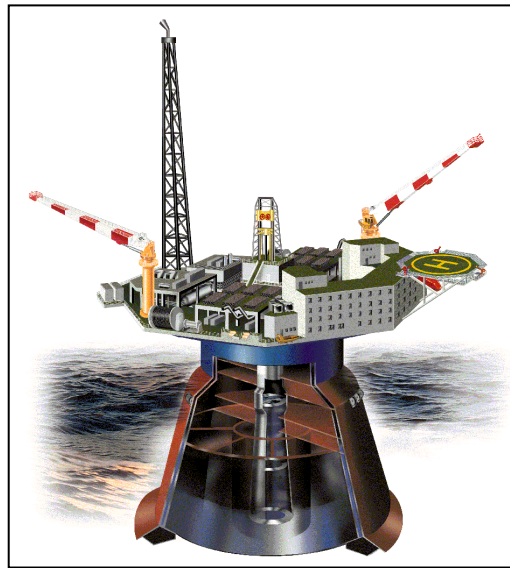
As principais atividades – realizações – do CEENO eram de desenvolver e promover o monitoramento do posicionamento tecnológico dos estaleiros brasileiros a fim de capacitá-los para os empreendimentos *offshore*; a inovação tecnológica do produto; a capacitação de recursos humanos; novas tecnologias de métodos e processos de fabricação; e simuladores computacionais de processos construtivos em estaleiros. O docentes do Programa de Engenharia Oceânica da UFRJ e ex-presidente da SOBENA definiu este rede como:

“A diferença é que o CEENO articula as instituições de ensino da área naval e oceânica (COPPE, IPT, USP e o CENPES) e aí tem uma abrangência maior da área de engenharia oceânica, que é uma área que demanda mais pesquisa; que colocam mais recursos; onde também nascem os problemas de pesquisa, propriamente ditos, ou seja, é a área de operações de petróleo e *offshore*, que são áreas que interessam e são estratégicas à Petrobrás, que no fundo é o grande promotor de pesquisa tecnológica no Brasil” (Florianio Pires Junior, entrevista realizada em junho de 2015).

Ainda, a rede era “guiada” por dois projetos estruturantes: a plataforma de monocoluna MONOBR e a unidade flutuante de armazenamento e transferência FPSOBR (*floating production, storage and offloading*). Além de suprir a necessidade da Petrobras, o objetivo desses projetos eram também de alavancar a indústria naval utilizando, como instrumento básico, a inovação tecnológica e de buscar meios mais eficientes para prospecção, tratamento, armazenagem e transporte de petróleo.

Silva (2012) destaca que o projeto MONOBR é uma plataforma do tipo monocoluna semissubmersível, conceito inovador que foi estudado em alguns centros de desenvolvimento ao redor do mundo. Este tipo de construção prima pela segurança e flexibilidade, apresentando vantagens competitivas frente aos conceitos atuais de plataformas sem armazenamento de petróleo e foi desenvolvida no Laboratório “Tanque de Provas Numérico” (TPN) vinculado à Escola Politécnica da USP e sob responsabilidade dos docentes e pesquisadores do Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da mesma instituição (Figura 4.2).

Figura 4.2 - Projeto Estruturante MONOBR



Fonte: CEENO/PETROBRAS (2002)

Já o projeto FPSOBR combina o *know-how* brasileiro em FPSO's com melhorias no principal ponto fraco deste conceito: os movimentos. Através da utilização de um casco otimizado, sob o ponto de vista hidrodinâmico, e da utilização de redutores de movimento, as pesquisas nessa nova estrutura de embarcação pretenderam atingir níveis de comportamento em ondas, melhores que os encontrados atualmente, reduzindo os custos e riscos de operação do sistema. Este projeto foi desenvolvido no “Laboratório de Tecnologia Oceânica” (LabOceano) vinculado ao Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE) da UFRJ, sob responsabilidade dos docentes e pesquisadores do Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da mesma instituição (Figura 4.3).

Figura 4.3 - Projeto Estruturante FPSOBR



Fonte: CEENO/PETROBRAS (2002)

Morais (2013, p.70) identifica que todo esse conjunto de iniciativas promovidas pela Petrobras no início dos anos 2000 provocou uma reestruturação da infraestrutura laboratorial como também das pesquisas realizadas pelas universidades parceiras.

“Como exemplos de estudos executados e de instalações de laboratórios citam-se: i) instalação do sistema de geração de correnteza do tanque oceânico existente no Laboratório de Tecnologia Oceânica - Laboceano, da Coordenação dos Programas de Pós Graduação em Engenharia (atual Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia) (COPPE/UFRJ); ii) desenvolvimento de projeto de concepção de plataforma do tipo Monocoluna para produção em completação seca que consiga atender as especificações técnicas para operação em águas ultra profundas, de até 3.000 metros, economicamente viável e com maior segurança; iii) desenvolvimento da integração da inteligência em Mecânica Computacional e Visualização Científica da PETROBRAS e Comunidade Científica, compondo o Sistema Galileu para a solução dos grandes desafios presentes e futuros da indústria de petróleo, gás natural e energia; iv) Rede Temática em Computação Científica e Visualização Núcleo USP (Universidade de São Paulo) para a implantação do calibrador hidrodinâmico e nova infraestrutura do Tanque de Provas Numérico; v) realização de serviços para a criação do Núcleo de Estudos de Manobras e Movimentos de Navios no Mar.”

Outras iniciativas da Petrobras e que afetaram o campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica foram as Redes Temáticas, especialmente as Redes Galileu (de Computação

Científica e Visualização) e a Rede Archimedes (Rede de Integração de Laboratórios de Ensaio com aplicação na indústria de óleo, gás e energia). Ambas as redes, formadas em 2006, articulam diversas universidades e instituições de pesquisas no Brasil – especialmente os Departamentos Navais da USP e UFRJ – e estão focadas em desenvolvimentos e acompanhamentos tecnológicos de sistemas *offshore* (componentes de plataformas).

De acordo com Salerno e Freitas (2014, p.348 e 355), a *Rede Galileu* foi criada pela Petrobras para solucionar os complexos desafios da exploração da camada do Pré-Sal investindo em laboratórios de pesquisa que desenvolveriam cálculos e simulações numéricas sobre determinados problemas tecnológicos. A Rede agia como uma facilitadora para a tomada de decisão da Petrobras, uma vez que os custos envolvidos na exploração de uma bacia de petróleo e gás natural por uma empresa petrolífera são muito altos. Os objetivos desta Rede são de elaborar projetos de pesquisa e desenvolvimento relacionados ao emprego da computação científica e visualização na indústria de petróleo e gás, e desenvolver recursos humanos e infraestrutura, quando necessário.

A *Rede Archimedes*, outro exemplo criado pela Petrobras, reúne vários laboratórios como o LabOceano (análise dos efeitos de ondas, vento e correnteza) da UFRJ, o Tanque de Provas do IPT e o Tanque de Provas Numérico (TPN) da USP, onde os atores da rede compartilham suas estruturas a fim de gerar pesquisas mais precisas, demandadas por um mesmo contrato global. Possui por objetivos: *i*) o financiamento estável dos custos de manutenção e operacionais dos principais laboratórios de ensaios com modelos reduzidos do país na área de prospecção de petróleo *offshore*; *ii*) integrar e capacitar os recursos humanos existentes nestes laboratórios evitando superposição de atividades; *iii*) obter independência tecnológica na área de simulações experimentais com modelos reduzidos, *iv*) garantir continuidade financeira e sustentabilidade técnica das linhas de pesquisa de interesse da Petrobras nas áreas *offshore*, dentre elas: posicionamento Dinâmico de plataformas e embarcações, aperfeiçoamento de técnicas de *offloading*, utilização de energia do mar para geração de energia elétrica, investigação de sistemas híbridos de ancoragem, e estudos de novas concepções de pontos fixos de ancoragem.

4.2 A infraestrutura das Instituições tradicionais do Campo Acadêmico de Engenharia nos anos 2000

As diversas iniciativas de redes e investimentos promovidos pela Petrobras, puxadas pelo desenvolvimento de novas tecnologias *offshore* provocaram profundas transformações no campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica brasileiro, especialmente nas universidades tradicionais (USP e UFRJ).

Botter⁶² e Riva (2009, p.167) observam que um primeiro desafio para as instituições de ensino brasileiras no século XXI é acompanhar as grandes mudanças que estão ocorrendo no país e no exterior para os setores de transporte aquaviário e construção naval. Os segundos e terceiros desafios contemplam a adequação dos objetos dos cursos, de forma a antecipar a demanda por mão de obra qualificada seja para o mercado de trabalho, seja para atuação no desenvolvimento científico (pesquisa básica e aplicada), compatibilizando o número de profissionais formados com a demanda crescente por recursos humanos cada vez mais qualificados.

Para os autores (2009, p.168) desde o início dos anos 2000, já se observava a necessidade de ampliação da quantidade de pessoal formado para atendimento das demandas dos setores *offshore* e da cabotagem, seja para o mercado de trabalho ou para a atuação em pesquisa e desenvolvimento. Portanto, tornando-se de fundamental importância o aperfeiçoamento e manutenção da qualidade de ensino, aumentando os investimentos em infraestrutura desses centros, com a aquisição de novos simuladores e outros equipamentos para treinamento dos alunos, e na capacitação dos docentes e instrutores, de forma a garantir a manutenção da qualidade dos profissionais formados por essas escolas.

Nesse sentido, um novo conjunto laboratorial associado aos Departamento Navais da USP e da UFRJ foi criado e formalizou essa consolidação da pesquisa *offshore* e contribuiu à reestruturação dos cursos. Tanto é que de acordo com USP.SNPG (2012, p.2) o próprio Programa de Pós-Graduação de Engenharia Naval da USP, que foi instituído no ano de 1970, passa a abranger a área de Engenharia Oceânica apenas a partir de 2003.

Desse conjunto laboratorial destacamos três: o laboratório “Tanque de Provas” do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) – que já existe desde os anos 1950, mas que adquire novos conjuntos de equipamentos como foco a atender as demandas de tecnologias *offshore*;

⁶² Rui Carlos Botter é docente do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica da USP.

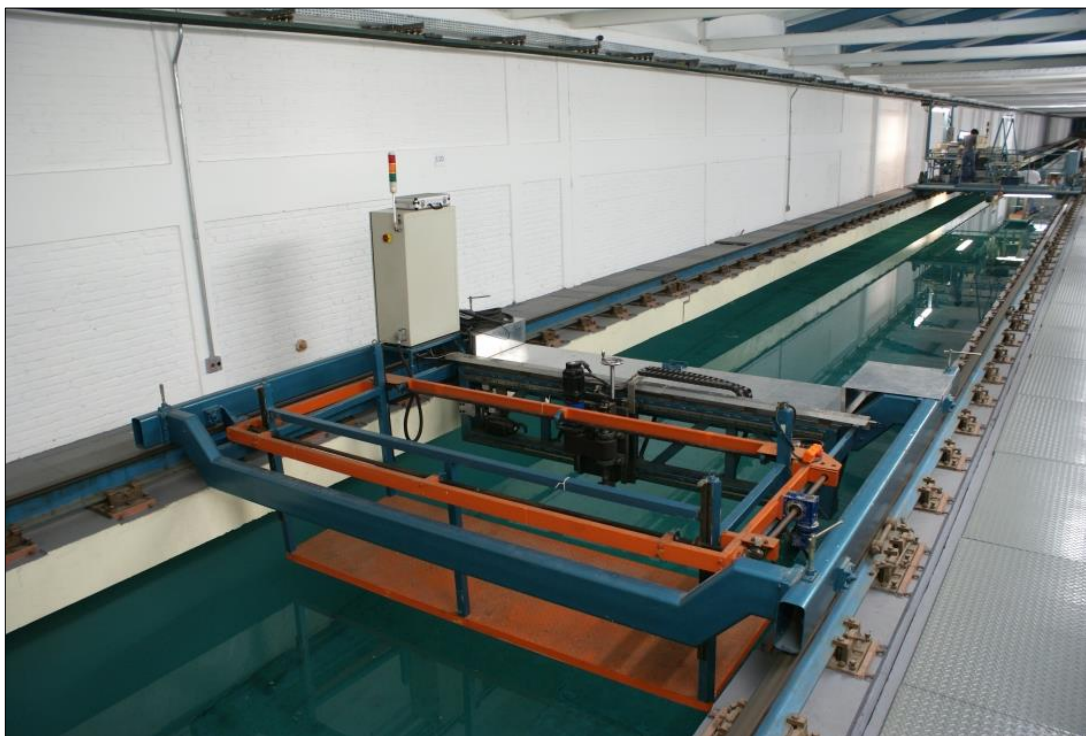
o laboratório “Tanque de Provas Numérico” (TPN) vinculado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI/USP); e o “Laboratório de Tecnologia Oceânica” (LabOceano), vinculado ao Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

4.2.1 Laboratório “Tanque de Provas” - IPT

Os investimentos realizados pela Petrobras no IPT – como um todo –, no início dos anos 2000, possibilitaram à esta instituição uma reestruturação interna que culminou na reorganização de seu organograma sendo criados os Centros Tecnológicos. A Divisão de Tecnologia de Transportes (DITT) que abarcava a área de pesquisas navais foi desmembrada e a esta área passou ser, a partir de 2003, o Centro Tecnológico de Engenharia Naval e Oceânica (CNAVAL).

Silva (2012) destaca que em decorrência da participação do CNAVAL na rede CEENO no início dos anos 2000, o Tanque de Provas do IPT recebeu novos investimentos que possibilitaram a aquisição de um novo conjunto de instrumentos para testes mais específicos de navegabilidade, manobrabilidade e ensaios hidrodinâmicos, apoiando, dentre outras, o desenvolvimento da competência em “hidrodinâmica em sistemas *offshore*” (Figura 4.4).

Figura 4.4 - Tanque de Provas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT)



Fonte: IPT (2018).

A importância desses projetos estruturantes da rede CEENO para a seção naval do IPT foi referente aos investimentos realizados na modernização do laboratório do Tanque de Provas do IPT, com a introdução do PMM (*Planar Motion Mechanism*) e do *Yaw-rotating*, permitindo a avaliação de projeto hidrodinâmico de estruturas e sistemas *offshore* através de modelos e ensaios em tanque de provas com geração de ondas, submetendo as estruturas ao efeito de ondas regulares e irregulares, cujo objetivo é obter a resposta dinâmica dessas estruturas. Os testes são realizados em estruturas *offshore* fixas ou flutuantes, com modelagem de sistemas de ancoragem e instrumentação de movimentos, forças, acelerações e deformações, simulando o comportamento de estruturas flutuantes ancoradas em águas profundas.

Nesse sentido, os investimentos da rede CEENO ao IPT (Quadro 4.1) ampliaram as possibilidades de atuação da seção naval do Instituto (Quadro 4.2). Vale destacar a expansão da competência em “engenharia oceânica” em atividades voltadas para pesquisas e ensaios em dutos, *risers* e desenvolvimento de plataformas. O resultado dessas modernizações laboratoriais e desenvolvimento de novas competências proporcionadas pela rede CEENO deram condição para a criação do Centro Tecnológico de Engenharia Naval e Oceânica (CNAVAL).

Quadro 4.1 - Investimentos da Petrobras mediante Rede CEENO no Tanque de Provas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas a partir de 2002

Instrumentos para o Tanque de Provas	Valores investidos (em dólares)
Aquisição e instalação do sistema <i>Planar Motion Mechanism</i> (PMM)*	US\$ 200.000,00
Upgrade do sistema de <i>Yaw-rotating</i> **	US\$ 20.000,00
Manutenção do sistema de geração de ondas	US\$ 400.000,00
Obras de manutenção no tanque de provas	US\$ 40.000,00
Manutenção da pista de rolamento (trilhos)	US\$ 100.000,00
Aquisição de conjunto de sensores	US\$ 170.000,00
Upgrade no <i>software</i> de tratamento de dados	US\$ 10.000,00
Upgrade na manufatura de modelos	US\$ 40.000,00
Implementação de praia lateral no tanque	US\$ 20.000,00
TOTAL	US\$ 1.000.000,00

Fonte: elaboração a partir de CEENO/PETROBRAS (2002) e SILVA (2012)

Nota: * O “PMM” é um mecanismo auxiliar do Tanque de Provas para ensaios de manobrabilidade de embarcações em modelos em escala reduzida, que permite analisar e prever a capacidade de manobra da embarcação, antes mesmo de construí-la.

Nota: ** *Yaw-rotating* trata-se do sistema de desenvolvimento de curvas em embarcações no momento dos testes.

A situação em que ocorreram as transformações foi definidora para o desenvolvimento de novas competências para a seção naval do IPT ao longo dos anos 2000. Ainda que a seção naval do IPT não exerça atividades de ensino propriamente, as transformações laboratoriais e das competências desta área do Instituto interferem no aprendizado científico e tecnológico de instituições como a Marinha do Brasil, a Petrobras e, principalmente, o Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da USP, que desde a década de 1980 realizam junto aos laboratórios navais do IPT pesquisas experimentais e testes de certificação de sistemas e tecnologias *offshore*⁶³.

⁶³ A Marinha do Brasil, entretanto, possui relações com a área naval do IPT desde 1954/1955 (vide Capítulo 2 desta tese).

Quadro 4.2 - Lista de competências do CNAVAL/IPT de 2003 a 2011

Engenharia naval (embarcações: cascos, propulsão, manobras, comportamento em ondas) - estudos teóricos e experimentais	
Manobrabilidade e Interação cascos-propulsores	A manobrabilidade de um navio pode ser aferida pela capacidade de manter a estabilidade de curso, de mudar de curso, de manter o posicionamento dinâmico (em ondas, vento e correnteza) e de manobrar com segurança em portos. Uma boa capacidade de manobra conduz à redução dos custos operacionais do navio, pois representa uma menor resistência adicional em manobras, permite a redução dos tempos de escala em porto e conduz a uma menor utilização da assistência de rebocadores.
Hidrodinâmica de navios	Por meio de estudos experimentais, o IPT avalia o projeto de navios e embarcações fluviais, utilizando modelos e ensaios em tanque de provas. Dessa forma, o Instituto realiza todos os serviços básicos de pesquisa para a indústria naval: projeto hidrodinâmico de cascos, otimização da resistência e propulsão, e ensaios de <i>seakeeping</i> .
Otimização de propulsores	O IPT analisa detalhadamente a geometria de propulsores visando à otimização dos projetos de hélices. Além de testes padrão para determinação das características de propulsores em água aberta, investigações especiais visando à detecção de pulsos e ruídos de pressão induzida no hélice são realizadas no Túnel de Cavitação. Hélices de grandes dimensões podem ser modeladas e testadas em números de Reynolds elevados, visando estudar e prevenir o fenômeno de cavitação.
Engenharia oceânica (plataformas, risers, sistemas de ancoragens) - estudos teóricos e experimentais	
Simulação de Operações Marítimas	O planejamento de operações <i>offshore</i> depende do pleno conhecimento das limitações operacionais que poderão provocar interrupções nas atividades. Essa análise requer a estimativa de limites meteorológicos para as operações com base na distribuição estatística de respostas críticas das estruturas às excitações de vento e mar. A abordagem é aplicável tanto para as operações simples, de curto prazo, como para operações mais complexas, de longo prazo.
Hidrodinâmica de dutos e risers	IPT avalia os efeitos de forças térmicas e hidrodinâmicas em <i>risers</i> e dutos instalados no mar, com base em estudos experimentais em Tanque de Provas. Esses estudos possibilitam compreender os movimentos das estruturas flutuantes e a resposta dinâmica de tubos flexíveis e amarras, com o objetivo de validar novos conceitos de projeto.
Hidrodinâmica de sistemas offshore	IPT avalia o projeto hidrodinâmico de estruturas e sistemas <i>offshore</i> utilizando modelos e ensaios em tanque de provas com geração de ondas regulares e modelagem estatística de estado de mar. Os testes submetem as estruturas ao efeito de ondas regulares e irregulares, para conferir parâmetros de projeto e obter a resposta dinâmica dessas estruturas nas diferentes condições de mar que serão encontradas ao longo de sua vida útil. Os testes com modelos em escala produzem informações sobre a resposta dinâmica das estruturas

Ensaio em campo (provas de mar de embarcações, medições de forças e movimentos de plataformas)	
Monitoramento de operações marítimas em escala real	O IPT oferece serviços de medição e monitoramento em escala real a bordo de navios e plataformas. O trabalho é desenvolvido por especialistas em instrumentação, que monitoram movimentos, forças e outras variáveis durante operações no mar visando à resolução de problemas específicos de projeto ou de operação. O Instituto combina análise hidrodinâmica, análise estrutural e tecnologias de medição e instrumentação de navios e plataformas <i>offshore</i> para solução de problemas operacionais enfrentados no mar.
Hidroviás e portos (vias, embarcações, terminais, segurança da navegação, viabilidade técnico-econômica-ambiental)	
Planejamento e segurança operacional de hidroviás	O IPT analisa novas concepções de embarcações fluviais, sistemas de propulsão e sistemas de manobras visando ao melhor aproveitamento das vias navegáveis e ao aumento de eficiência em portos e terminais hidroviários. O Instituto desenvolve projetos e pesquisas de sistemas de segurança de navegação, visando à prevenção de acidentes em hidroviás e o abrandamento das consequências de eventuais acidentes.
Transporte hidroviário e projeto de embarcações	O IPT atua na otimização de sistemas logísticos que envolvem transportes marítimos e fluviais, analisando diferentes opções de projeto, custos de investimento e custos operacionais de transporte. A partir de simulações de transporte, com base nas características técnicas de embarcações, obtém-se o dimensionamento de rotas e frotas que conduzem à utilização mais eficiente dos ativos disponíveis.

Fonte: adaptado de Silva (2012, p.75-77).

4.2.2 Laboratório “Tanque de Provas Numérico” (TPN) - USP

O Tanque de Provas Numérico (TPN), devidamente criado em 2002 e vinculado ao Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, foi fruto de um acúmulo de conhecimentos originados a partir de uma parceria com a USP e a Petrobras, em 1993, para a elaboração de uma ferramenta de simulação de navios e plataformas inteiramente nacional. Essa ferramenta – denominada *Dynasim* – deveria analisar a movimentação dinâmica dos navios em terminais de petróleo da Petrobras.

No manual do sistema *Dynasim*, Coelho (2001) afirma que este sistema representa o esforço conjunto de quatro instituições e equipes de desenvolvedores: o CENPES da PETROBRAS no Rio de Janeiro, o Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, o Grupo de Tecnologia em Computação Gráfica (TeCGraf) da PUC do Rio de Janeiro e a COPPE/UFRJ.

Ainda, de acordo com o Coelho (2001) em 1993, foram iniciados os estudos com a USP no sentido de simular o comportamento dinâmico de navios amarrados em monoboia.

Em 1999 foram distribuídas as primeiras versões do sistema 1.0, 1.1 e 1.2, para os usuários dos cursos ministrados na Petrobras (na sede no Rio de Janeiro), em novembro e dezembro. Os cursos tiveram como objetivos apresentar as teorias envolvidas, as principais características, facilidades e limitações do sistema, e para que os usuários da Petrobras pudessem fazer o melhor uso do programa nas simulações em que ele se aplica.

Ao longo do ano de 2000 a equipe de criação do sistema *Dynasim* incorporou novas ideias de interface e de simulação dinâmica, algumas delas, inclusive, serviram de base para o início da implantação, também no ano de 2000, do projeto do Tanque de Provas Numérico (TPN) (SÃO PAULO, 2018).

O tanque de provas numérico é definitivamente criado em 2002 e foi resultado de uma parceria entre a Universidade de São Paulo e a Petrobras Salerno e Freitas (2014, p.354). USP.SNPG (2007, p.4-5) complementa, afirmando que o principal objetivo das pesquisas realizadas no Tanque é atuar como parceiro da indústria *offshore* e de petróleo e colaborar para a obtenção da autossuficiência da produção de petróleo nacional como uma poderosa ferramenta para projeto e análise de sistemas flutuantes de produção de óleo e gás, simulando o comportamento dinâmico dessas estruturas flutuantes acopladas aos seus sistemas de ancoragem e *risers*, levando em consideração diversos aspectos como topografia do fundo do mar e ação das condições ambientais mesmo em arranjos complexos de estruturas flutuantes. Atuando de maneira complementar ao um tanque de provas convencional, o TPN pode executar ensaios gerando relatórios e arquivos do mesmo modo, mas diferentemente de um tanque físico e pode fornecer centenas ou milhares de análises de uma maneira direta, mais rápida e econômica.

Desde então, o laboratório vem atuando na análise e no projeto de sistemas flutuantes utilizando como ferramenta principal um simulador de processamento paralelo desenvolvido por sua equipe de pesquisadores. As simulações dinâmicas caracterizam com precisão os fenômenos hidrodinâmicos e estruturais atuantes no sistema de produção *offshore*, incluindo particularidades do projeto como, por exemplo, a existência de sistema de posicionamento dinâmico ou os efeitos decorrentes de *sloshing* em tanques com superfície livre (SALERNO e FREITAS, 2014).

A instalação do TPN na USP foi noticiada nos jornais nos anos de 2002 e 2009. De acordo com Acervo Estadão (2018) a notícia veiculada no dia 27 de fevereiro de 2002 (Figura 4.5) diz que os “pesquisadores e engenheiros realizaram um ‘milagre físico’: colocaram um

tanque de provas para instalações petrolíferas inteiro, incluindo vento, ondas e correntes marítimas, dentro de um computador.”

Figura 4.5 - Notícia sobre o TPN publicada no Jornal O Estado de São Paulo no dia 27 de fevereiro de 2002

TECNOLOGIA

Hélvio Romero/AE

Brasil inaugura o 1.º tanque de provas numérico do mundo

Simulador virtual elimina limitações físicas para análise de estruturas flutuantes

HERTON ESCOBAR

Pesquisadores e engenheiros brasileiros realizaram um milagre físico: colocaram um tanque de provas para instalações petrolíferas inteiro, incluindo vento, ondas e correntes marítimas, dentro de um computador. Um consórcio de instituições do Rio e São Paulo inaugura hoje, no Departamento de Engenharia Naval da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, o primeiro Tanque de Provas Numérico (TPN) do mundo, com tecnologia 100% brasileira.

Trata-se de um simulador de estruturas flutuantes para a exploração de petróleo e gás em ambientes marítimos. O sistema funciona como um tanque de provas totalmente digitalizado e, portanto, livre de qual-

quer limitação física. “Não dá para testar uma plataforma de petróleo ou um navio-tanque de 300 metros como se fosse um carro”, compara o engenheiro Kazuo Nishimoto, da Escola Politécnica, coordenador do projeto. “Os tanques de prova físicos têm certas limitações, principalmente profundidade.” Detalhe que pode significar um problema sério para a exploração de petróleo em águas profundas. A Petrobrás já é recordista mundial nessa categoria, com uma operação de 1.800 metros na Bacia de Campos (RJ), mas o Programa de Capacitação em Águas Profundas da estatal quer levar a produção a até 3 mil metros de profundidade.

É em condições extremas como essa que o TPN será mais valioso. O maior tanque de provas atualmente no País é o do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), com 4 metros de profundidade. Já a versão numérica não possui fundo. O programa permite

reproduzir virtualmente uma combinação infinita de condições ambientais, como profundidade, pressão, temperatura, além de correntes, ondas e vento. “Podemos simular qualquer tipo de situação para dar maior segurança aos trabalhadores e otimizar a produção”, explica Nishimoto.

O objetivo não é substituir os tanques físicos, ressalta o coordenador. O TPN funcionará em parceria com o novo tanque de provas da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que terá 15 metros de profundidade e deve ficar pronto até a metade do ano. “Um vai complementar o outro.”

Outro componente inédito do TPN é a sala de visualização, onde as simulações podem ser vistas em formato 3-D. Todo o sistema é operado por um cluster de 60 computadores PCs, que em breve será ampliado para 120. O TPN é fruto de parceria entre a USP, IPT, Petrobrás, UFRJ e PUC-Rio. O projeto custou R\$ 3 milhões – R\$ 2,5 milhões da Financiadora de Estudos e Projetos do governo federal.

TÉCNICA É
ÚTIL EM
CONDIÇÕES
EXTREMAS



O projeto de Nishimoto resulta de parceria com outras instituições

Fonte: Acervo Estadão (2018).

O “milagre físico” o qual a notícia faz menção (Figura 4.5) é, de acordo com o docente do Programa de Engenharia Naval e Oceânica (Kazuo) Nishimoto *et. al.* (2003), um cluster de computadores que simula numericamente condições idênticas às geradas num tanque físico, porém sem restrições de profundidade e simulando quaisquer circunstâncias ambientais. O autor também afirma que devido a essa condição o TPN cumpre uma função importante para a verificação e validação das tecnologias *offshore* exigidas pela Petrobras no contexto da prospecção de petróleo em águas profundas e ultra profundas e, além disso, que a criação do Laboratório TPN esteve associada também à rede Centro de Excelência em Engenharia Naval

e Oceânica (CEENO), uma vez que os objetivos da Petrobrás no início dos anos 2000 era o de articular todos os recursos de pesquisa disponíveis no Brasil nessa área de engenharia *offshore*.

“The Brazilian oil company, Petrobras, was pioneer in deepwater oil production systems breaking several worldwide records in deep water oil exploration. It is well known that there are several oil & gas fields in more deep water at *offshore* Brazil and Petrobras is preparing to produce oil in ultra-deep water (more than 3000m). PROCAP 3000 is a Petrobras research program to develop several new technologies to reach the oil production in the ultra-deep water. Besides ultra-deep water subsea facilities developments, there are several challenges in the Naval & Ocean Engineering fields like mooring & positioning systems, *riser* technology, installation & conceptions of the floating production systems.

“Traditionally, verification & validation of those systems are performed using reduced models in the Ocean Basin tests with wave, current & wind to observe dynamic behaviors of the full system. “The special facilities for wave, current & wind generators are equipped in the Basin to reproduce several ocean environmental conditions

“However, even for deepest Ocean Basin in the world, there are some physical restrictions to perform some validation model tests. For 3000m water depth, for example, the model scale could be smaller than admissible level of precision and scale effects. Some ocean basins are provided with pit tank for deep vertical *risers* or positioning systems, but for floating production systems that use SRC, flexible *risers* and taut synthetic mooring system these pit tanks can not used for simulate these lines. Especially in the Brazil, there is some tendency to install floating units with several *risers* in the deep waters. Some units are provided with almost 100 *risers* and mooring lines.

“It is not possible to imagine dynamics of floating body without the effects of dynamics of these lines. The effect of the current velocity profile on the lines also is becoming very important to know how current velocity profile affects the dynamics of the all system. Therefore, the oil & gas industry was searching the alternative solution for validation of the new ultra-deep water production units and fill the empty space left between model tests and full-scale design process.

The Numerical *Offshore* Tank is a laboratory that the Center of the Excellence of Naval & Ocean Engineering & Petrobras joined several research groups of different institutions related with the development of the deep water production units of Petrobras” (NISHIMOTO *et. al.*, 2003, p.1).

De acordo com CEENO/PETROBRAS (2002), a Rede CEENO – via Petrobras – contribuiu diretamente com a expansão e modernização da infraestrutura do TPN a partir de 2002. Os aportes ao Tanque de Provas Numérico estão disponíveis no Quadro 4.3.

Quadro 4.3 - Investimentos da Petrobras mediante rede CEENO no Tanque de Provas Numérico (TPN) do Departamento do Engenharia Naval e Oceânica da USP a partir de 2002

Instrumentos para o Tanque de Provas Numérico (TPN)	Valores investidos (em dólares)
Expansão (1) do Cluster de PCs	US\$ 100.000,00
Upgrade do sistema de visualização	US\$ 80.000,00
Upgrade do sistema de Ar Condicionado	US\$ 60.000,00
Instalação de novos switches e equipamentos de rede	US\$ 80.000,00
Expansão (2) do Cluster de PCs	US\$ 250.000,00
Ensaio de calibração (SS / ITTC*)	US\$ 60.000,00
Ensaio de calibração (FPSO / P50)	US\$ 60.000,00
TOTAL	US\$ 690.000,00

Fonte: CEENO/PETROBRAS (2002).

Nota: * O International Towing Tank Conference (ITTC) é uma associação independente de centros de pesquisa de hidrodinâmica, que oferece diretrizes para que os experimentos e simulações numéricas de embarcações sejam realizados dentro de um padrão de qualidade mundial (ITTC, 2018)⁶⁴.

É importante destacar que o “Tanque” de Provas Numérico do Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da USP foi, de 2002 a 2008/2009, um espaço onde estavam presentes os equipamentos que compunham os *clusters* computacionais, sendo assim, tratava-se naquele momento de um ambiente com características mais virtuais. A saber, a infraestrutura do TPN até 2008⁶⁵ era composta de:

- Cluster de 60 computadores Pentium 3, 667 MHz, 256MB de memória principal, 20GB de disco rígido, 100Mbps de velocidade de rede;
- Cluster de 60 computadores Pentium 4, 2.4 GHz, 512MB de memória principal, 40GB de disco rígido, Gigabit Ethernet;
- Cluster de 34 computadores Xeon 5110, 1.6 GHz, 4GB de memória principal, 80GB de disco rígido, Gigabit Ethernet;

⁶⁴ <https://ittc.info/> (acesso em maio de 2018)

⁶⁵ É importante destacar que houve uma evolução dos clusters computacionais de 2002 a 2008 no TPN. No início do Laboratório havia apenas um único cluster de 60 computadores e, no decorrer do tempo outros equipamentos foram adquiridos, principalmente via projetos financiados pela FINEP e Petrobras no contexto da Rede CEENO, como está destacado no Quadro 4.3.

- Altix⁶⁶ de 16 processadores *Itanium 2*, 1.5GHz, 32GB de memória principal, 320GB de disco rígido, Gigabit Ethernet;
- *Storage Fibre Channel* de 1.4TB.

Em 2009 o TPN recebeu um aporte financeiro de 8,8 milhões de reais da Petrobras, via Rede Temática de Tecnologia de Computação Científica – denominada Rede Galileu – do Centro de Pesquisa da Petrobras (CENPES) e foi transferido a um novo espaço físico construído especificamente para este laboratório com aproximadamente 1800m², ao lado do Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da USP (COSTA, 2011), e adquire modernizações, compostas de novos instrumentos e infraestruturas laboratoriais (USP.SNPG, 2012).

“A edificação está dividida em três partes: área de computação de alto desempenho e visualização (totalizando 200m²); área do Calibrador Hidrodinâmico (CH-TPN), com um tanque de provas com geradores e absorvedores ativos de ondas que é utilizado para ensaios em ondas de modelos de sistemas oceânicos (totalizando 625m²), e; salas com capacidade para acomodar 40 pesquisadores” (USP.SNPG, 2012, p.8).

O então novo Laboratório Tanque de Provas Numérico (TPN) atualiza os equipamentos computacionais para processamento e análises de sistemas *offshore* e adquire modernizações de infraestrutura que permitem otimizar as pesquisas realizadas (Figura 4.6). Salerno e Freitas (2014) afirmam que parte da modernização do TPN se deu por investimentos da Petrobras mediante a Rede Galileu, sobretudo nas áreas de computação e visualização gráfica 3D e 4D. Já TNP (2018) afirma que os investimentos para o tanque físico (Calibrador Hidrodinâmico) esteve relacionado à Rede Archimedes. De acordo com USP.SNPG (2012), os principais instrumentos obtidos a partir de 2009 são:

- Calibrador Hidrodinâmico - Tanque de provas físico de 14 metros de largura por 14 metros de comprimento por 4 metros de profundidade, equipados com gerador e absorvedor de ondas projetado e construído no Brasil por pesquisadores do programa, equipamentos de

⁶⁶ Altix é uma linha de servidores produzidos pela *Silicon Graphics* (SGI). De acordo com o portal Fator (2007, s/p) o uso do sistema Altix no Laboratório “Tanque de Provas Numérico” acelerava em 100 vezes as análises e o desenvolvimento nos sistemas de produção *offshore* de óleo e gás para a Petrobras, quando comparado à sistemas de processamento de dados tradicionais da época.

medição de movimentos de alta precisão, câmera de alta velocidade, acelerômetros e Rate-Giros, células de Cargas, ondógrafos⁶⁷ resistivos e capacitivos e equipamento de *Rotating-Arm* para realizar ensaios de escoamento uniforme em corpos esbeltos e rombudos⁶⁸.

- Simulador de Manobra com visualização 3D com console de comando para treinamento dos pilotos de embarcações.
- O *TPNView*, um programa de visualização desenvolvido no próprio Laboratório que gera um ambiente gráfico tridimensional capaz de criar imersão “*in situ*” do analista no projeto, incluindo interfaces que permitem acesso a todos os dados, assim como uma extensa gama de ferramentas de análise de dados (gráficos, histogramas e estatísticas) (SALERNO e FREITAS, 2014).

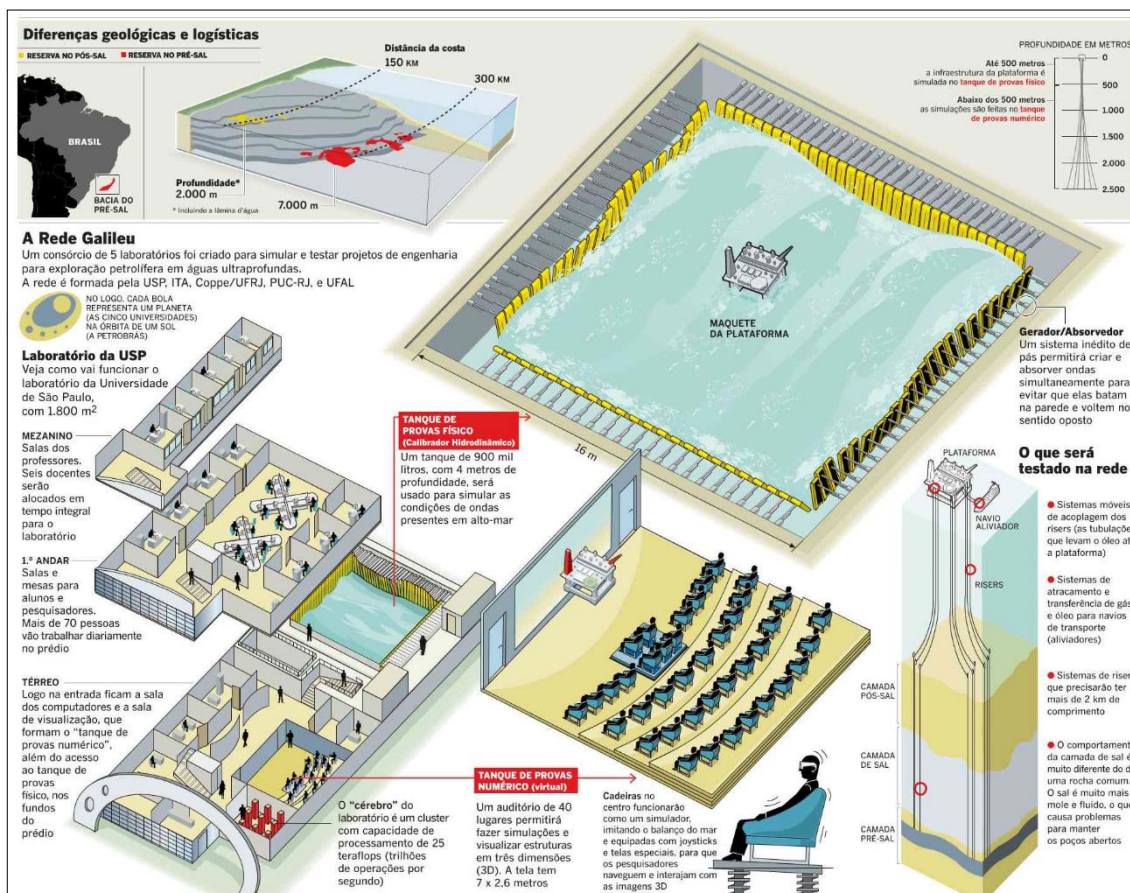
USP.SNPG (2012), elenca alguns dos projetos que compuseram a instalação do Laboratório, bem como a valor desses aportes:

- Projeto: Consolidação e operacionalização do calibrador hidrodinâmico (CH-TPN) - Instituição Financiadora: Petrobras S.A - Orçamento: R\$3.728.777,99
- Projeto: Desenvolvimento do Sistema Galileu - Instituição Financiadora: Petrobras S.A - Orçamento: R\$ 11.369.502,83
- Projeto: Manutenção e desenvolvimento do simulador Dynasim - Instituição Financiadora: Petrobras S.A - Orçamento: R\$ 1.731.355,33
- Projeto: Manutenção e desenvolvimento do TPN/TPNVIEW - Instituição Financiadora: Petrobras S.A - Orçamento: R\$ 997.061,20

⁶⁷ O ondógrafo é munido de acelerômetros, onde a partir das medições de aceleração é possível computar os deslocamentos da superfície do mar (PAES-LEME, *et. al.*, 2018).

⁶⁸ Corpos esbeltos e corpos rombudos em engenharia são aqueles que, respectivamente, apresentam menores e maiores efeitos sob determinadas forças aplicadas.

Figura 4.6 - Estrutura do TPN em 2009



Fonte: Acervo Estadão (2018).

4.2.3 Laboratório de Tecnologia Oceânica (LabOceano) - UFRJ

O Laboratório de Tecnologia Oceânica (LabOceano), localizado no *campus* Ilha do Fundão da Universidade Federal do Rio de Janeiro, foi idealizado em 1998 por um grupo de profissionais da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia (COPPE) da UFRJ e de técnicos da Petrobras para ser um laboratório dedicado exclusivamente à pesquisa em engenharia *offshore*. Entretanto, só foi devidamente inaugurado em abril de 2003.

Salerno e Freitas (2014) observam que o projeto inicial de construção desse Laboratório não contou com uma participação direta da Petrobras, em termos de aportes financeiros, mas que houve apoio político do CT-Petro. De acordo com Michahelles (2003, p.31), Buys (2005, p.12) e Salerno e Freitas (2014, p.346), a construção do tanque, instalado num prédio com altura equivalente a seis andares às margens da baía de Guanabara, custou pouco mais de R\$ 16 milhões, sendo R\$ 15 milhões provenientes dos *royalties* do petróleo

por intermédio do Fundo CT-Petro, repassados pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), e R\$ 1 milhão do governo do estado do Rio de Janeiro, por intermédio da FAPERJ.

Assim como o Laboratório de Tecnologia Submarina (LTS) também da UFRJ, criado em 1989, a criação do LabOceano antecipa as demandas de conhecimento sobre tecnologias *offshore* para produção e exploração de petróleo em regiões de até 3000 metros de profundidade.

Com dimensões de 40 metros de comprimento, 30 metros de largura e 15 metros de profundidade (contando ainda com um poço central no fundo do Tanque, com 5 metros de diâmetro e mais 10 metros de profundidade) é, desde 2003, o maior tanque oceânico do mundo (Figura 4.7), superando os equivalentes da Noruega (10 metros de profundidade) e da Holanda (10,5 metros de profundidade).

A construção do LabOceano permite ao pesquisador realizar observações em tempo real e a olho nu dos efeitos subaquáticos das estruturas ou sistemas testados no tanque. Isso é possível pois a estrutura possui uma série de vitrines dispostas em diferentes níveis submersos do tanque.

Michahelles (2003, p.30) afirma que o “oceano” da Coppe pode simular uma enorme variedade de condições adversas – ondas multidirecionais com intervalos de 0,5 a 5 segundos, em escala de até 1:100, simulam maremotos com ondas de até 50 metros de altura. Ventiladores instalados próximos ao espelho d’água submetem os modelos de plataformas a ventos de 12 metros por segundo, proporcionalmente equivalentes a furacões de 50 quilômetros por hora. “O novo laboratório amplia a capacidade brasileira de responder aos desafios tecnológicos da indústria naval e do setor *offshore*.”

Figura 4.7 - O Tanque do LabOceano (UFRJ) e o Gerador de Ondas Multidirecionais



Fonte: COPPE/EMBRAPII (2018)⁶⁹

A criação do LabOceano, na transição dos anos 1990 para os 2000, responde ao aquecimento (das tecnologias e produções) *offshore* no Brasil e faz referência direta com os problemas enfrentados pela Petrobras sobre a externalização de suas atividades de pesquisa e inovação (Capítulo 3, subitem 3.1) devido ao sigilo e custos de seus empreendimentos nos laboratórios internacionais (SILVA, 2009; SALERNO e FREITAS, 2014).

Salerno e Freitas (2014, p.346) observam que houve uma reorientação dos cursos de engenharia que lidavam com temas e linhas de pesquisa oceânica na UFRJ. Para os autores “a UFRJ orientou cursos para *offshore* e plataformas flutuantes (mais próximas de navios), já que as plataformas fixas são mais sujeitas a Engenharia Civil”.

Essa reorientação – que já estava acontecendo desde o final dos anos 1980 no curso de Engenharia Naval da mesma instituição – ganha força com a criação do LabOceano, uma vez que este laboratório incorpora à prática da engenharia oceânica nacional um apoio experimental para o desenvolvimento de inovações tecnológicas de projetos de equipamentos e estruturas oceânicas, e padrões de operações marítimas, permitindo maior eficiência,

⁶⁹ Todas as imagens dos laboratórios são oficiais e de fontes ligadas as Universidades. Durante as visitas realizadas nos Laboratórios não nos foi permitido tirar fotografias. Trata-se de um procedimento padrão para não prejudicar a confiabilidade desses laboratórios para com seus clientes.

melhores níveis de confiabilidade e menores riscos ao meio ambiente oceânico (SALERNO e FREITAS, 2014).

Em 2006 a Petrobras passa a investir diretamente – com aportes financeiros – no Laboratório, via Rede Temática *Archimedes* para implantação de tecnologias de geradores de correntezas, da superfície até o fundo do Tanque – que tornaram-se operacionais apenas em 2016. Contudo desde 2002, com o LabOceano ainda em fase de implantação, já havia demanda da Petrobras a partir da Rede CEENO de pesquisas para a execução do projeto estruturante “FPSOBR”. O Quadro 4.4 apresenta a previsão de investimentos que a Petrobras faria no Tanque Oceânico.

Quadro 4.4 - Previsão de Investimentos da Petrobras mediante rede CEENO no Laboratório de Tecnologia Oceânica (LabOceano) do Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia (COPPE) da UFRJ em 2002

Instrumentos para o Laboratório de Tecnologia Oceânica (LabOceano)	Valores investidos (em dólares)
Ensaio de calibração	US\$ 370.000,00
Sistemas de Medição	US\$ 300.000,00
Correnteza: Casa Bombas + 1ª. Galeria	US\$ 800.000,00
Correnteza: 2ª. Galeria	US\$ 440.000,00
Correnteza: 3ª. Galeria	US\$ 440.000,00
Correnteza: 4ª. Galeria	US\$ 440.000,00
Correnteza: 5ª. Galeria	US\$ 440.000,00
Correnteza: 6ª. Galeria	US\$ 440.000,00
TOTAL	US\$ 3.670.000,00

Fonte: CEENO/PETROBRAS (2002).

Entretanto, o Coordenador⁷⁰ do LabOceano nos disse, em 2015, que a demanda deste Laboratório é de prestação de serviços a partir de atividades contrativas (testes, validações e apresentação de laudos técnicos). A mão de obra do Laboratório corresponde a funcionários contratados via COPPETEC (Fundação da COPPE/UFRJ). Os principais clientes do

⁷⁰ Me reservo no direito de não divulgar o nome do então Coordenador do LabOceano, uma vez que as conversas que tivemos com ele e outros pesquisadores do mesmo laboratório não compunham o objetivo principal da pesquisa de campo naquele momento. Nessas conversas, os atores estavam cientes que se tratava de uma pesquisa de doutoramento e permitiram anotações, entretanto, preferimos não identificar essas pessoas para evitar problemas éticos. Sendo assim, não houve gravações dessas conversas e nem transcrições, restando apenas algumas anotações no diário de campo.

LabOceano até 2012 eram as empresas: Petrobras, FLoaTEC⁷¹, SBM *Offshore*⁷², FMC⁷³, Ecovix⁷⁴, BLUEWATER⁷⁵, SSP⁷⁶, VALE, Consórcio Rio Paraguaçu⁷⁷.

Entretanto, desse conjunto de clientes, a Petrobras é a empresa que mais contrata serviços do LabOceano, correspondendo, em média, a 120 dias de uso por ano das instalações do laboratório.

De acordo com o Coordenador, “a pesquisa (de novos conhecimentos) é quase uma externalidade da demanda de serviço. Entretanto, isso não significa que não haja pesquisa, uma vez que o Laboratório recebe o corpo docente da UFRJ e outros de distintas universidades do Brasil e do exterior”.

4.3 Programas de Recursos Humanos (PRH-ANP/MCTI): foco na mão de obra *offshore*

De acordo com ANP (2012a, p.2), o Programa de Recursos Humanos da ANP para o Setor Petróleo e Gás é uma iniciativa da própria Agência. Frente aos novos empreendimentos a serem desenvolvidos no País com a flexibilização do monopólio da União sobre o petróleo (baseado na Lei n° 9.478, de 06 de agosto de 1997 – “Lei do Petróleo”) surge a preocupação com a disponibilidade de mão de obra especializada.

“Sendo a mão de obra especializada um recurso indispensável, é de fundamental importância capacitar brasileiros, de forma induzida e ordenada, com base na previsão de crescimento do setor e sua consequente demanda por profissionais altamente qualificados.

⁷¹ FLoaTEC: empresa americana que provê serviços de engenharia e serviços de projetos para *design*, construção, instalação e operação de sistemas de plataformas de águas profundas.

⁷² SBM *Offshore*: empresa holandesa que presta serviços para soluções de problemas de engenharia, construção, instalação e operação de plataformas flutuantes.

⁷³ FMC: empresa americana equipamentos e tecnologias necessários para explorar, perfurar e desenvolver campos de petróleo e gás *offshore*.

⁷⁴ Ecovix: estaleiro brasileiro situado no Rio Grande do Sul. Atualmente (2018) em processo de recuperação judicial.

⁷⁵ BLUEWATER: empresa holandesa especializada na construção e operação de sistemas de armazenamento e descarregamento de produção flutuante e sistemas de ancoragem de ponto único

⁷⁶ SSP: empresa canadense especializada em projetos de engenharia de plataformas de produção e sondas de perfuração.

⁷⁷ Consórcio Rio Paraguaçu: formado pelas empresas brasileiras Odebrecht Engenharia Industrial, UTC Engenharia e Construtora Queiroz Galvão para projetos e construção de plataformas de petróleo. Atualmente (2018) o consórcio não existe mais.

Considerando estes aspectos, a ANP optou por assumir a indução na capacitação e especialização de graduandos, mestrados e doutorandos interessados em atuar no setor, por meio de um Programa que oferece recursos financeiros na forma de Bolsas e taxa de bancada para cursos com ênfase em especialidades dos diversos segmentos da cadeia produtiva na indústria do petróleo, gás natural e biocombustíveis, tendo como objetivo primordial a qualificação de profissionais que irão responder pela demanda das empresas e pelo desenvolvimento de novas tecnologias.”

O Programa é dividido em duas áreas: o de formação de técnicos de nível médio – PRH-ANP/MEC-Técnico –, e o de nível superior – PRH-ANP/MCTI – que apoia cursos de graduação, mestrado e doutorado. A origem do financiamento das bolsas concedidas ao nível superior são de recursos obtidos a partir de recursos dos royalties do petróleo repassados pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação, pela Financiadora de Estudo e Projetos e pelo Fundo Setorial de Petróleo e Gás Natural (MCTI/FINEP/CTPETRO).

Para o nível superior a ANP, por meio do PRH-ANP/MCTI, identificou e investiu em 36 categorias de formação de recursos humanos entre os anos de 1999 a 2010 (Quadro 4.5). Cada uma dessas categorias é voltada para alguma atividade ligada ao setor de Petróleo e Gás e é de responsabilidade de universidades públicas e privadas – previamente selecionadas por avaliação da ANP e do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação – que por meio de seus cursos de graduação e/ou programas de pós-graduação oferecem a qualificação desejada pela Agência.

Quadro 4.5 - Programa de Recursos Humanos (PRH) da ANP – 1999 a 2010

PRH	Sigla da Instituição	UF	Programa
PRH 01	UFRJ	RJ	Químico de Petróleo
PRH 02	UFRJ	RJ	Profissionais de Engenharia Civil para o Setor de Petróleo e Gás
PRH 03	UFRJ	RJ	Sistemas Oceânicos e Tecnologia Submarina para Exploração de Petróleo e Gás em Águas Profundas
PRH 04	USP	SP	Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia
PRH 05	UNESP	SP	Geologia e Ciências Ambientais Aplicadas ao Setor Petróleo e Gás
PRH 06	UFPA	PA	Geofísica Aplicada à Exploração e Desenvolvimento de Reservatórios de Petróleo e Gás

PRH 07	PUC-RIO	RJ	Programa Interdepartamental em Petróleo e Gás
PRH 08	UFBA	BA	Programa de Pós-Graduação e Graduação em Geofísica e Geologia para o Setor Petróleo e Gás
PRH 09	UFSC	SC	Formação de Recursos Humanos em Engenharia Mecânica com Ênfase em Petróleo e Gás (MECPETRO)
PRH 10	UTFPR	PR	Planejamento e Otimização de Processos (Petro)químicos e de Gás Natural
PRH 11	UFF	RJ	Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geofísica Marinha
PRH 12	UFRGS	RS	Geologia de Petróleo
PRH 13	UFRJ	RJ	Programa EQ-ANP
PRH 14	UFRN	RN	Engenharia de Processos em Plantas de Petróleo e Gás Natural
PRH 15	UNICAMP	SP	Ciências e Engenharia dos Recursos Naturais de Óleo e Gás
PRH 16	UNIFEI	MG	Engenharia da Energia e do Petróleo
PRH 17	UERJ	RJ	Formação de Profissionais Qualificados em Análise de Bacia Aplicada à Exploração de Petróleo e Gás Natural
PRH 18	UFRJ	RJ	Capacitação de Recursos Humanos em Geologia do Petróleo
PRH 19	USP	SP	Engenharia com Ênfase em Petróleo da Escola Politécnica da USP (EPUSP)
PRH 20	UENF	RJ	Programa de Engenharia de Exploração e Produção de Petróleo
PRH 21	UFRJ	RJ	Programa de Ensino: Economia, Planejamento Energético e Engenharia de Produção na Indústria do Petróleo
PRH 22	UFRN	RN	Programa de Formação em Geologia, Geofísica e Informática no Setor Petróleo & Gás Natural na UFRN – Graduação e Pós-Graduação
PRH 23	UNIFACS	BA	Programa de Formação Profissional para a Indústria de Petróleo e Gás Natural
PRH 24	UFPR	PR	Programa Interdisciplinar em Engenharia de Petróleo e Gás Natural
PRH 25	UFCG	PB	Programa Interdepartamental de Tecnologia em Petróleo e Gás
PRH 26	UFPE	PE	Formação de Recursos Humanos para o Setor Petróleo e Gás em Geociências e Engenharia Civil
PRH 27	FURG	RS	Estudos Ambientais em Áreas de Atuação da Indústria do Petróleo
PRH 28	UFPE	PE	Engenharia do Processamento Químico do Petróleo
PRH 29	UFES	ES	Programa Institucional de Formação em Ciência e Engenharia de Petróleo e Gás
PRH 30	UFRN	RN	Programa Multidisciplinar em Petróleo e Gás
PRH 31	UFC	CE	Programa Institucional de Formação de Recursos Humanos em Engenharia e Ciências do Petróleo e Gás Natural

PRH 32	IMPA	RJ	Pós-Graduação em Matemática - Computação Científica Aplicada à Indústria do Petróleo
PRH 33	UERJ	RJ	Direito do Petróleo
PRH 34	UFSC	SC	Formação de Engenheiros nas Áreas de Automação, Controle e Instrumentação para a Indústria do Petróleo e Gás Natural
PRH 35	UFRJ	RJ	Integridade Estrutural em Instalações da Indústria do Petróleo
PRH 36	UFRN	RN	Programa de Formação de Recursos Humanos em Direito do Petróleo e Gás

Fonte: elaborado a partir de Relatórios ANP (2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014).

De 2011 a 2012 a ANP aumentou o número de categorias de recursos humanos ligados ao setor de petróleo e gás passando para 46 (PRH 37 ao PRH 46), e de 2013 a 2014 – último relatório disponível – subiram para 56 categorias (PRH 47 ao PRH 56).

Em relação ao campo de Engenharia Naval e Oceânica, apenas os Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica da USP (PRH 19) e o de Engenharia Oceânica da UFRJ (PRH 03) foram contemplados (estão destacados em negrito no Quadro 4.5). Mesmo com a expansão de número de categorias, cursos e programas de Engenharia Naval de outras universidades não foram contemplados. Os recursos concedidos especificadamente aos Departamentos e Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica podem ser conferidos nos Quadros 4.6 e 4.7.

Quadro 4.6 - Recursos concedidos ao PRH 03 (vinculado ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica (PEnO) da UFRJ) – valores em R\$

PRH 03 – PEnO / UFRJ						
Ano	Bolsa	%** (Bolsa)	Taxa de Bancada	%** (Taxa de Bancada)	Total	%** (Total)
2004	435.748,98	3,29	335.350,00	3,63	771.098,98	3,43
2005	212.000,24	2,75	182.700,00	2,52	394.700,24	2,64
2006	284.313,34	3,04	213.894,12	2,80	498.207,46	2,93
2007	219.951,88	2,36	175.448,20	2,28	395.400,08	2,33
2008	0	0,00	0	0,00	0	0,00
2009***	-	-	-	-	968.408,34	5,35
2010	585.411,60	4,59	320.468,42	4,74	905.880,02	4,64
2011	321.751,20	2,40	161.901,93	2,29	483.653,13	2,36
2012	449.408,10	3,21	79.291,26	1,32	528.699,36	2,64
2013	479.623,20	3,61	250.492,12	3,74	730.115,32	3,65
2014	-	-	-	-	-	-
TOTAL*	2.988.208,54	2,46	1.719.546,05	2,41	5.676.162,93	2,69

Fonte: elaborado a partir de Relatórios ANP (2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014).

Nota: * Em alguns anos os valores foram repassados de forma parcelada. Sendo assim, realizamos a soma de todas as parcelas identificadas no ano e apresentamos os valores totais.

Nota: ** Os índices percentuais foram calculados com base no volume total dos recursos oriundos do PRH-ANP/MCTI (considerando o total de cada ano).

Nota: *** No ano de 2009 foram divulgados apenas o valor total dos recursos concedidos, sem discriminá-los.

Quadro 4.7 - Recursos concedidos ao PRH 19 (vinculado ao Programa Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica (PNV) da USP) – valores em R\$

PRH 19 – PNV / USP						
Ano	Bolsa	%** (Bolsas)	Taxa de Bancada	%** (Taxa de Bancada)	Total	%** (Total)
2004	317.000,00	2,40	149.400,00	1,62	466.400,00	2,08
2005	271.750,00	3,53	289.200,00	3,99	560.950,00	3,75
2006	204.492,53	2,19	162.757,47	2,13	367.250,00	2,16
2007	-	-	-	-	-	-
2008	0	0,00	81.741,91	2,14	81.741,91	0,72
2009***	-	-	-	-	5.370,49****	0,03
2010	408.819,60	3,20	99.710,40	1,48	508.530,00	2,61
2011	209.769,60	1,56	88.150,85	1,25	297.920,45	1,45
2012	355.073,72	2,53	80.016,81	1,34	435.090,53	2,18
2013	-	-	-	-	-	-
2014	638.912,40	3,09	188.609,95	2,02	827.522,35	2,76
TOTAL*	2.405.817,85	1,98	1.139.587,39	1,59	3.550.775,73	1,68

Fonte: elaborado a partir de Relatórios ANP (2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014).

Nota: * Em alguns anos os valores foram repassados de forma parcelada. Sendo assim, realizamos a soma de todas as parcelas identificadas no ano e apresentamos os valores totais.

Nota: ** Os índices percentuais foram calculados com base no volume total dos recursos oriundos do PRH-ANP/MCTI (considerando o total de cada ano).

Nota: *** No ano de 2009 foram divulgados apenas o valor total dos recursos concedidos, sem discriminá-los.

Nota: **** De acordo com relatório ANP (2009), o valor de 5.370,49 reais destinado ao PNV/USP em 2009 correspondeu a uma compensação ao volume de recursos destinado no ano anterior.

De acordo com relatório ANP (2004, p.4) os recursos são concedidos para bolsas de estudo para os níveis de graduação, mestrado e doutorado, e bolsas de pesquisa para coordenadores e pesquisadores visitantes, com o objetivo de desenvolverem estudos sobre as demandas profissionais e as tendências tecnológicas e estruturais do mercado, objetivando a permanente orientação das atividades dos cursos e suas atualizações curriculares, bem como a concessão de taxa de bancada (recursos financeiros para a aquisição de materiais, livros, assinaturas de periódicos, apoio aos trabalhos de pesquisa dos bolsistas, participações em eventos e outras necessidades específicas dos cursos).

Como critério para tais concessões, a ANP organizou um sistema de editais nos quais as instituições de ensino participam apresentando suas propostas de curso, no formato de um programa institucional para o setor petróleo e gás natural. Após análise das propostas e realização dos respectivos convênios com as instituições selecionadas, é constituído um Comitê Gestor para cada programa, composto por docentes da instituição, o qual tem como objetivo acompanhar as atividades internas, definir os critérios para a escolha dos seus bolsistas e as orientações para a aplicação dos recursos da taxa de bancada.

As propostas enviadas pela Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da USP à avaliação da ANP no início dos anos 2000 consistiram, à nível de graduação, em:

“O Departamento tem como meta oferecer um curso de graduação que, embora focado nas áreas de engenharia oceânica, naval e logística, seja reconhecido no país como um modelo na formação de Engenheiros capazes de Projetar, Integrar e Gerenciar grandes sistemas. Para atingir esta meta, adotou-se uma estrutura curricular que privilegia a visão sistêmica e possibilita uma formação diversificada imprimindo ao curso uma visão orientada ao projeto. Com o objetivo de manter a motivação do aluno ao longo do curso, as disciplinas fazem uso intensivo de laboratório e recursos de informática, além de empregarem novas técnicas de aprendizado. Adicionalmente, o curso procura propiciar ao aluno a inserção em outros contextos do aprendizado, que envolve uma maior interação com escolas de engenharia do país e do exterior. As atividades programadas nas disciplinas procuram desenvolver no aluno habilidade, como comunicação, trabalho em equipe e criatividade, e atitudes, como postura ética e consciência ambiental.

- Uso intensivo de laboratórios para complementação do aprendizado e participação em atividades de pesquisa.

- Disponibilização de recursos de informática com sala de CAD equipada com microcomputadores de última geração.
- Utilização de oficina de modelos para que os alunos concretizem os projetos desenvolvidos.
- Competição de modelos para verificação dos requisitos do veículo projetado.
- Organização de estágios para um melhor relacionamento com o mercado de trabalho.
- Programação de palestras com profissionais da área para troca recíproca de experiências.”

No nível de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica, o Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da USP considerou o envio da seguinte proposta:

“O Departamento tem como meta oferecer programas de mestrado e doutorado para formar profissionais que atendam às demandas de formação complementar do mercado de engenharia e às necessidades da pesquisa tecnológica. Os objetivos estratégicos são: aumentar e diversificar o público-alvo dos programas de pós graduação, garantindo a matrícula de 12 novos alunos de mestrado por ano; e reduzir, gradualmente, o tempo médio de titulação. Para a pós graduação as bolsas contribuirão para aumentar o número e qualidade do corpo discente. O departamento espera atrair um número maior de candidatos divulgando o programa em outros estados do país.”

Já o Departamento de Engenharia Oceânica da UFRJ – responsável pela categoria PRH 03 – enviou à avaliação da ANP um conjunto de propostas que destacam, de forma abrangente, os potenciais do curso de engenharia naval oferecido na instituição e de uma parte da grade curricular (Quadro 4.7) que contribui à formação desejada pelo Programa de Recursos Humanos (PRH) da ANP. Sendo assim, no nível de Graduação:

“O curso de graduação oferece uma formação bastante abrangente, visando a formação de recursos humanos e ao desenvolvimento científico e tecnológico nas seguintes áreas correlatas à indústria *offshore*: Estruturas Oceânicas (navios de apoio, plataformas fixas e flutuantes, dutos e sistemas submarinos e flutuantes), Hidrodinâmica

de Sistemas Oceânicos (navios de apoio, plataformas flutuantes, linhas de ancoragem e sistemas submarinos e flutuantes), Máquinas Marítimas (sistemas de geração de energia, propulsão, equipamentos em sistemas oceânicos), Projeto de Sistemas Oceânicos (metodologia de projeto, aplicações em projeto de sistemas oceânicos, pequenas médias e grandes embarcações, embarcações de alto desempenho, computação aplicada ao projeto) e Construção Naval (organização das indústrias navais, técnicas de construção de navios e plataformas e reparos navais). Este curso permite a capacitação de engenheiros para atuação em projeto, construção, gerência, planejamento de transportes, manutenção e operação de sistemas oceânicos.”

Quadro 4.8 - Grade curricular do curso de graduação de Engenharia Naval da UFRJ apresentada no contexto do Programa de Recursos Humanos (PRH) da ANP

Disciplinas	Descrição (ementa)
Fundamento e Técnicas de Medição	Padrões básicos e precisão de medidas. Medidas de deslocamento, aceleração, pressão, deformação, força e momento. Técnicas de medição. Aplicações em sistemas estruturais simples, modelos de navio e navios já construídos.
Projeto de Sistemas <i>Offshore</i> I	Introdução. Conceitos gerais, tipos. Sistemas auxiliares. Projeto de estruturas de aço; conceitos gerais. Cálculo de cargas hidrodinâmicas para análise estrutural.
Comportamento Estruturas de Plataformas	Tipos de plataformas. Cargas ambientais. Projeto estrutural por estados limites. Colapso de painéis planos e cilíndricos. Fadiga de juntas tubulares. Colapso progressivo de plataformas flutuantes.
Tecnologia de Sistemas Oceânicos III	Elementos de engenharia do petróleo. Descrição das unidades de produção de petróleo (UPP) e de seus componentes submarinos. Processo de instalação de UPP: métodos de instalação, transporte de componentes e embarcações de apoio. Técnicas de posicionamento dos diversos componentes sobre o leito oceânico. Técnicas de acoplamento dos componentes instalados.
Mecânicas dos Materiais Compósitos	Tipos de construção. Métodos de fabricação. Características das fibras e resinas. Propriedades das laminas de plástico reforçado. Projeto e análises estrutural: cargas de projeto, resistência de laminados a esforços coplanares e flambagem. Análises de conexões. Painéis sanduíches.
Técnicas de Modelação Estrutural de Navios e Plataformas Oceânicas	Apresentação da técnica dos elementos finitos. Programas de elemento finitos. Modelação de estruturas reticuladas. Modelação de estruturas em casca. Estruturas oceânicas (navios e plataformas). Recomendações das sociedades classificadoras.
Transmissão e Controle de Ruído e	Causas do ruído e vibração: falhas de projeto, fabricação e montagem; operação e desgastes. Fontes de ruído e vibração: dinâmica de estruturas e de fluidos, vibrações características de defeitos em componentes de

Vibração	máquinas.
Projeto de Sistemas <i>Offshore</i> II	Análise de mercado. Tipos e classificações das lanchas. Forças de equilíbrio estático e dinâmico. Determinação da resistência ao avanço. Tipos e seleção dos motores. Dimensionamento do propulsor. Análise de desempenho. Princípios fundamentais do projeto de lanchas.
Análise Econômica de Projeto e Logística da Produção Oceânica de Petróleo	Sistemas logísticos integrados e estratégia logística. Tipos de embarcações de apoio <i>offshore</i> . Tipos de terminais oceânicos. Logística de operações oceânicas. Dimensionamento de frotas e planejamento de operações de apoio marítimo. Incerteza e risco em empreendimentos oceânicos. Estruturação financeira de projeto de produção.
Qualidade na Indústria Naval	Qualidade e mercado, custos de qualidade e cultura, gestão empresarial para a qualidade, certificação de qualidade, normas ISO.
Princípios de Oceanografia para Engenheiros Navais e Oceânicos	Topografia costeiras e oceânica. Marés: importância para navegação e circulação costeira, princípios básicos, medição e previsão, características básicas na costa brasileira.
Hidrodinâmica de Sistemas Oceânicos II	Teoria de ondas de segunda ordem. Hidrodinâmica de segunda ordem: amortecimento de ondas em deriva, deriva lenta e deriva média. Modelação matemática de efeitos viscosos em estruturas tubulares.
Técnicas Experimentais em Hidrodinâmica	Análise dimensional e leis de semelhança; técnicas de medição em modelos e escala real; uso de equipamentos de medição; análises de dados; ensaio no canal de ondas e correntes.

Fonte: PRH-03 (s/d).

No âmbito do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da UFRJ, a proposta enviada à ANP para obtenção de recursos apresenta:

“O objetivo do curso é a formação de recursos humanos especializados em duas áreas de atuação, estruturas ou hidrodinâmica. Na área de estruturas são abordados fundamentos e ferramentas analíticas e numéricas para o cálculo estrutural (concepção e dimensionamento) de sistemas oceânicos e submarinos utilizados na exploração de petróleo no mar. Na área de hidrodinâmica são abordados: projeto e análise hidrodinâmica de embarcações de apoio, sondas, plataformas de produção e demais sistemas oceânicos e métodos analíticos e computacionais em hidrodinâmica aplicados a sistemas oceânicos. O programa conta com excelentes laboratórios que desenvolvem trabalhos numéricos e experimentais de cunho

acadêmico e para a Indústria do Petróleo, entre eles, o Laboratório de Tecnologia Submarina (LTS) e o Núcleo de Ensaio Oceânicos (NEO). Atualmente, com a inauguração do “tanque oceânico” da COPPE (LabOceano), o maior tanque de provas do mundo, os alunos deste curso podem desenvolver excelentes teses envolvendo as áreas numérica e experimental de sistemas oceânicos. Os alunos que cumprem com os requisitos exigidos pela COPPE são contemplados com o título de Mestre ou Doutor em Ciências em Engenharia Oceânica, ênfase em Engenharia de Sistemas Oceânicos.”

Considerações finais

Os anos 2000 foram para o campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica, a “década das redes de pesquisa e inovação”. A consolidação da Engenharia Oceânica se deu, principalmente, pela institucionalização de um conjunto desse conjunto de redes, capitaneadas pela Petrobras, a partir dos primeiros anos de década de 2000 e pelo investimento desta empresa na promoção de novos laboratórios para pesquisa de tecnologia *offshore* e na modernização de alguns já existentes nas universidades tradicionais.

O que entendemos é que os investimentos do PROCAP 3000, da implantação da rede CEENO e das Redes Temáticas *Galileu* e *Archimedes* pela Petrobras, bem como a execução do Programa e Recursos Humanos (PRH) da ANP que afetaram diretamente o campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica cumpriram, na verdade, com objetivos de estabilizar o “vetor universidade”, para as relações universidade-empresa. E a universidade, num processo coevolutivo, transforma suas atividades de pesquisa e ensino para suportar as novas demandas setoriais, principalmente aquelas advindas da Petrobras.

O Brasil que vinha de quase 20 anos de estagnação produtiva naval e *offshore* (de 1980 a 1990) perdeu não só mercado internacional – pelo lado da indústria –, mas também toda uma capacidade e competência ligadas à produção de conhecimento e de tecnologia.

A própria mudança das políticas de compras da Petrobras que voltou a favorecer o mercado brasileiro (e que foi símbolo da retomada do setor naval, junto com outros fatores – discutidos no Capítulo 3) exigia uma contrapartida da universidade, uma vez que essa mesma era a responsável pela formação de mão de obra competente no país. Isso é tão verdadeiro que, antes mesmo da Petrobras assumir a nova política de compras, já estavam sendo

negociados, desde 1993, a criação do Laboratório de Provas Numérico (TPN) da USP e, em 1998, a criação do Laboratório de Tecnologia Oceânica (LabOceano) da UFRJ, que só seriam devidamente implementados ao longo dos anos 2000.

A institucionalização da prática de prestação de serviços dos Departamentos de Engenharia Naval das universidades tradicionais⁷⁸ a partir do uso da infraestrutura laboratorial permitiu a manutenção do setor produtivo de Construção Naval e *Offshore* no sentido possibilitar que outras empresas – além da própria Petrobras – acessassem conhecimentos no local, sem a necessidade de recorrer à laboratórios internacionais.

⁷⁸ Exceto o IPT, que desde os anos 1950 se ocupa de prestar serviços para empresas do setor naval e Marinha do Brasil nessa área de pesquisas navais.

5 CAPÍTULO 5 – DESCONCENTRAÇÃO DO SETOR PRODUTIVO E DO CAMPO ACADÊMICO DE ENGENHARIA NAVAL

Este capítulo discute a relação entre a desconcentração geográfica dos estaleiros e a criação de novos programas de graduação de Engenharia Naval a partir dos anos 2000. É importante destacar que estes programas não levam no nome o termo “Oceânica”, que é justificado pelo tipo de interação com o setor produtivo. Assim, este Capítulo está dividido em três seções:

Na primeira analisamos o processo que levou à desconcentração do setor produtivo naval e *offshore* baseada nos programas capitaneados pela Petrobras de reaquisição da produção das empresas desse setor e que irá gerar os “Polos de Construção Naval” (Polos Navais) em distintas regiões no Brasil. Nessa discussão são levantados dados sobre o surgimento de novos estaleiros, da evolução dos empregos (considerando os Estados brasileiros) e das controvérsias entre a concentração e desconcentração de um setor produtivo que é sensível aos fatores de localização.

A segunda trata dos Polos Navais em três regiões brasileiras: Norte, Sul e Nordeste. Os Polos dessas regiões apresentam configurações distintas e, geralmente, atendem uma determinada demanda específica de cada localidade. Junto aos Polos são apresentadas as novas graduações de Engenharia Naval destacando os motivos que levaram à criação das mesmas. A saber, os novos cursos dessa engenharia (aqueles formados a partir dos anos 2000) estão presentes nas seguintes universidades: na região Norte, na Universidade Federal do Pará (UFPA) e na Universidade do Estado do Amazonas (UEA); na região Sul, na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Universidade Federal do Rio Grande (FURG); e na região Nordeste, na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

A terceira e última seção trata da formação da Rede de Inovação para a Competitividade da Indústria Naval e *Offshore* (RICINO) criada pelos atores do campo acadêmico, sob representação da SOBENA, que tinha por objetivos fortalecer a interação da universidade com a indústria e de promover a capacitação dos recursos humanos, condições reconhecidas como estratégicas à sobrevivência do setor produtivo.

5.1 Desconcentração geográfica da indústria naval

A desconcentração do setor produtivo da Indústria de Construção Naval e *Offshore* brasileiro ocorreu a partir de 2003 quando o então governo Lula entendeu a necessidade de ampliar a capacidade produtiva desse setor, até então concentrada na região Sudeste. As medidas que tornaram possíveis tal desconcentração partiram de programas promovidos pela Petrobras e foram sustentadas por outros programas federais ao longo da primeira década de 2000, como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), aproveitando o contexto favorável propiciado pela retomada do setor.

Essa retomada ocorreu sobretudo a partir de programas federais promovidos pela Petrobras que objetivavam a maximização produtiva do setor do segmento de construção naval para também fornecer bens e serviços essenciais à expansão do segmento *offshore*, estratégico para esta empresa. Os programas que orientaram a expansão e contextualizaram a desconcentração do setor produtivo são: “Programa de Renovação da Frota de Apoio Marítimo (PROREFAM)”, “Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural (PROMINP)” e “Programa de Modernização e Expansão da Frota (PROMEF)”.

O PROREFAM, lançado em 1999 pela Petrobras cujos objetivos visavam atender, em bases competitivas, a demanda crescente de embarcações de apoio *offshore*, respeitando os requisitos de conteúdos locais pré-estabelecidos. De acordo com Jesus (2013, pg. 58), o PROREFAM foi executado em três fases, a primeira foi lançada em 1999, chamado de 1º PROREFAM, em que a Petrobras licitou e contratou 22 embarcações. No final de 2003, foi anunciado o 2º PROREFAM, que consistiu na contratação de 30 novas embarcações e 21 modernizações e jumborizações⁷⁹. E, mais recentemente, no âmbito do Programa do Aceleração do Crescimento (PAC), a Petrobras lançou terceira etapa do PROREFAM, prevendo a contratação de 146 embarcações de apoio que deverão atender ao conteúdo local mínimo, no período 2008–2014.

O Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural (PROMINP) foi criado em 2003 para estimular o desenvolvimento da indústria parapetroleira local. O programa foi desenvolvido para buscar a maximização da participação da indústria nacional no fornecimento de bens e serviços, em bases competitivas e sustentáveis, atendendo

⁷⁹ Jumborização é a modernização e aumento de capacidade de carregamento de uma embarcação, através de um corte transversal vertical no navio, para inserção de um trecho de casco.

demandas nacionais e internacionais. Trata-se de gerar emprego e renda no País, ao agregar valor na cadeia produtiva local (SILVA, 2009; PROMINP, 2012).

Já o Programa de Modernização e Expansão da Frota (PROMEF), da Transpetro – subsidiária da Petrobras –, lançado em 2004, e atualizado pelo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do governo federal. A proposta do PROMEF era renovar a frota da Transpetro com a compra de 49 novos petroleiros, objetivando garantir maior autonomia e controle no transporte da produção da Petrobras, bem como servir de alicerce para o renascimento da indústria naval brasileira. De acordo com Jesus (2013, pg. 60), o programa foi dividido, a princípio, em duas fases denominadas de PROMEF I e II. Na primeira fase, PROMEF I, com a proposta de construir 26 navios, e as determinações do programa eram de que os navios fossem construídos no Brasil, com a garantia de um índice de nacionalização de 65% e que os estaleiros sejam competitivos internacionalmente. Na segunda fase, PROMEF II, licitaria 23 novos navios, com a garantia de um índice de nacionalização de 70% e de que os estaleiros se tornassem competitivos internacionalmente.

Estes programas impulsionaram o setor naval. De acordo com SINAVAL (2013, pg. 4) entre 2003 e 2013 os estaleiros brasileiros tradicionais voltaram a operar construindo mais de 100 navios de apoio marítimo no Brasil, sete plataformas de produção de petróleo e quatro navios petroleiros de grande porte.

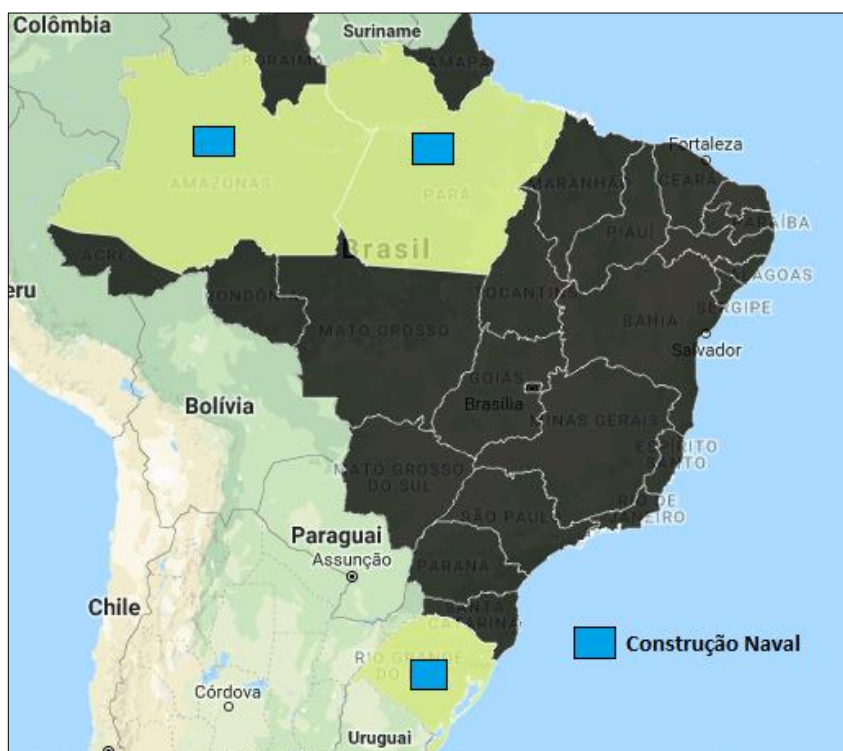
Frente às novas demandas dos Programas da Petrobras, o Fundo de Marinha Mercante (FMM) libera, a partir de 2003, investimentos na ordem de 16,2 bilhões de reais para a criação de novos estaleiros que foram distribuídos, inicialmente, em oito Estados brasileiros (CAMPOS NETO, 2014, p.134-135).

A desconcentração possibilitou novos arranjos produtivos em diferentes regiões do país conhecidos, como “Polos de Construção Naval” (ou apenas Polos Navais). SINAVAL (2014, p.21 e 23) compreende como polo naval “a existência de estaleiros e uma estrutura de serviços e fornecedores operando de forma contínua”. CEMBRA (2015) complementa essa definição afirmando que também seriam necessários os apoios dos governos estaduais e municipais, bem como a formação de recursos humanos qualificados para atender às demandas de cada Polo.

SINAVAL (2014) indica que inicialmente foram idealizados nove polos navais, sendo: Polos Navais do Pará e Amazonas⁸⁰, Polo Naval de Pernambuco, Polo Naval da Bahia, Polo Naval do Espírito Santo, Polo Naval do Rio de Janeiro, Polo Naval de São Paulo, Polo Naval de Santa Catarina, Polo Naval do Rio Grande do Sul. E desses surgiu a necessidade da formação de competências para atender aos novos empreendimentos regionais.

Entretanto, nem todos os polos foram implantados e alguns, após serem inaugurados, não “sobreviveram” devido a questões políticas e econômicas que fogem ao escopo dessa tese, restando em 2018 apenas três polos de Construção Naval ativos no país (Figura 5.1).

Figura 5.1 - Polos de Construção Naval ativos no Brasil em 2018



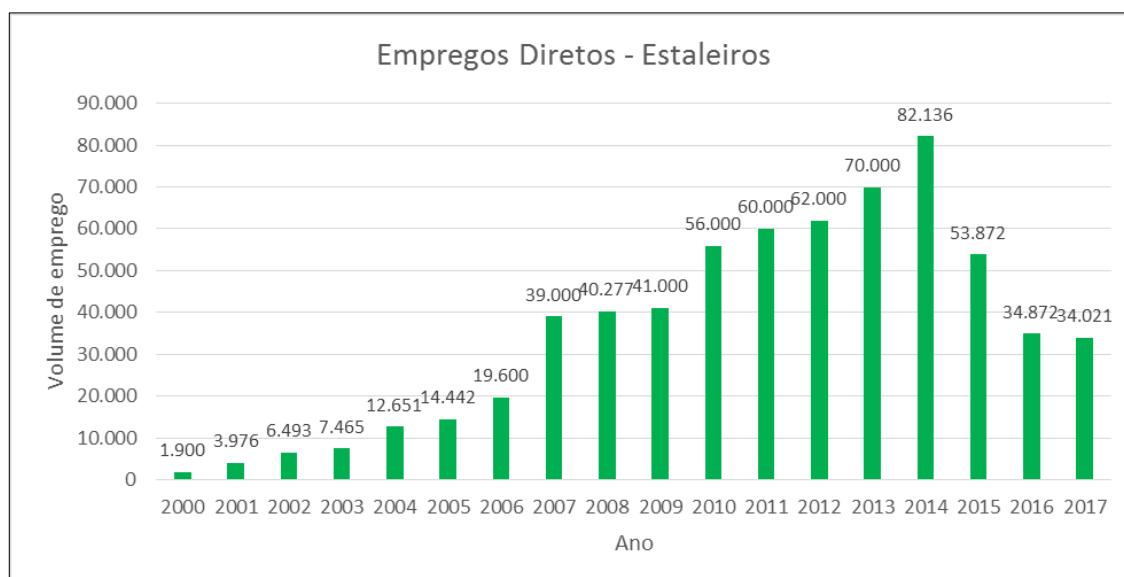
Fonte: adaptado de MDIC/IBITC (2018).

⁸⁰ Os Polos Navais da região Norte (Pará e Amazonas) ainda se encontram em processo de implantação, mas seus efeitos já são considerados nas atividades das Universidades como a Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade do Estado do Amazonas (UEA) e Universidade Federal do Amazonas (UFAM). Esta última não será tratada em nossa pesquisa, uma vez que a mesma oferece um Curso Tecnológico de Construção Naval, assim, estando fora de nosso escopo.

Os polos dedicados exclusivamente à Construção Naval que ainda existem em 2018, de acordo com MDIC/IBICT (2018), são encontrados em três Estados brasileiros, sendo: no Rio Grande do Sul, com 15 municípios que detêm arranjos produtivos locais nesse segmento; no Pará, com arranjos em 31 municípios e; no Amazonas, em 8 municípios⁸¹.

Jesus (2016) confirma que historicamente o setor produtivo sempre esteve concentrado na região Sudeste do país, com destaque ao Estado do Rio de Janeiro que detinha, entre as décadas de 1980 e 1990, mais de 90% da população empregada da área no Brasil. No final dos anos 1990 o volume total de empregos diretos em estaleiros era de 1.900 pessoas e a partir dos anos 2000 a indústria naval brasileira reagiu positivamente aos incentivos governamentais e de mercado e, os estaleiros do país passaram para cerca de 56.000 empregos no ano de 2010 (GARCIA, 2013, p.14), atingindo o pico em 2014 com 82.136 empregos diretos (SINAVAL, 2016, p.2).

Gráfico 5.1 - Empregos Diretos nos Estaleiros de 2000 a 2017



Fonte: SINAVAL (2018)

Jesus (2016) observou que não apenas o volume de empregos aumentou ao longo dos anos 2000, como também houve a criação de novos estaleiros em diferentes regiões do país (Quadro 5.1) e, conseqüentemente, a distribuição da mão de obra naval e *offshore* (Tabela 5.1).

⁸¹ A partir do item 5.2 discutiremos todos os Polos Navais que influenciaram na criação dos programas de graduação de Engenharia Naval numa perspectiva histórica, independentemente da situação atual desses Polos.

Quadro 5.1 - Principais estaleiros instalados no Brasil: comparação entre o ano de 2003 e 2014

	2003 (Estado)	2014 (Estado)	
Estaleiros	BrasFELS (RJ) Mauá (RJ) Inhaúma (RJ)	BrasFELS (RJ)	Consórcio MGT (SC)
		Inhaúma (RJ)	Tomé Ferrostall (AL)
		Brasa (RJ)	Enseada Paraguaçu (BA)
		Rio Grande (RS)	OSX (RJ)
		Atlântico Sul (PE)	Jurong Aracruz (ES)
		Honório Bicalho (RS)	EBR (RS)
		Techint (PR)	Mauá (RJ)

Fonte: SINAVAL (2018)

Tabela 5.1 - Empregos diretos nos estaleiros por Estados da Federação, de 2004 a 2014

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Variação %
RJ	10.636	12.385	17.052	24.003	20.403	23.654	25.987	25.020	29.967	30.506	30.085	182,86%
ES	—	—	—	—	—	—	—	—	—	410	620	51,22%
SP	661	781	795	1.578	1.065	1.414	781	721	1.604	1.782	1.862	181,69%
SC	1.046	766	1.208	2.207	2.395	2.518	1.958	2.397	3.039	4.247	5.351	411,57%
RS	—	—	—	—	—	820	5.500	5.500	6.174	19.954	9.762	1.090,49%
PA	175	190	225	225	341	420	411	371	316	580	888	407,43%
AM	—	—	—	—	2.500	2.637	9.244	11.987	13.372	11.902	11.576	363,04%
CE	133	320	320	632	960	1.500	1.300	903	202	702	623	368,42%
SE	—	—	—	—	—	—	350	345	38	38	50	-85,71%
BA	—	—	—	—	—	523	—	2.125	1.628	92	74	-85,85%
PE	—	—	—	480	5.613	7.014	10.581	9.798	5.696	7.923	21.581	4.396,04%
Tot.	12.651	14.442	19.600	29.125	33.277	40.500	56.112	59.167	62.036	78.136	82.472	551,90%

Fonte: Adaptado de SINAVAL (2018).

Entretanto, SINAVAL (2018) destaca que há mais de 50 estaleiros – vinculados ao Sindicato – instalados no Brasil e distribuídos nos polos navais. Aqueles atuam em mercados de equipamentos *offshore* de sondas e plataformas; embarcações de apoio marítimo, como PSVs e AHTS; de navios de grande porte como Suezmax, Aframax, Panamax, Gaseiros, VLCCs e Graneleiros; de embarcações fluviais e operações portuárias, como rebocadores, barcas e empurradores; de reparo de navios; de navios militares e; de navios de cabotagem.

Contudo é importante salientar que existem muitos outros estaleiros espalhados pelo Brasil com menores dimensões de infraestrutura e menor participação no mercado, como os estaleiros das margens do Rio Amazonas. Segundo o NEAPL (2009, p.8)⁸² “a Amazônia tem

⁸² O NEAPL é o Núcleo Estadual de Arranjos Produtivos Locais.

a maior indústria naval autônoma do planeta. Só no Amazonas são mais de 300 estaleiros - a maioria de pequeno porte - espalhados por todos os municípios do Estado”.

A construção naval, no entanto, é uma indústria sensível a fatores relacionados com a localização (CEMBRA⁸³, 2015; JESUS, 2016). Nessa perspectiva, é possível entender o setor produtivo naval como sendo de economias de concentração, em que a concentração geográfica produz efeitos econômicos e logísticos benéficos às organizações da indústria marítima como um todo (Quadro 5.2).

Quadro 5.2 - Benefícios da concentração da indústria da construção naval e *offshore*

	Benefícios econômicos da concentração regional
Indústria de Construção Naval Concentrada Regionalmente	Proximidade de fornecedores, além da redução de custos de transporte, favorece a articulação de planos de produção, de modo a viabilizar a eliminação ou, pelo menos, a redução de estoques intermediários;
	Proximidade de outros estaleiros favorece a formação de parcerias estratégicas;
	Concentração de atividades ligadas à indústria naval pode viabilizar o desenvolvimento de centros de formação de recursos humanos especializados, em todos os segmentos da força de trabalho específica do setor;
	Investimentos compartilhados em programas de treinamento de mão de obra podem ser executados diretamente pelas empresas;
	Investimentos em P&D podem ser compartilhados;
	Instalação de estaleiros, em certos casos, demanda investimento público em obras de infraestrutura, cujo retorno é claramente reduzido pela pulverização;
	Estímulo ao progresso tecnológico e gerencial realiza-se pelo intercâmbio das próprias empresas e destas com associações e instituições de ensino e pesquisa, bem como pela mobilidade dos recursos humanos. Os mecanismos de <i>spill-over</i> (ou contágio) são, em geral, alavancados pela existência de empresas líderes na região. Nesse caso, uma empresa (ou instituição) líder seria a que apresentasse inserção internacional e atuação relevante em P&D;
	Formação de parcerias no sentido de estabelecer programas de <i>procurement</i> comuns, visando a ampliar o poder de mercado e promover ganhos logísticos na aquisição de insumos;
	Empresas de prestação de serviços podem ser subcontratadas por diversos estaleiros, nos casos de picos de demanda individuais de mão de obra. Assim, variações localizadas de demanda podem ser absorvidas sem deseconomia para os estaleiros individuais.

Fonte: adaptado de CEMBRA (2015, p.28).

⁸³ O Centro de Excelência para o Mar Brasileiro (CEMBRA) é uma associação advinda do esforço cooperativo de setores da sociedade brasileira, dedicado à pesquisa e ao desenvolvimento de novas tecnologias para fins não econômicos. O CEMBRA é regido pela metodologia de Organismos de Vanguarda desenvolvida pela Petrobras/Coppe.

Em entrevista realizada em Junho de 2015, o Docente do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da UFRJe ex-presidente da SOBENA, Floriano Pires Junior, corrobora a perspectiva de CEMBRA (2015) e vê alguns problemas na forma como se deu a desconcentração, percebendo que todo o processo ocorreu mais devido a princípios políticos do que estratégicos, uma vez que os Estados que receberam investimentos para instauração do segmento de construção naval não possuíam a devida “tradição na área”.

“O modelo que foi implantado no Brasil nos últimos 10 anos [refere-se desde a primeira metade dos anos 2000] foi um modelo ‘não racional’; que não entendeu a dinâmica do setor naval e, portanto, não foi capaz de colocar metas estratégicas e tomar decisões racionais em termos de localização dos investimentos nos segmentos e tipos de produtos que poderiam ser feitos. (...) Então não tem um cérebro para pensar essas coisas, daí às vezes as decisões são tomadas ao sabor de pressões regionais. Num dado momento os governadores, prefeitos e deputados passaram a ver a indústria naval, e isso está abundantemente reportado na imprensa, como um vetor de desenvolvimento regional e esse é um mal investimento para o desenvolvimento regional. O desenvolvimento regional com a indústria que vai investir como um vetor de desenvolvimento industrial em regiões não industrializadas tem que ter alguns requisitos: tem que empregar mão de obra local, tem que mobilizar os fatores de produção disponíveis na região e gradualmente vai expandindo a base de emprego e operações da base de trabalho e vai criando a cadeia.

O entrevistado observa que para a implantação de uma indústria naval é preciso da disponibilidade de mão de obra e não observar esta condição pode inviabilizar a expansão do setor. CEMBRA (2015, p.26) observa que a descontinuidade do setor, entre os anos 1980 e 1990, provocou a situação presente, em que não há trabalhadores com experiência compatível aos estágios intermediários das respectivas carreiras. Por outro lado, o cenário é de expansão no número de plantas e de regiões com atividades de construção naval. Esse desafio tem sido objeto de intensa mobilização de estaleiros e de centros de formação técnica. O docente entrevistado continua suas reflexões acerca da mão de obra necessária:

“Na indústria naval, a geração de emprego não acontece como as pessoas pensam; exige, para ser competitiva, uma mão de obra muito

especializada, de formação técnica e tal e, se não existe na região então é necessário trazer de fora. E o número de contingente de trabalho em Pernambuco [em relação ao Polo Naval de Suape] é um problema, ou seja, não emprega a população local e esta vai ocupar os postos de trabalho coletivos, com um desempenho ruim porque não tem qualificação técnica e a cadeia mundial de fornecedores não pode ser pensada de maneira regional, porque não é assim em nenhum lugar do mundo, quer dizer, um estaleiro localizado aqui ou ali ou lá ele vai comprar os equipamentos para expansão do produto dele e não vai gerar uma cadeia (Floriano Pires Junior, entrevista realizada em Junho de 2015).

Aqui há uma característica da indústria de construção naval e *offshore*: a escala é global, ou seja, essa indústria que está presente no Brasil possui as mesmas características das indústrias equivalentes de outros países. O que infere a competitividade é justamente o acesso aos recursos tecnológicos e humanos qualificados.

“O resultado é isso aí: criaram estaleiros em regiões com muita dificuldade de consolidação, sem infraestrutura, sem recursos humanos, sem tradição, sem engenharia e tal. Isso fragilizou a indústria e fez com que ela tivesse mais dificuldades para superar o déficit tecnológico que existe no Brasil comparado aos países asiáticos. Então, essas decisões foram tomadas assim: você fez contratos diretos através do governo brasileiro, através da Petrobrás e outros mecanismos para a construção de estaleiros e foi muito além da capacidade daquele estaleiro de produzir. As obras estão sendo construídas com parceiros no exterior e ao conteúdo local não deram nenhuma qualificação e isso está fazendo com que o conteúdo local seja de menor produtividade. E, para além dos empresários e indústrias, em alguns casos o cara pode vender um produto à Petrobras no “preço Brasil”, porque é conteúdo local, e subcontrata partes grandes e importantes na Ásia, na China. Fazendo uma caricatura: o cara vende produto no preço brasileiro, considerando o custo brasileiro do valor do conteúdo local, e compra na China no preço chinês.

“Isso aconteceu nesses anos e por isso o processo de capacitação tecnológica não andou, não saiu do lugar porque as empresas não se mobilizaram para isso” (Floriano Pires Junior, entrevista realizada em Junho de 2015).

Ainda que o entrevistado tenha revelado algumas das dificuldades da implementação do segmento de construção naval no Brasil em Estados sem muita tradição na área naval e *offshore* e criticado, inclusive, o potencial de desenvolvimento regional a partir dessa indústria, é importante salientar que a instauração dos polos navais induziu transformações acadêmicas locais/regionais que impactaram sobre o desenvolvimento científico e de formação de competências.

CEMBRA (2015) observa que no Brasil, o processo de desconcentração também tem suas vantagens, pois permite a criação de novos polos de desenvolvimento – casos do Nordeste e do Sul –, promovendo o surgimento de novos empregos e desenvolvendo tecnologicamente essas regiões. No cenário de expansão dos estaleiros e de real modernização dos processos construtivos, isto é, no cenário em que se aproximem as práticas nacionais daquelas dos estaleiros líderes de mercado, um novo perfil de trabalhador será requerido.

Ainda, CEMBRA (2015) afirma que os processos praticados nos estaleiros mais avançados demandam um tipo de trabalhador com perfil multifuncional e de formação longa. Ou seja, as políticas de recursos humanos operacionais deverão conciliar dois objetivos: “atender à demanda emergencial para manter os estaleiros em operação e garantir os recursos humanos para os estágios mais avançados, que deverão (como pré-requisito da sustentabilidade) ser alcançados em alguns anos”.

Outro segmento é o da formação de engenheiros e gestores especializados nas várias áreas de conhecimento envolvidas com a construção naval. CEMBRA (2015), afirma que as “políticas setoriais deverão estimular a disseminação do ensino especializado de nível superior e, ao mesmo tempo, promover a consolidação de centros de excelência, de elevado padrão e inserção internacional”.

Frente à desconcentração do setor que originou os polos navais, SINAVAL (2014) elencou 5 “desafios” para os novos empreendimentos. Dentre os fatores cruciais que determinam a produtividade foi identificada a necessidade da formação de competências para atender aos novos estaleiros regionais (Quadro 5.3).

Quadro 5.3 - Fatores de Produtividade condicionados aos Polos Navais

Fatores de Produtividade	Elementos	Impacto	Benchmarks
Equipamentos nos estaleiros	Capacidade de içamento. Dique seco. Automação.	Menos blocos. Tempo de construção. Tempo de corte e soldagem.	68% de automação do processo de soldagem no estaleiro Samsung, da Coreia do Sul.
Pessoal qualificado	Tempo de construção. Menos retrabalho.	Prazo e orçamento.	Na Coreia do Sul e na Europa, o Estado assegura pessoal qualificado
Sistemas de gestão	Produção. Projetos. Supply Chain	Identificam desvios. Melhoram o planejamento. Prazo e orçamento.	Aperfeiçoamento constante em estaleiros da Europa e Ásia.
Projetos e detalhamento	Plantas em sintonia com modificações.	Fluxo da produção. Controle dimensional.	Uma das dificuldades no Brasil.
Cadeia de suprimentos	Chegada de equipamentos em sintonia com a produção.	Manutenção do fluxo de produção. Prazo e orçamento.	Desafio do conteúdo local.

Fonte: SINAVAL (2014).

5.2 Polos Navais e os novos cursos de Engenharia Naval

O surgimento dos polos navais induziram a formação de novos arranjos no local onde os mesmos foram idealizados. Um desses arranjos é a criação de instituições ou reformulações de instituições já existentes para a formação de mão de obra qualificada – de acordo com CEMBRA (2015) e SINAVAL (2014), o recurso humano é um dos principais fatores para competitividade e manutenção do polo. Nesse contexto, um novo conjunto de universidades criaram graduações de Engenharia Naval para dar sustentação aos novos empreendimentos e são elas: na região Norte, a Universidade Federal do Pará (UFPA) e Universidade do Estado do Amazonas (UEA); na região Sul, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e; na região Nordeste, a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Uma importante característica que permeia todos os novos cursos é a atenção às necessidades regionais. Diferentes dos cursos tradicionais (USP e UFRJ) que lidam com

temas de grande variabilidade e especialmente aqueles voltados às tecnologias *offshore*, os novos cursos possuem matrizes curriculares e projetos de pesquisa que vão ao encontro de especificidades da região/estado. Além desses novos cursos estarem inseridos em localidades com demandas diferentes daquelas onde se encontram os cursos tradicionais é preciso levar em consideração a infraestrutura laboratorial disponível, que permite a estes a realização de ensino e pesquisa com foco maior em tecnologia naval.

5.2.1 Região Norte

A implantação do polo naval da região Norte exigiu dos governos estaduais e municipais um planejamento transversal que relacionava a identificação dos atores que poderiam contribuir com o mesmo e com o foco no setor de transporte fluvial. Segundo NEAPL (2009, p.8), a frota da região Norte gira em torno de cinco mil barcos, sendo que cerca de 90% são feitos de madeira, mas há uma tendência de substituição desse material para o aço, sendo esta condição “irreversível, dada a questão crítica da segurança, da classificação e do financiamento”. Além disso, NEAPL (2009) destaca que 95% do abastecimento dos municípios amazonenses - incluindo toda sorte de produtos - são feitas por via fluvial. O mesmo vale para o transporte de passageiros entre os municípios.

CEMBRA (2015) destaca que a bacia hidroviária do Amazonas oferece a oportunidade para o desenvolvimento de construção naval com características próprias, incorporando tecnologias e inovação.

A região Norte conta com duas graduações de Engenharia Naval: a da UFPA formada em 2005 – sendo a primeira graduação criada nesse contexto da desconcentração do setor produtivo – e a da UEA, formada em 2013 – a última graduação de Engenharia Naval criada até 2018 no Brasil.

A Universidade Federal do Pará (UFPA) foi criada em 1957 pelo Presidente Juscelino Kubistchek com o objetivo de centralizar o ensino superior da Amazônia oriental. A UFPA possui uma graduação e um Programa de Pós-graduação (modalidade de Mestrado Acadêmico) ambos em Engenharia Naval, vinculados à Faculdade de Engenharia Naval (FENAV) e ao Instituto de Tecnologia (ITEC), situado no *campus* Belém, na cidade de Belém (Pará).

O docente do curso de Engenharia Naval da UFPA e vinculado ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia Naval da mesma instituição, Professor Hito Braga (MONTEIRO, 2011) explica a especificidade dessa graduação em relação às outras graduações equivalentes no Brasil, afirmando que o foco da Engenharia Naval da UFPA é lidar com “estudos sobre os problemas da navegação da Amazônia, sem a perda da visão global da Engenharia Naval, o único que trata de águas fluviais” O docente justifica sua posição:

“Basta olhar o mapa ou ao nosso redor para ver a importância da Engenharia Naval na região. Estamos cercados por rios e por um litoral extenso e, até a criação do curso, só havia pesquisa e ensino nesta área no sudeste brasileiro, o que significa que era improvável receber os profissionais formados lá, para lidar com as limitações da Amazônia. Precisávamos de profissionais e pensadores formados e voltados para lidar com os nossos problemas, que são específicos. O curso, porém, tem uma visão globalizada cujo sucesso pode ser mensurado na contratação dos alunos, que formamos recentemente, por empresas de outros países para atuar fora do Brasil” (MONTEIRO, 2011, s/p).

Os projetos de pesquisa vinculados a esta graduação da UFPA confirmam esse direcionamento para a busca de conhecimento e de soluções dos problemas e desafios fluviais disponíveis na Amazônia.

- Desenvolvimento de Técnicas de Construção Naval para a Amazônia (DESNVAMAZ): Avaliação das tecnologias empregadas na construção naval regional e as características das principais embarcações utilizadas (na jurisdição da Capitania dos Portos dos estados do Pará e Amapá), visando a determinação de técnicas que permitam o uso seguro de materiais envolvidos no processo e a elaboração de um banco de dados. Neste contexto, buscar-se-á interação continuada com construtores, armadores, poder público e outras instituições de pesquisa, de maneira a garantir a adequação dos resultados à real necessidade dos atores do sistema e a transferência dos conhecimentos obtidos. Financiado pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).
- Auto Serviço Fluvial (ASFLU): Elaboração de estudos técnicos e serviços especializados de engenharia naval para desenvolvimento de projetos preliminares e básicos de dois modelos de embarcações para operar como unidades móveis de transporte e armazenamento de produtos oriundos do extrativismo da região amazônica, na rota de

águas interiores dos rios Solimões-Amazonas e seus afluentes. Financiado pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB).

- Centro de Certificação em Engenharia Naval da Amazônia (CCENA): estará equipado para certificar importantes requisitos de segurança das embarcações fluviais, como a verificação da estabilidade estática, potência mínima requerida e eficiência hidrodinâmica de cascos e hélices. Embora esta certificação seja obrigatória, não existe uma infraestrutura na região especialmente equipada para realizar as inspeções e verificações técnicas exigidas por lei. O Centro funcionará também como laboratório de pesquisa e ensino de engenharia naval para os alunos e professores da UFPA, difundindo os conhecimentos técnicos e treinando os construtores e tripulantes em segurança do transporte fluvial. Financiado pela Financiadora de Estudo e Projetos (FINEP).

UFPA (2007) observa a condição generalista pela qual o egresso é preparado – em cumprimento das normas estabelecidas pelo Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA)⁸⁴ –, mas destaca que essa formação desse curso tem como objetivo gerar um profissional atento à “auto sustentabilidade regional da Amazônia, sem que isso implique nem perda de visão dos problemas ao nível mundial” (Quadro 5.4).

Quadro 5.4 - Qualificação do Egresso de Engenharia Naval da UFPA

Competências da área da Engenharia Naval	Competências/Habilidades do profissional
Projeto de embarcações	Elaboração de projetos de embarcações e sistemas navais, realizar testes de estabilidade, etc.
Estrutura e construção naval	Projetar sistemas estruturais, fiscalização no desenvolvimento das construções navais, concepção de estaleiros, etc.
Área de materiais	Inspeção e desenvolvimento de controle tecnológico dos materiais utilizados na indústria naval e em obras hidroviárias
Área de transporte e hidrovias	Planejamento e racionalização de sistemas de transporte, controle ambiental de obras hidroviárias gerenciamento de empresas de navegação e elaboração de planilhas orçamentárias, planejamento operação e controle portuário, etc.
Área de hidrodinâmica	Projetar e otimizar a forma do casco de embarcações, cálculo de resistências ao avanço de embarcações, etc.
Área de máquinas	Especificações de motores para a propulsão naval e geração de energia, controle de manutenção, controle de vibrações e projeto de sistemas propulsivos de embarcações

Fonte: elaborado a partir de UFPA (2007).

⁸⁴ Ver CONFEA (1973).

Já a Universidade do Estado do Amazonas (UEA), criada em 2001⁸⁵, é a instituição pública de ensino superior com maior número de campi, atingindo 57 municípios no Estado do Amazonas.

A UEA tem um Curso Tecnológico de Construção Naval fundado em 2009 e que oferece bases acadêmicas à recente graduação de Engenharia Naval, formada em 2013. O NEAPL (2009, p.15) entende o papel desta Universidade como condição para superar os desafios de “democratizar o acesso dos amazonenses ao seu universo discente e pelear para a superação das racionalidades impermeáveis ao reconhecimento de uma cultura da Região”.

De acordo com UEA (2018) o egresso dessa engenharia nesta mesma Instituição é multifuncional e apto a desenvolver atividades que vão da construção e reparos navais até a logística e gestão de empresas de navegação (Quadro 5.5)

⁸⁵ A UEA foi devidamente criada em 2001, mas esta universidade derivou do Instituto de Tecnologia da Amazônia (UTAM) criado em 1973.

Quadro 5.5 - Qualificação do Egresso de Engenharia da UEA

Competência da área da Engenharia Naval	Competências/Habilidades do profissional
Projeto de embarcações e sistemas navais	Empresas de concepção, construção e montagem de equipamentos e sistemas navais, empresas de projeto no âmbito da engenharia naval (inclusive departamentos de projeto de estaleiros), setores de projeto de Organizações Militares, etc.
Construção, Reparo e Demolição de embarcações	Atuação nas atividades ao longo do ciclo de vida de uma embarcação, desde o planejamento e controle da construção, passando por atividades de manutenção e reparo, e finalmente incluindo também atividades de demolição e reciclagem de embarcações;
Pesquisa	Atuação em universidades, instituições públicas ou empresas, na área de desenvolvimento de novas tecnologias associadas ao setor naval, seja no âmbito de produtos ou de serviços. Há demanda para a produção tanto de ciência básica como em inovação tecnológica;
Transportes e Logística	Atuação dentro de empresas de navegação (armadores) e de logística integrada, incluindo também órgãos públicos e privados associados à inteligência de mercado e a atividades de regulação e consultoria, tanto na navegação interior como na cabotagem e na navegação de longo curso;
Certificadoras e Classificadoras	Atuação dentro de empresas de navegação (armadores) e de logística integrada, incluindo também órgãos públicos e privados associados à inteligência de mercado e a atividades de regulação e consultoria, tanto na navegação interior como na cabotagem e na navegação de longo curso;
Energia	Atuação em empresas públicas e privadas associadas à exploração e produção de energia em alto mar, incluindo as renováveis (energia eólica, de ondas e de marés) e as não renováveis (petróleo e gás);
Serviços diversos	Atuação em diversos outros segmentos de mercado associados ao Setor Naval, como seguros e financiamentos marítimos, serviços de batimetria e dragagem, ensaios não destrutivos, assessoria e consultoria técnico-econômica a estaleiros e armadores, serviços portuários, etc.

Fonte: adaptado de UEA.NAVAL (2018).

5.2.2 Região Sul

Na região Sul existem dois Polos Navais distribuídos em dois Estados, sendo: o de Santa Catarina e o do Rio Grande do Sul. E não coincidentemente há um curso de Engenharia Naval em cada um desses Estados.

CEMBRA (2015) afirma que o Polo Naval da Região Sul era caracterizado – até 2015 – pelos estaleiros em operação e em implantação nos municípios de Rio Grande, São José do

Norte e Jacuí: em Rio Grande, os estaleiros RG Estaleiros, Quip e, em implantação, o Wilson, Sons; em São José do Norte, em implantação o EBR – Estaleiros do Brasil; e, em Jacuí, em implantação a unidade construtiva da Inepar-Iesa Óleo e Gás, para a construção de módulos; a Engecampo; a UTC; a Tomé Engenharia e a Metasa.

Ainda de acordo com CEMBRA (2015), outros municípios ao longo da bacia do Rio Jacuí, banhados pelo Rio Taquari, também dispõem de áreas voltadas para o desenvolvimento da indústria oceânica. Existe, ainda de acordo com CEMBRA (2015), um importante polo naval em Santa Catarina⁸⁶, voltado à construção de navios de apoio marítimo, rebocadores, empurradores, barcaças e chatas.

Pereira *et. al.* (2016, p.5-6) afirmam que o “Polo Naval de Santa Catarina é o segundo maior do Brasil” – “o primeiro é o Polo do Rio Janeiro⁸⁷”. Para os autores as regiões de Itajaí e Navegantes se destacam neste segmento e despontam no cenário nacional pelo fato de estaleiros e empresas especializadas na construção de embarcações de apoio às plataformas de produção de petróleo e gás estarem se instalando nesses municípios. Ainda, os autores identificam um crescimento de mais de 50% no PIB dessas cidades entre os anos de 2009 e 2011. Às margens do rio Itajaí-Açu, se concentra a maior parte das 70 empresas de construção naval de Santa Catarina. Esse crescimento se reflete na oferta de trabalho.

De acordo com UFSC (2015), dentro do cenário de crescimento e expansão do setor naval verificado nos últimos anos, a formação de recursos com elevada competência é considerada fundamental e estratégica para o desenvolvimento do setor e do país, para tanto, foi criado o curso de Engenharia Naval, em 2009, da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em Joinville.

A UFSC foi criada em 1960 no momento de expansão da indústria no Brasil e, especialmente no Estado de Santa Catarina, foi um momento de consolidação de setores industriais como o da cerâmica, o do papel e o de metalomecânica. No decorrer da década de 2000, momento de desconcentração do setor produtivo naval, a UFSC é pioneira na formação do curso de Engenharia Naval na região Sul. Os objetivos desse eram formar um profissional capaz de atuar no planejamento, projeto e construção de sistemas navais e oceânicos, assim

⁸⁶ Atualmente (em 2018) o Polo Naval Catarinense não consta no Observatório de APL do MDIC/IBICT (2018), sugerindo sua descontinuidade. No entanto, de acordo com Jesus (2016, p.699), historicamente o Estado de Santa Catarina possui uma Indústria de Construção Naval importante, sobretudo em termos de empregabilidade.

⁸⁷ Aqui há uma confusão dos autores. Não há devidamente um Polo Naval no Rio de Janeiro aos moldes do que preconiza SINAVAL (2014b). Há naquele Estado o maior parque tecnológico naval e *offshore* no Brasil que está situado na Ilha do Fundão junto à COPPE/UFRJ.

como no planejamento do transporte marítimo e em atividades relacionadas à administração e organização portuária.

UFSC (2015) afirma que o curso de Engenharia Naval da UFSC pode contribuir de maneira efetiva, através da geração de recursos humanos qualificados e do desenvolvimento de novas tecnologias, para a consolidação de uma indústria naval nacional eficiente, apta a competir em condições de igualdade no mercado internacional, bem como alavancar o desenvolvimento científico do setor; buscando sempre a pesquisa em nível de excelência e com reconhecimento internacional.

O segundo Polo Naval da região Sul é o do município de Rio Grande (que continua ativo), no estado do Rio Grande do Sul. Este estado tem uma relação história com o setor naval devido ao complexo portuário-industrial (CARVALHO *et. al.*, 2013). Olinto *et. al.* (2012) observam que até o ano de 2012 a cidade de Rio Grande possuía o segundo porto com maior movimentação de contêineres do Brasil e o principal polo exportador de maquinário agrícola. Entre as principais mercadorias embarcadas no porto estão os produtos agrícolas, óleo e farelo de soja, tratores, colheitadeiras e automóveis. O porto também movimenta produtos da indústria do petróleo, em função da presença da Refinaria de Petróleo Riograndense S. A. e da distribuidora da PETROBRAS no município.

Devido a esta característica regional de relevância portuária, pela adoção de uma filosofia de ensino voltado ao ecossistema costeiro e pela experiência adquirida, em 1995, com a criação do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica, a Universidade Federal do Rio Grande (FURG), cria em 2010 dois cursos de graduação ligados à área naval: a graduação de Engenharia de Mecânica Naval e a de Engenharia Civil Costeira e Portuária.

A FURG foi criada em 1969. De acordo com FURG.SNPG (1998, p.3), esta Universidade nasceu através da união cinco faculdades existentes na cidade do Rio Grande. “Sendo a cidade do Rio Grande um polo pesqueiro, portuário e industrial e localizada em um ambiente peculiar, à FURG estava destinado um papel importante no estudo de temas ligados ao mar e ao ecossistema costeiro e estuarino”.

Além da vocação aos estudos do ecossistema assumida pela FURG, Olinto *et. al.* (2012, p.2-3) observam que a implantação dos cursos foi também motivada pela política de instalação de um polo naval na cidade de Rio Grande, no sul do Rio Grande do Sul, cujas obras mostraram a necessidade de mão de obra especializada e qualificada quer nas obras de construção, quer na manutenção, apoio e operação deste empreendimento.

Até 2012 a cidade de Rio Grande possuía o segundo porto com maior movimentação de contêineres do Brasil e o principal polo exportador de maquinário agrícola. Entre as principais mercadorias embarcadas no porto estão os produtos agrícolas, óleo e farelo de soja, tratores, colheitadeiras e automóveis. O porto também movimenta produtos da indústria do petróleo, em função da presença da Refinaria de Petróleo Riograndense S. A. e da distribuidora da PETROBRAS no município (OLINTO *et. al.*, 2012; PAES *et. al.*, 2014).

De acordo com Olinto (2012) e FURG.OCEÂNICA (2018), os objetivos dos cursos de graduação em Engenharia Civil Costeira e Portuária e de Engenharia Mecânica Naval são, respectivamente, de formar profissionais habilitados ao exercício da Engenharia Civil e interessados nos ambientes costeiros e estuarinos e na solução de problemas que envolvam as interações obra-costa, mar-obra, ou seja: como uma obra pode afetar o ambiente costeiro e por outro lado, como as ações do mar podem influenciar no comportamento da obra. E de formar um engenheiro mecânico que possua todas as competências e habilidades exigidas por um engenheiro mecânico tradicional e, adicionalmente, conhecimentos relacionados com a construção naval, especialmente no que tange ao trabalho do engenheiro mecânico atuando em estaleiros.

Entretanto, diferente de todos os outros cursos de Engenharia Naval e Oceânica apresentados aqui, o egresso da FURG recebe o título de graduado em Engenharia Mecânica, porém é habilitado a exercer funções que exigem competências de engenharia naval. FURG (2018) elenca:

- Capacidade de planejar e elaborar estudos e projetos para a construção de máquinas, sistemas mecânicos, instalações mecânicas, eletromecânicas, termodinâmicas e hidráulico-pneumáticas.
- Capacidade de gerenciamento, fiscalização e controle dos meios produtivos em processos de construção de máquinas, sistemas e instalações mecânicas, eletromecânicas, termodinâmicas e hidráulico-pneumáticas e estruturas navais e oceânicas.
- Capacidade de operação e manutenção de máquinas e sistemas mecânicos.
- Capacidade de projetar, implantar e gerenciar sistemas produtivos em empresas dos setores primário, secundário e terciário.
- Capacidade de planejar, projetar, implantar e gerir o seu próprio negócio (empreendedorismo)

- Capacidade de conceber e analisar sistemas, produtos e processos mecânicos, empregando modelagem adequada.
- Leitura, interpretação e expressão por meios gráficos.
- Visão sistêmica do processo produtivo, integrando os aspectos mecânicos de produção com as interferências humanas, com as alterações econômicas e financeiras dos recursos de produção e com respeito ao meio ambiente.
- Conhecimento das estruturas navais e da tecnologia da Construção Naval.

5.2.3 Região Nordeste

O Polo Naval de Pernambuco é o único da região Nordeste e é o maior motivador para a formação do curso de Engenharia Naval da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). CEMBRA (2015) considera que este Polo é formado pelo Complexo Industrial Portuário de Suape que é formado pelos Estaleiros Atlântico Sul (EAS), VARD Promar e Construção e Montagem *Offshore* (CMO).

O que caracteriza este polo naval é o apoio do governo estadual e dos governos municipais, a formação de recursos humanos de nível superior pela Universidade Federal de Pernambuco, com seu curso de Engenharia Naval, bem como a formação de recursos humanos de nível técnico, através do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), em convênios firmados entre a Secretaria de Trabalho, Qualificação e Empreendedorismo, Secretaria de Educação e as prefeituras das cidades do Recife, Moreno, Ipojuca, Jaboatão dos Guararapes, Escada e Cabo de Santo Agostinho (CEMBRA 2015).

Michima *et. al.* (2015) descreve a motivação que gerou a criação de um curso de graduação em engenharia naval e as parcerias criadas entre os estaleiros e o referido curso no Estado de Pernambuco. Para os autores, os principais objetivos dessa formação são, por um lado, suprir a necessidade profissionais de nível na área de construção naval para os estaleiros e, por outro lado, criar habilidades para a formação de profissionais de boa qualidade em uma região sem tradição.

Michima *et. al.* (2015) e UFPE (2014) atribuem aos estaleiros VARD Promar e Atlântico Sul, bem como a implantação do polo naval do Nordeste, a origem do curso de

Engenharia Naval da UFPE. Segundo os autores, a criação dos polos – de uma maneira geral – redistribuiu as atividades econômicas para regiões com potenciais de crescimento.

Além do mais, afirma UFPE (2014), a Petrobras passou a ter maior interesse na região Nordeste a partir dos anos 2000 e, especialmente em Pernambuco, passando a investir em empreendimentos industriais. Dado o contexto favorável da indústria naval foram criados no município de Ipojuca (Pernambuco) dois estaleiros: o Estaleiro Atlântico Sul (EAS), voltado principalmente para a construção de grandes navios e plataformas *offshore*, e do estaleiro VARD Promar, menor, mais concentrado na produção de embarcações de apoio (MICHIMA *et. al*, 2015).

Ambos foram construídos em terrenos vazios, desde a planta e em ambos os casos as pressões sobre os prazos contratuais exigiram a construção do estaleiro durante a construção de seus primeiros navios. Da mesma forma, ambos passaram pela dificuldade de mão de obra qualificada, pois a região não possuía profissionais qualificados para o setor.

Para suprir essa demanda de mão de obra os estaleiros, inicialmente, importaram mão de obra de outras regiões do Brasil e mesmo do exterior. O estaleiro VARD Promar absorveu funcionários de outros estaleiros da empresa (o estaleiro tem origem norueguesa) e o EAS, que era um empreendimento único, recorreu à importação maciça mão de obra. Frente aos altos custos dessa estratégia, partiram desses estaleiros incentivar a criação de cursos técnicos, cursos de especialização e até mesmo treinamentos de alto nível para atender a demanda no médio e longo prazo.

Assim, partiu da Universidade Federal do Pernambuco a criação do curso de graduação em Engenharia Naval, tomando a decisão estratégica de avançar um pouco mais no conhecimento de construção naval, dando mais disciplinas voltadas à tecnologia de fabricação, além das disciplinas tradicionais de arquitetura naval, fazendo com que o profissional formado por este curso pudesse atuar mais diretamente na construção naval e apoiar os estaleiros em suas necessidades de profissionais de nível superior com visão abrangente sobre a construção naval. No entanto, uma das primeiras dificuldades em criar o curso foi a falta de profissionais disponíveis para ensinar e formar futuros graduados. Assim, o curso foi desenvolvido inicialmente por uma equipe conjunta de professores da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) – ligados à Engenharia Mecânica –, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e da Universidade de São Paulo (USP) –

ambos ligados aos respectivos cursos de Engenharia Naval e Oceânica – entre 2008 e 2010 e o curso iniciou em 2011.

O então recém-criado curso da UFPE traçou uma estratégia de curto prazo para atrair professores que atendessem aos seus rigorosos requisitos, a fim de formar profissionais para atender às necessidades da região.

Para aproximar os estaleiros e a Universidade foram assinados acordos com o EAS e o VARD Promar. Estes Convênios se destinam a complementar a técnica específica dos estaleiros iniciais e também incluem projetos de pesquisa e desenvolvimento, bem como estágios. O acordo com o EAS também inclui a possibilidade de estágio do discente da UFPE no estaleiro parceiro da Ishikawajima Heavy Industries (IHI) Corporation situado no Japão (MICHIMA *et. al.*, 2015).

5.3 Rede de Inovação para Competitividade da Indústria Naval e *Offshore* (RICINO)

Diante da implantação dos Polos Navais e para enfrentar as dificuldades enfrentadas, docentes e pesquisadores representados pela SOBENA, propuseram uma rede de colaboração e cooperação para pesquisas e desenvolvimento tecnológico denominada Rede de Inovação para Competitividade da Indústria Naval e *Offshore* (RICINO).

A rede RICINO (Rede de Inovação para Competitividade da Indústria Naval e *Offshore*) foi criada em 2010, durante o 23º Congresso da SOBENA (Sociedade Brasileira de Engenharia Naval) com o objetivo de integrar indústria, instituições de pesquisa e órgãos governamentais para promover o desenvolvimento tecnológico e de gestão do setor naval, com foco em atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Para isso, a rede investe na formação de recursos humanos e na capacitação dos laboratórios de P&D de empresas do setor.

Ela é composta pela Sociedade Brasileira de Engenharia Naval (SOBENA), pelo Sindicato Nacional da Indústria da Construção e Reparação Naval e *Offshore* (SINAVAL), pelo Sindicato Nacional das Empresas de Navegação Marítima (SYNDARMA) e pelo Centro de Excelência em Engenharia Naval e Oceânica (CEENO) e pelas instituições e empresas que compõem as organizações acima citadas. O docente da Engenharia Naval e Oceânica e ex-presidente da SOBENA, Floriano Pires Junior, comenta que:

“A ideia da RICINO, que foi proposta pela SOBENA e inserida nas associações empresariais como o SINAVAL e o SYNDARMA, que se engajaram e apoiaram; as universidades e centros de pesquisa que se desenvolveram não eram apenas aquelas tradicionais, mas também as novas porque com a indústria naval nesse processo de revitalização nos últimos 10 anos colocou alguns estaleiros em Estados e regiões que não tinham tradição na área naval, como Rio Grande, Pernambuco e Bahia, mas naquele momento e com mais intensidade em Pernambuco e Rio Grande. Então as universidades federais de Rio Grande e de Pernambuco se envolveram muito nessa nossa ideia, e foi aí que criamos aquele conceito de Núcleos Regionais e Temáticos em que os assuntos e temas de pesquisa relevantes nós classificamos em projetos, equipamentos, cadeias de suprimentos etc” (Floriano Pires Junior, entrevista realizada em Junho de 2015).

Essa rede está organizada em três núcleos temáticos e dois regionais: Núcleo de Tecnologia da Construção e Reparação Naval e *Offshore* (CRNO); Núcleo de Projeto de Embarcações e Sistemas *Offshore* (NPNO); Núcleo de Cadeia Produtiva da Indústria Naval e *Offshore* (NPC); Núcleo Regional Nordeste – Norte (NRN); e Núcleo Regional Sul (NRS), respectivamente.

A RICINO se articula por meio da colaboração entre os atores, isso ocorre quando os parceiros trabalham juntos para planejar, implementar e avaliar os processos interorganizacionais que definem os princípios e métodos para compartilhar informações e recursos de modo a atingir objetivos comuns e, ao mesmo tempo, fortalecer as capacidades individuais de cada parceiro.

Silva (2012) mostra que a criação desta rede está vinculada, sobretudo, à identificação pelos participantes de um conjunto de deficiências da cadeia produtiva do setor naval (estaleiros, armadores e fornecedores de navipeças) que a rede se propõe a contribuir para superar, através de atividades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico em todos os seus segmentos, realizando desde pesquisas para aperfeiçoar matérias primas e melhorias na estrutura física da indústria naval até o desenvolvimento de mecanismos de gestão da indústria, avaliação de produtos e processos e monitoramento de mercado.

“A rede RICINO estava focada nesta questão em geral: navios, construção, projetos de navios, metodologia de projetos, cálculos das características do projeto (peso, resistência), mas para o projeto naval

e não para engenharia *offshore*. (...) São tecnologias de gestão, de planejamento que a gente pode chamar de engenharia de processo e tem as questões relacionadas ao projeto, engenharia de produto (peso do navio, estabilidade etc) e a engenharia de processo é como eu vou fabricar isso (de forma econômica, eficiente, adequada em tempo, custos). Essa engenharia de processo é o verdadeiro – principal - gargalo da construção naval brasileira, porque a construção naval brasileira parou nas décadas de 1980 e 1990 e ficou dormindo lá por vinte anos. Nesses vinte anos os processos mudaram muito nos estaleiros, sobretudo nos estaleiros orientais (estaleiros coreanos e japoneses); a escala mudou; o nível de produtividade mudou radicalmente. Em vinte anos – entre 1985 a 2005 – a produtividade em alguns estaleiros japoneses dobrou na década de 1990 e dobrou novamente nos anos 2000. Alguns estaleiros em Hiroshima, por exemplo, que fabricavam 4 navios por ano na década de 1980, com as mesmas instalações e com o mesmo dique, vinte anos depois entregavam entre 30 e 35 navios por ano. Esse processo acentuado aconteceu nos anos em que a indústria naval brasileira estava parada” (Floriano Pires Junior, entrevista realizada em Junho de 2015).

Abaixo seguem alguns projetos identificados na rede RICINO que orientaram os atores em relação as atividades que visavam solucionar gargalos e aproveitar oportunidades do setor naval e *offshore* nacional (Quadros 5.6, 5.7 e 5.8).

Quadro 5.6 - Núcleo de Tecnologia de Construção e Reparação Naval e *Offshore* (CRNO)

Participantes	Atividades	Objetivos
<i>Empresas:</i> USIMINAS; BRASFELS; EAS; Kromav; RBNA; DNV; Petrobras <i>Instituições de pesquisas:</i> USP; COPPE; IPT; EP/UFRJ; UFPE; CENPES <i>Outras instituições:</i> SINAVAL; BNDES; Governo RJ; PROMINP	<i>Centro de Tecnologia da Construção Naval e Offshore</i>	Integrar as ações nas principais áreas de P&D voltadas diretamente para construção naval; e consolidar um polo padrão internacional como referência para desenvolvimento de capacitação gerencial e tecnológica.
	<i>Centro Avançado de Formação de Técnicos em Construção Naval</i>	Criação de um centro avançado de formação de recursos humanos, de modo a atender demandas atuais e futuras da indústria naval. Visa a formação, em nível médio ou pós-médio, de técnicos especializados em construção naval.

Fonte: elaborado a partir de RICINO (2010; 2011).

De acordo com RICINO (2011), os objetivos gerais do Núcleo “CRNO”, levando em consideração as duas atividades apresentadas no Quadro 5.6, são de: desenvolver as bases de conhecimento necessárias para apoiar a elaboração e gestão de políticas de marinha mercante, construção naval e *offshore*, bem como o desenvolvimento e aplicação de tecnologias de gestão de operações requeridas para a retomada competitiva da indústria nacional; instalar um centro avançado de formação de recursos humanos, concentrando esforços e investimento, de modo a viabilizar uma estrutura capaz de atender às demandas atuais da nova indústria naval brasileira, mas, principalmente, às demandas futuras; de desenvolvimento de ferramentas de simulação de processos de construção naval e *offshore*, manufatura digital, e sistemas de apoio a decisão voltados para acompanhamento, planejamento e controle de operações e projetos; de agregar competências nas áreas de Estruturas Navais, Controle e Robótica, Técnicas de Soldagem e Ensaio Não-Destrutivo para o desenvolvimento de pesquisas experimentais e simulações numéricas que possibilitem a proposição de novos procedimentos de fabricação e montagem, que por sua vez propiciem o aumento da qualidade do produto e a redução do tempo de execução das respectivas tarefas.

Quadro 5.7 - Núcleo de Projetos de Embarcações e Sistemas *Offshore* (NPNO)

Participantes	Atividades	Objetivos
<i>Empresas:</i> Transpetro; ABS; Kromav; RBNA; Petrobras; DNV	<i>Pacote Nacional de Projetos e Maquinários de Embarcações de Apoio Offshore</i>	Realizar monitoramento de mercado sobre análises de demanda e desenvolver um projeto nacional de embarcação de apoio a plataformas de petróleo voltadas para a região do pré-sal.
<i>Instituições de pesquisa:</i> COPPE; USP; IPT	<i>Projeto de Embarcações para Aplicações nos Tráfegos da Cabotagem Brasileira e entre Portos do Mercosul</i>	Desenvolver projetos de embarcação para cabotagem brasileira ⁸⁸ , mas, sobretudo, apontar oportunidades latentes para o uso mais eficiente do modelo aquaviário do litoral brasileiro, a partir de um estudo de caso (ainda não definido).
<i>Outras instituições:</i> ABIMAQ; SOBENA; ONIP; SINAVAL; ABDI; FIESP; ABINEE; IBP; SYNDARMA	<i>Projeto de embarcações com propulsão diesel - elétrica para transporte fluvial</i>	Desenvolver o projeto de embarcações com propulsão diesel-elétrica para transporte de cargas e passageiros na Região Amazônica, que inclui a análise do desempenho econômico e ambiental de uma planta diesel-elétrica comparada com a de uma unidade convencional.

Fonte: elaborado a partir de RICINO (2010; 2011).

⁸⁸ Cabotagem é a navegação entre portos marítimos de um mesmo país, sem perder a costa de vista (SOBENA, 2017).

O Núcleo de Projeto de Embarcações e Sistemas *Offshore* (NPNO) da RICINO foca suas atividades no setor de navieças, desenvolvendo pesquisas em tecnologias competitivas que atendam a demanda nacional, mas sobretudo, que enfrente os desafios do pré-sal⁸⁹.

Dentre suas atribuições, o Núcleo possui um projeto conhecido como *Supply Boat*⁹⁰ Brasileiro (SBBR) cujo objetivo é desenvolver um projeto nacional de embarcação de apoio a plataformas de petróleo voltadas para a região do pré-sal, observando-se as necessidades logísticas de transporte de suprimentos e operações específicas, e também as condições ambientais da área de operação. O projeto busca garantir um elevado padrão de desempenho, focando em alternativas que privilegiem o emprego de componentes com viabilidade de fabricação no país, superando gargalos da pequena participação de fornecedores de navieças nacionais (COPPE/UFRJ, 2012).

Quadro 5.8 - Núcleo Regional Sul (NRS)

Participantes	Atividade	Objetivos
<p><i>Empresas:</i> FIERGS; Estaleiro Wilson, Sons; Petrobras; Engevix; Consórcio QUIP; Porto do Rio Grande</p> <p><i>Instituições de pesquisa:</i> FURG; IFRS; IFSul; UFRGS; UFPel; UCPel</p> <p><i>Outras instituições:</i> Prefeitura Municipal do Rio Grande; Secretaria de Ciência e Tecnologia – RS; SEBRAE – RS; SIMECS; BNDES; ABDI</p>	<p><i>Implantação do OCEANTEC (Parque Tecnológico em Ciência e Tecnologias do Mar) – localizado na cidade de Rio Grande/RS.</i></p>	<p>Estabelecer novas relações entre a RICINO, empresas e instituições de ensino e pesquisa da Região Sul do Brasil, apoiando empresas que procurem atuar na promoção do desenvolvimento endógeno. Implantar três centros avançados, um de Tecnologia da Informação, outro de Processos Químicos e um terceiro de Soldagem, propiciando a capacitação de recursos humanos em cada área destes centros e, estimulando a produção competitiva de navios e estruturas <i>offshore</i>, buscando se tornar referência internacional no uso dessas tecnologias.</p>

Fonte: elaborado a partir de RICINO (2010; 2011).

⁸⁹ São alguns dos desafios do pré-sal: falta de mão de obra especializada; reservatórios com condições geológicas complexas (camada de pré-sal); riscos ambientais (incertezas tecnológicas); custos operacionais (tecnologias e processos locais mais custosos); conteúdo local (fornecedores nacionais incipientes); infraestrutura e gargalos logísticos (deficiências em novos padrões tecnológicos); e o marco regulatório (indefinição quanto à divisão dos *royalties*) (Informação verbal. In: Fórum “Os Desafios do Pré-Sal: Riscos e Oportunidades para o País”. Pensos/UNICAMP, 04 de junho de 2014).

⁹⁰ *Supply boat* são embarcações de apoio às plataformas de petróleo (SOBENA, 2017).

CEMBRA (2015) afirma que no Polo Naval Sul, a Rede de Inovação Tecnológica para Competitividade da Indústria Naval e *Offshore* (RICINO) via Núcleo Regional Sul, inclui, entre seus projetos, as implantações: da sede do Parque Tecnológico em Ciências e Tecnologias do Mar (OCEANTEC); do Centro Avançado em Gestão e Tecnologia da Informação e Automação para a indústria Naval e *Offshore*; e do Centro Avançado de Formação em Tecnologia de Solda.

De acordo com RICINO (2010, p.24) os empreendimentos do Núcleo Regional Sul visavam criar um elo entre a Universidade – a FURG – e o Polo Naval do Rio Grande (RS) e possuía o objetivo de desenvolver e potencializar a inovação tecnológica das empresas da região, o acesso às informações, os recursos físicos e financeiros e a capacitação técnica e estratégica das empresas com foco na construção naval e *offshore*.

A RICINO ainda contou com a idealização de dois outros núcleos: o Núcleo de Cadeia Produtiva da Indústria Naval e *Offshore* (NPC); Núcleo Regional Nordeste – Norte (NRN), que não foram devidamente organizados e implementados. Entretanto, CEMBRA (2015) lembra que o NRN teria o papel de integração dos esforços de desenvolvimento tecnológico entre a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e os estaleiros instalados na região.

O docente da Engenharia Naval e Oceânica da UFRJ, Luiz Felipe Assis, declarou que a RICINO tinha um papel de evitar a dispersão dos recursos e fomentar uma cadeia de pesquisa sem fronteiras institucionais:

“A pesquisa numa área que não é tão grande como a engenharia naval existem problemas, talvez um modelo mais específico do Brasil, que é a dispersão de recursos. A dispersão de recursos pode gerar uma série de pequenos problemas que acabam não contribuindo para evolução da técnica ou da tecnologia. Bom, mas aí só os grupos consolidados vão poder trabalhar? Eu acho que não. Você tem que definir o problema grande e esse problema grande precisa ser resolvido (...) Tem a UFRJ, USP e UNICAMP estão inseridos nesse negócio, mas eu preciso de um trabalho de um pesquisador (...) ou seja, aquele pesquisador de uma universidade pequena que nem estava pensando na área naval, ele tem uma expertise que pode ajudar nesse nicho aqui e concentrar essa linha de pesquisa. Então como eu posso ir atrás, como posso contribuir não para fazer uma coisa que depois não vai avançar na técnica, mas que permita avançar na técnica. Isso facilita os grupos de pesquisa. Esse é o equívoco que nós temos nesse modelo, que tem espaço para fazer coisas de forma pulverizada, mas não tem

uma forma centralizadora no sentido de ver qual é a nossa agenda, qual é a agenda do Brasil, quais os problemas tecnológicos do Brasil, como vamos resolver esses problemas e quem está disponível aqui para resolver essas coisas e aí gera grande dispersão de recursos. A ineficiência da aplicação de recursos que são escassos, esse é o grande problema. E a RICINO foi uma tentativa de fazer isso [proposição de agenda]” (Luiz Felipe Assis, entrevista realizada em novembro de 2017).

Entre os objetivos oficialmente traçados pelos planejamentos da RICINO, a rede possuía um desejo latente de estabelecer uma agenda nacional de pesquisa em construção naval, auxiliando na gestão de recursos financeiros e humanos disponíveis para as pesquisas realizadas no setor.

A RICINO, entre 2010 e 2015, teve importante papel no processo de recuperação do setor naval, oferecendo planejamentos para a superação de gargalos e do aproveitamento do contexto de oportunidades da indústria naval brasileira e seu desenvolvimento sustentável e inserção competitiva no mercado internacional. Entre outros fatores críticos, a RICINO significou um grande esforço nesse processo de recuperação e desenvolvimento tecnológico do setor produtivo naval e *offshore* brasileiro, além de promover e fortalecer a interação universidade-indústria.

Vale destacar que esta rede passa a ser fortemente afetada pelas mudanças políticas no país a partir de 2016 e que fogem ao escopo desta tese e que levaram a um processo de desmonte do setor. No entanto, é preciso mencionar que desde de meados de 2015, mas sobretudo a partir do início de 2016 a rede foi enfraquecida devido a processos que atingiram a Petrobras (“Operação Lava-Jato”) que afetaram diretamente o setor produtivo naval e *offshore*, paralisando os projetos, empreendimentos e contratações da Petrobras. Assim, as empresas (estaleiros, armadoras, classificadoras, etc) que prestavam serviços para a Petrobras e que até então compunham a rede, abandonaram os projetos estruturantes da rede.

Até 2015 a RICINO estava em fase avançada de implementação dos projetos e contava diretamente com o suporte financeiro dos estaleiros – o OCEANTEC⁹¹ que foi um dos empreendimentos em que a rede participou ativamente, por exemplo, já havia sido implantado no município de Rio Grande (RS) e os Núcleos de “Projeto” e o de “Construção” já estavam devidamente estruturados e com uma governança estabelecida. A saída desses

⁹¹ OCEANTEC é o Parque Tecnológico em Ciência e Tecnologias do Mar.

estaleiros, em resposta ao desmonte do setor, fez sucumbir a RICINO. Questionando o docente do curso de Engenharia Naval e Oceânica da UFRJ e ex-presidente da SOBENA se a RICINO havia “desaparecido”, ele comentou:

“Não, claro que não! Ela permanece latente e vamos ver como a coisa evolui. Porque agora você está numa situação de transição e de grande incerteza; é um cenário de quebraadeira geral de os estaleiros recuarem à um estágio que você vai ter um processo de produção como você tem no [estaleiro] BrasFels, ou seja, que não precisa de tecnologia e só precisa reproduzir: se tiver uma boa gestão, um bom soldador, enfim você faz alguma coisa, mas é um cenário ruim. Do ponto de vista da engenharia e da pesquisa é um cenário pobre. O outro [ponto de vista] é que nesse processo de crise se crie a consciência de que a gente precisa tomar uma providência. Se o país pretende ter um setor marítimo e naval dinâmico e competitivo e que querem produzir com qualidade então tem que ser diferente do estaleiro como esse BrasFels que emprega 5 mil pessoas e tem 10 ou 20 engenheiros. O estaleiro japonês ou coreano típico tem 20% da população empregada que são engenheiros” (Florianio Pires Junior, entrevista realizada em Junho de 2015).

Considerações finais

Nesse capítulo percebemos que os impactos do ressurgimento do setor produtivo naval e *offshore* nos anos 2000 propiciaram o estabelecimento de novos estaleiros em regiões do país que até aquele momento não possuíam tradição na área naval. Ainda que a construção naval seja, no entanto, é uma indústria sensível a fatores relacionados à localização, o governo federal decidiu investir em regiões com potenciais industriais. Essa medida ficou conhecida como política dos Polos Navais.

As medidas que tornaram possíveis tal desconcentração do setor produtivo partiram de programas promovidos pela Petrobras e do Fundo da Marinha Mercante que financiou a criação desses novos estaleiros.

Os programas da Petrobras que sustentaram o reaquecimento do setor e que deram condições para novas demandas foram: o “Programa de Renovação da Frota de Apoio Marítimo (PROREFAM)” – criado para atender, em bases competitivas, a demanda crescente de embarcações de apoio *offshore*, respeitando os requisitos de conteúdos locais pré-estabelecidos –; o “Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural

(PROMINP)” – para estimular o desenvolvimento da indústria parapetroleira local –; e o “Programa de Modernização e Expansão da Frota (PROMEFE)” – renovar a frota da Transpetro, objetivando garantir maior autonomia e controle no transporte da produção da Petrobras.

A falta de experiência e de tradição na área dos estados que receberam os novos estaleiros fez com que formassem novos arranjos no sentido de permitir o pleno desenvolvimento dessa economia. Uma das medidas adotadas foi instauração de novos cursos técnicos e superiores para formar mão de obra competente para ocupar os novos postos de trabalho.

Dos nove Polos inicialmente idealizados, em cinco deles geraram condições para o estabelecimento de novas graduações de Engenharia Naval nas seguintes regiões e instituições: na região Norte, a Universidade Federal do Pará (UFPA) e Universidade do Estado do Amazonas (UEA); na região Sul, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e; na região Nordeste, a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Entretanto, em 2018, existem apenas 3 polos em funcionamento, mas todos os cursos criados naquele contexto permanecem ativos. Nos cursos de Engenharia Naval da região Norte percebe-se que há fortes relações com a demanda tecnológica para lidar com os problemas da Amazônia, sobretudo de navegação fluvial. Nos das regiões Sul e Nordeste, estão totalmente atrelados ao desenvolvimento industrial naval das mesmas regiões, dentre estes destacamos o curso da Universidade Federal de Pernambuco que foi criado a partir de um convênio estabelecido entre os estaleiros EAS e o VARD Promar, para formar mão de obra qualificada.

Em simultâneo à criação dos novos cursos, surge em 2010 uma nova rede de pesquisa e inovação, denominada Rede de Inovação para a Competitividade da Indústria Naval e *Offshore* (RICINO), para dar sustentação a essa desconcentração do setor produtivo. E aqui um ponto interessante: percebemos que há entre o campo acadêmico e o setor produtivo uma via de mão dupla, ou seja, ainda que o campo acadêmico sofra – historicamente – grande influência do setor produtivo para formar a mão de obra necessária e competente e gerar conhecimentos específicos sobre determinadas tecnologias, como é o caso das tecnologias *offshore* que transformaram as matrizes curriculares dos cursos e a infraestrutura laboratorial dos mesmos, o mesmo campo consegue estabelecer mecanismos próprios para transformar o setor produtivo.

A rede RICINO – que desde 2016 não está mais em funcionamento por razões que excedem o escopo de nosso trabalho – foi um desses mecanismos. Foi o esforço que partiu dos atores acadêmicos, capitaneados pela SOBENA e as universidades e institutos de pesquisas tradicionais, para criar um espaço (um contexto) que articulasse a indústria e os centros de pesquisa a fim de construir e consolidar uma agenda nacional de pesquisa em construção naval.

6 CAPÍTULO 6 – O CAMPO ACADÊMICO DE ENGENHARIA NAVAL E OCEÂNICA ATUALMENTE

Este capítulo analisa as atividades dos programas de graduação e pós-graduação em engenharia naval e oceânica utilizando dados de 2016. Está organizado em duas seções. Na primeira discutimos a formação acadêmica do corpo docente e a produção bibliográfica de todos os programas (142 docentes)⁹² e na segunda, a produção bibliográfica e redes de coautoria dos docentes vinculados somente aos programas de pós-graduação (60 docentes que estavam cadastrados aos Programas a partir do relatório CAPES de 2016)⁹³.

6.1 Formação acadêmica do corpo docente

Foram consideradas e analisadas sete universidades e um instituto de pesquisa e seus respectivos programas de graduação e pós-graduação dedicados à engenharia naval (e oceânica)⁹⁴, sendo a Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade do Estado do Amazonas (UEA) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). O conjunto de instituições totalizou o montante de 136 docentes – vinculados às graduações – e 6 pesquisadores do IPT – que não exercem atividades de ensino –, totalizando 142 pesquisadores.

⁹² Foi analisada a produção de cada docente do momento da criação de cada programa e/ou sua entrada no programa/departamento até 2016. No caso dos departamentos criados recentemente, como o da UEA (2013), foram consideradas as publicações dos docentes daquela instituição a partir de 2013. Na primeira seção foram analisados 142 docentes vinculados a todos os programas de graduação e pós.

⁹³ Na segunda seção são apresentados indicadores da produção bibliográfica e atividades de todos os docentes que estiveram vinculados, em 2016, aos Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica (ou de Engenharia Oceânica, no caso da UFRJ e FURG). Chamamos esses indicadores de indicadores globais entendemos por ser o resultado das análises do total da produção bibliográfica de todos os docentes juntos, apresentados em gráficos e grafos.

⁹⁴ Considerando que o termo “oceânica” está presente em apenas dois programas de graduação (USP e UFRJ) e em três programas de pós-graduação (USP, UFRJ e FURG).

Com base nas Instituições selecionadas, trataremos nesta seção uma mesma categoria de informações que se repetirá a todos os docentes que estiveram até 2016 nos Departamentos e/ou Unidades Acadêmicas vinculados a Engenharia Naval e Oceânica⁹⁵.

As informações são apresentadas em gráficos e quadros. Nos gráficos tratamos de apresentar a distribuição dos docentes por área de formação e por instituição onde obtiveram o título de doutorado. Nos quadros tratamos de descrever o mesmo conjunto de informações identificadas nos gráficos, porém de forma consolidada, ou seja, relacionamos o título de doutorado com a respectiva instituição que forneceu tal título e, além disso, possui informações adicionais sobre o ano de defesa (coluna “Defesa”) e sobre o ano em que o professor ingressou na carreira docente naquele Departamento (ou Unidade Acadêmica) Naval (coluna “Docente desde”). Esses quadros foram organizados com base no “ano de defesa”, considerando da mais recente para a mais antiga.

Ainda sobre esse conjunto de informações existem alguns docentes que até 2016 não haviam concluído o Doutorado, dessa forma, os docentes deste que se enquadram neste caso possuem um traço um (-), na coluna “Defesa”, indicando o “doutorado em andamento”.

As informações foram obtidas a partir do currículo Lattes dos docentes, que foram coletadas e utilizadas de forma *ipsis litteris*, ou seja, não houve tratamento da informação⁹⁶.

Nesse sentido, pretendemos observar quão heterogênea é a formação dos docentes de uma engenharia que se identifica como multidisciplinar. Na perspectiva do docente da Engenharia Naval e Oceânica da UFRJ, Luiz Felipe Assis, entrevistado em novembro de 2017, a diversidade do quadro docente é importante, pois os problemas de engenharia não estão restritos a uma única área do conhecimento.

“Então, por exemplo, um engenheiro naval que vai trabalhar com sistemas submarinos, então ele acaba fazendo um mestrado e doutorado nessa área, ele vai ser um especialista nesta área de submarinos. Isso acaba acontecendo não na formação de graduação –

⁹⁵ Os docentes foram selecionados com base nas informações disponíveis no site de cada Instituição. Após essa primeira coleta, procuramos o Currículo Lattes de cada um e selecionamos, pela categoria de contratação, todos os professores que ingressaram na carreira docente nas suas respectivas instituições até 2016. Dessa categoria, apenas um docente vinculado à graduação de Engenharia Naval da UEA foi excluído, pois ele havia sido contratado em 2017.

⁹⁶ Algumas áreas (títulos) do Doutorado estão em inglês. Algumas delas são, em tese, equivalentes às que estão em português, como por exemplo, “*ocean engineering*” e “engenharia oceânica”. No entanto, optamos pela não tradução.

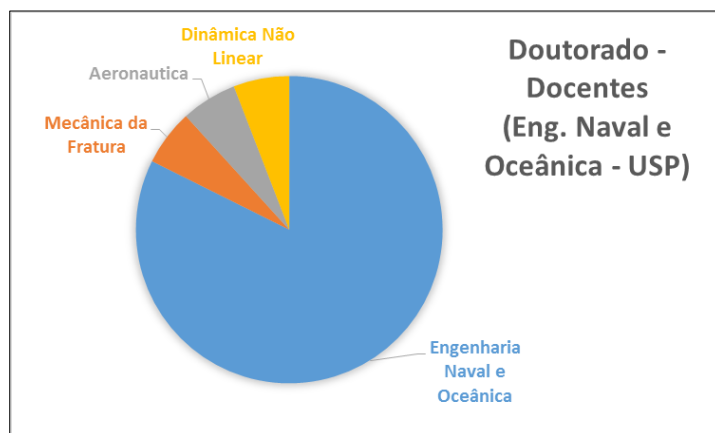
que é muito eclética, realmente –, mas na especialização dele no mestrado e no doutorado. Mas ao mesmo tempo isso confere, no meu ponto de vista, uma grande vantagem: o fato de você poder interagir várias áreas para solucionar um problema que não está restrito a uma área. Então você tem problemas, por exemplo, relativos à exploração de petróleo que tem problemas específicos, e o que eu preciso? Preciso de uma pessoa que entenda de logística, de oceanografia para questões ambientais, outras para questão estrutural, hidrodinâmica, então isso confere (...)” (Luiz Felipe Assis, entrevista realizada em novembro de 2017).

Entretanto, cabe observar também que fatores locacionais e de oferta de competências influenciam na composição do quadro docente de um departamento, seja pela indisponibilidade desses professores na região, seja pela necessidade de suprir conhecimentos específicos. Essas duas últimas considerações são mais pertinentes aos novos cursos. Já os cursos tradicionais oferecem um quadro docente mais consolidado em engenharia naval e em mecânica, como veremos a seguir.

6.1.1 Departamento de Engenharia Naval e Oceânica (PNV) – USP

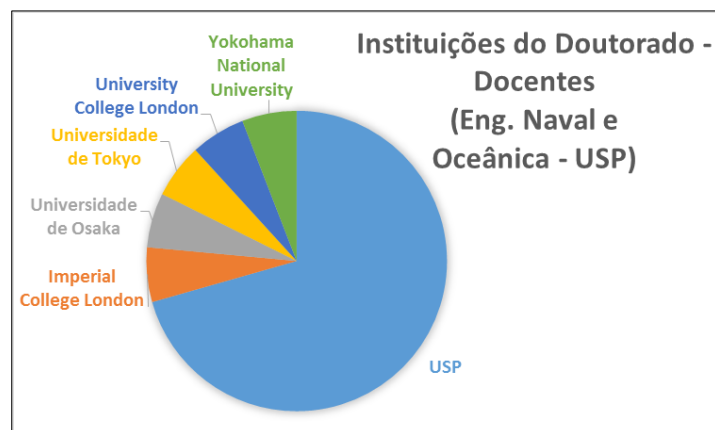
As características do quadro docente do Departamento de Engenharia Naval e Oceânica (PNV) da Universidade de São Paulo (USP) podem ser conferidas no Gráfico 6.1, que demonstra a variedade acadêmica por meio da identificação dos títulos de Doutorado dos docentes dessa engenharia da USP; o Gráfico 6.2, apresenta as instituições as quais os docentes receberam seus títulos de doutorado e, finalmente, o Quadro 6.1 apresenta as relações entre os títulos e as universidades que concederam os mesmos, bem como o ano de ingresso à carreira docente dos atuais professores deste Departamento.

Gráfico 6.1 - Área do Doutorado Docentes – 2016 (PNV – USP)



Fonte: elaboração própria a partir de CV Lattes (docentes PNV-USP).

Gráfico 6.2 - Instituições do título do Doutorado (PNV – USP)



Fonte: elaboração própria a partir de CV Lattes (docentes PNV-USP).

Quadro 6.1 - Título e Instituição (informações consolidadas)

Defesa	Título em:	Instituição	País	Docente desde:
2012	Engenharia Naval e Oceânica	USP	Brasil	2015
2009	Aeronáutica	Imperial College London	Inglaterra	2010
2007	Engenharia Naval e Oceânica	USP	Brasil	1999
2001	Engenharia Naval e Oceânica	USP	Brasil	2003
2001	Engenharia Naval e Oceânica	USP	Brasil	2002
2000	Engenharia Naval e Oceânica	USP	Brasil	1994
1999	Engenharia Naval e Oceânica	USP	Brasil	2001
1995	Dinâmica Não Linear	University College London	Inglaterra	1987
1994	Mecânica da Fratura	Universidade de Osaka	Japão	1997
1993	Engenharia Naval e Oceânica	Yokohama National University	Japão	1998
1992	Engenharia Naval e Oceânica	USP	Brasil	1983
1990	Engenharia Naval e Oceânica	USP	Brasil	1984
1986	Engenharia Naval e Oceânica	USP	Brasil	1979
1985	Engenharia Naval e Oceânica	Universidade de Tokyo	Japão	1986
1977	Engenharia Naval e Oceânica	USP	Brasil	1990
1977	Engenharia Naval e Oceânica	USP	Brasil	1976
1976	Engenharia Naval e Oceânica	USP	Brasil	1967

Fonte: elaboração própria a partir de CV Lattes (docentes PNV-USP).

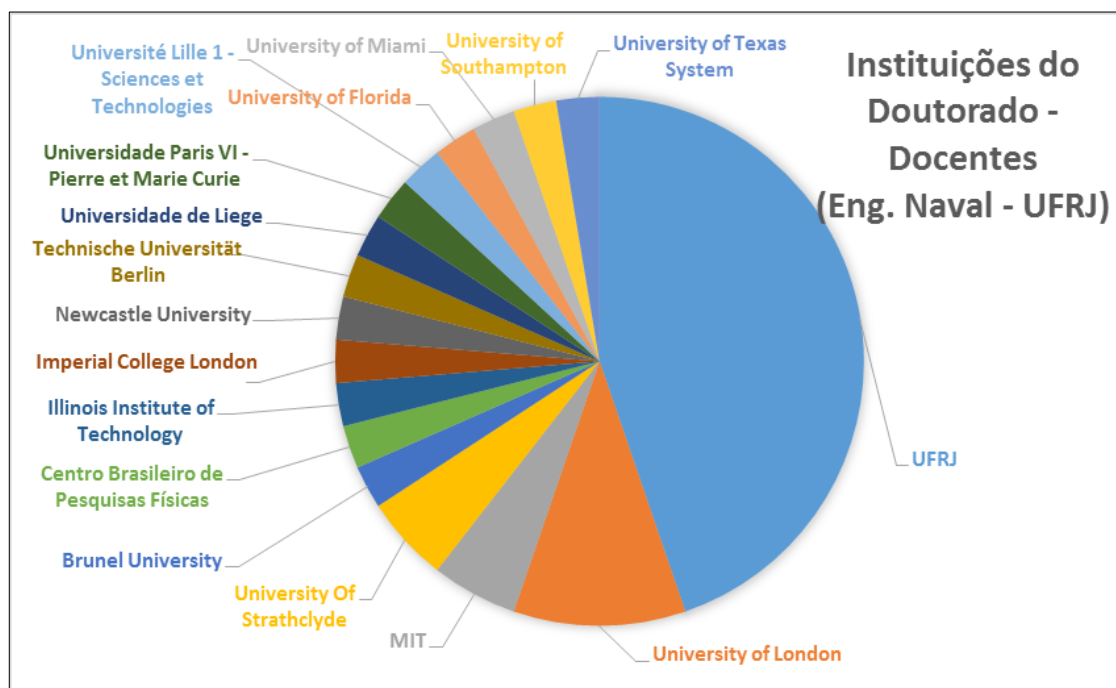
Observando os Gráficos 6.1 e 6.2 e o Quadro 6.1 podemos concluir que os títulos de Doutorado em Engenharia Naval e Oceânica predominam com 82% (14 títulos), e que a USP concedeu 82% dos títulos aos docentes, sendo assim, 14 docentes (do total de 17) do Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da USP obtiveram título de Doutorado no Programa de Pós-Graduação vinculado ao próprio Departamento onde trabalham. Ainda, se considerarmos toda a trajetória acadêmica (graduação e mestrado) dos atuais docentes do PNV-USP veremos que 100%⁹⁷ dos docentes são egressos ou da graduação ou de alguma modalidade do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica da USP. Chama atenção também ao fato de a USP é a única universidade brasileira nesse conjunto de formações acadêmicas.

A partir do Quadro 6.1 podemos concluir que a maioria do corpo docente (12 pessoas) foi formada e contratada antes dos anos 2000 e apenas cinco docentes foram formados e contratados após essa data. Além do mais, apenas 5 docentes desse Departamento receberam o título de doutorado em universidades do exterior, com destaque às instituições japonesas (Yokohama National University, Universidade de Tokyo e Universidade de Osaka) e inglesas (Imperial College London e University College London). Desse conjunto total de formações há apenas 3 variações de áreas, sendo: Mecânica (Dinâmica Não Linear e Mecânica da Fratura), Engenharia Aeronáutica e Engenharia Naval e Oceânica.

Esses docentes do Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da USP desenvolveram 212 projetos de pesquisa até 2016 financiados por 16 agências de pesquisa e empresas. Desse montante destaca-se a Petrobras que financiou 95 desses projetos (45% do total). USP.SNPG (2012, p.2) afirma que a constante interação do Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da USP com diversos setores industriais permite que essa infraestrutura acadêmica seja complementada por um conjunto de laboratórios de pesquisa especializados, estruturados mediante financiamento de agências de fomento e da indústria (com especial destaque para a recente participação da Petrobras, através de suas redes temáticas de pesquisa, sobretudo a Rede Galileu que financiou a expansão e modernização do Laboratório “Tanque de Provas Numérico - TPN).

⁹⁷ Essa informação não é visível nesse conjunto de Gráficos e Quadro, mas estão disponíveis nos Currículos Lattes desses docentes.

Gráfico 6.4 - Instituições do título do Doutorado (DENO – UFRJ)



Fonte: elaboração própria a partir de CV Lattes (docentes DENO-UFRJ)

Quadro 6.2 - Título e Instituição (informações consolidadas)

Defesa	Título em	Instituição	País	Docente desde
2012	Tecnologia Submarina	UFRJ	Brasil	2014
2011	Engenharia Mecânica	Université Lille 1 - Sciences et Technologies, USTL	França	2014
2010	Ciências Aplicadas	Universidade de Liege	Bélgica	2013
2010	Engenharia Oceânica	UFRJ	Brasil	2011
2009	Engenharia Oceânica	UFRJ	Brasil	2011
2003	Engenharia Oceânica	UFRJ	Brasil	1997
2002	Oceanografia	University of Southampton	Inglaterra	2011
2002	Engenharia Oceânica	UFRJ	Brasil	2010
2002	Engenharia Oceânica	UFRJ	Brasil	1994
2000	Engenharia Oceânica	UFRJ	Brasil	1990
1999	Meteorology And Physical Oceanography	University of Miami	EUA	1999
1999	Engenharia Oceânica	UFRJ	Brasil	1985
1998	Engenharia Oceânica	UFRJ	Brasil	2009
1998	Engenharia Mecânica e Aeroespacial	Illinois Institute of Technology, IIT	EUA	2009
1998	Engineering Mechanics	University of Texas System, UT System	EUA	1989
1997	Engenharia Oceânica	UFRJ	Brasil	1998
1997	Engenharia Oceânica	UFRJ	Brasil	1979

1995	Engenharia Oceânica	UFRJ	Brasil	1998
1994	Ocean Engineering	University of London, UL	Inglaterra	1997
1993	Engenharia Oceânica	UFRJ	Brasil	1980
1993	Engenharia Oceânica	UFRJ	Brasil	1975
1992	Engenharia Civil	UFRJ	Brasil	1987
1992	Engenharia de Produção	UFRJ	Brasil	1984
1991	Indefinido	Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CBPF	Brasil	1994
1990	Mechanical Engineering	Brunel University	Inglaterra	1994
1989	Engenharia Oceânica	University of Strathclyde, STRATH	Inglaterra	1983
1989	Engenharia Civil	UFRJ	Brasil	1975
1987	Docteur d'Etat es Sciences Physiques	Universidade Paris VI - Pierre et Marie Curie	França	2003
1987	Engenharia Costeira	MIT	EUA	1979
1987	Coastal Oceanographical Engineering	University of Florida, UF	EUA	1979
1984	Indefinido	University Of Strathclyde	Inglaterra	1978
1984	Engenharia Civil	Imperial College London	Inglaterra	1976
1983	Ocean Engineering	MIT	EUA	2003
1981	Naval Architecture	University of London	Inglaterra	1975
1981	Naval Architecture	University of London	Inglaterra	1973
1979	Naval Architecture Shipbuilding	Newcastle University	Inglaterra	1970
1976	Engenharia Naval e Oceânica	Technische Universität Berlin, TUBerlin	Alemanha	1988
1970	Engenharia Química	University of London, UL	Inglaterra	1975

Fonte: elaboração própria a partir de CV Lattes (docentes DENO-UFRJ)

Os Gráficos 6.4 e 6.5 apontam para a diversidade da formação acadêmica dos docentes ativos – nível Doutorado. Dos 38 docentes ativos foram contabilizados 20 diferentes áreas do Doutorado e os títulos foram obtidos em 17 diferentes instituições de ensino. Os destaques dos referidos Gráficos é que a formação de Engenharia Oceânica corresponde a 38% (14 títulos) do total, seguida da de Engenharia Civil que possui 8% (3 títulos) do total.

A UFRJ é a principal formadora desse grupo de docentes, representando 45% (17 docentes) do total, seguido da *University of London* com 11% (4 docentes) do total. Os títulos obtidos na primeira instituição são 13 de Engenharia Oceânica – são egressos do próprio Programa de Pós-Graduação –, 2 de Engenharia Civil, 1 de Tecnologia Submarina e 1 de Engenharia de Produção. Assim como a USP (Quadro 6.1), chama atenção o fato de que a UFRJ é a única universidade brasileira nesse conjunto dados – o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) que aparece no Quadro é um Instituto de Pesquisa ligado ao Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação que está situado na cidade do Rio de Janeiro.

Interessante notar que até o ano de 1990 houve a predominância de títulos obtidos fora do Brasil (13 docentes), com ênfase em áreas ligadas à engenharia naval e costeira, indicativo da pouca oferta de Programas de Pós-Graduação nesses temas no país⁹⁸.

Os docentes selecionados da UFRJ desenvolveram 249 projetos de pesquisa até 2016⁹⁹. Desses projetos, 120 foram financiados por alguma agência de financiamento ou empresa – alguns projetos, inclusive, tiveram mais de um aporte financeiro. A Petrobras e a COPPETEC (Fundação COPPETEC) são as instituições que mais patrocinaram os docentes da engenharia naval e oceânica da UFRJ, respectivamente 28 (23%) e 23 (19%).

A COPPETEC é responsável por intermediar o setor produtivo com a Universidade Federal do Rio de Janeiro, portanto, os projetos financiados por ela são na verdade contratos firmados com empresas. As pesquisas realizadas no Laboratório de Tecnologia Submarina geralmente recebem aportes de empresas via COPPETEC. Já os investimentos da Petrobras, que são os maiores, são voltados para projetos realizados no LabOceano.

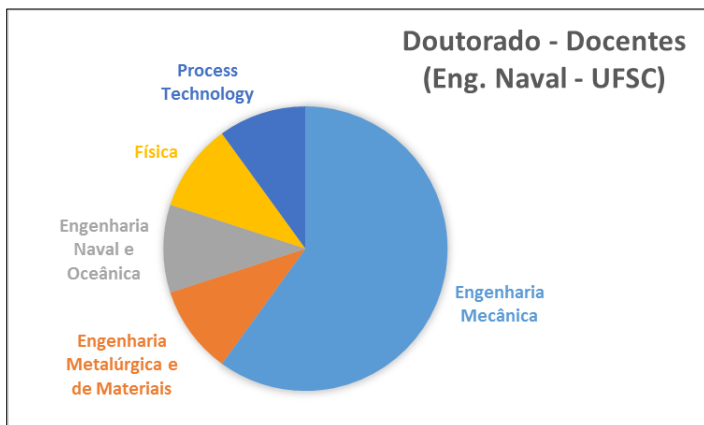
6.1.3 Departamento de Engenharia Naval (UFSC)

A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) possui uma graduação de Engenharia Naval. O curso foi criado em 2009 e implementado em 2010 e é vinculado ao Centro Tecnológico de Joinville, situado no *campus* Joinville, na cidade de Joinville (Santa Catarina). O quadro docente do Departamento de Engenharia Naval da UFSC é formado por 11 professores. As áreas dos títulos de Doutorado, bem como a origem acadêmica dessa titulação podem ser conferidas nos Gráficos 6.5 e 6.6, respectivamente. O Quadro 6.3 trata da consolidação das informações apresentadas nos gráficos.

⁹⁸ Nos chamou atenção o fato de que nenhum professor que tenha obtido título de doutorado na USP seja docente da UFRJ e *vice-versa*. Diferente do que veremos adiante nas outras universidades onde há os novos programas, que contam com a presença de docentes egressos dos programas tradicionais de Engenharia Naval e Oceânica (USP e UFRJ).

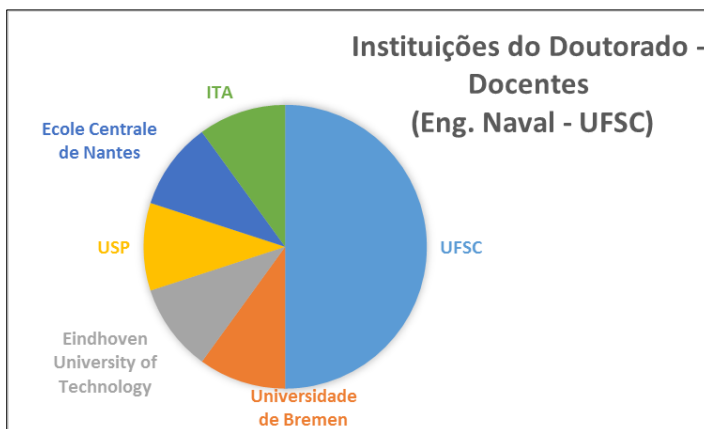
⁹⁹ Foram selecionados os projetos que iniciaram até 2016, sendo assim, alguns dos mesmos ainda se encontram em desenvolvimento com prazo de término estabelecido para 2018 e 2019.

Gráfico 6.5 – Área do Doutorado Docentes – 2016 (UFSC)



Fonte: elaboração própria a partir de CV Lattes (docentes Eng. Naval - UFSC).

Gráfico 6.6 - Instituições do título do Doutorado (UFSC)



Fonte: elaboração própria a partir de CV Lattes (docentes Eng. Naval - UFSC).

Quadro 6.3 - Título e Instituição (informações consolidadas)

Defesa	Título em	Instituição	País	Docente desde
-	Engenharia Mecânica	UFSC	Brasil	2014
-	Não Tem	-	-	2013
2016	Engenharia Naval e Oceânica	USP	Brasil	2013
2013	Engenharia Mecânica	UFSC	Brasil	2014
2012	Process Technology	Eindhoven University of Technology	Holanda	2013
2011	Engenharia Metalúrgica e de Materiais	Universidade de Bremen	Alemanha	2013
2011	Engenharia Mecânica	UFSC	Brasil	2012
2009	Engenharia Mecânica	Ecole Centrale de Nantes	França	2014
2009	Engenharia Mecânica	UFSC	Brasil	2010
2009	Física	ITA	Brasil	2010
2007	Engenharia Mecânica	UFSC	Brasil	2010

Fonte: elaboração própria a partir de CV Lattes (docentes Eng. Naval - UFSC).

Os Gráficos 6.7 e 6.8 apresentam a composição docente do curso de engenharia naval da UFSC e a variedade da titulação de Doutorado dos mesmos. Dos 11 docentes vinculados ao curso foram considerados apenas 10, devido ao fato de que 1 deles não possui título de doutorado. O destaque é que a área predominante da titulação é a Engenharia Mecânica, representada por 60% (6 títulos) do total e apenas 1 docente possui título de Engenharia Naval e Oceânica (10% do total). A instituição predominante de doutoramento dos docentes é a própria UFSC com 50% do total, que concedeu 5 títulos de Doutorado em Engenharia Mecânica (Quadro 6.3). Além da UFSC, dois docentes obtiveram seus títulos em outras universidades nacionais, sendo o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) e a Universidade de São Paulo (USP).

Importante notar que o quadro docente é contemporâneo à criação do próprio curso e os títulos de doutorado foram obtidos, sobretudo, a partir de 2010, sugerindo um corpo docente recém formado no doutorado.

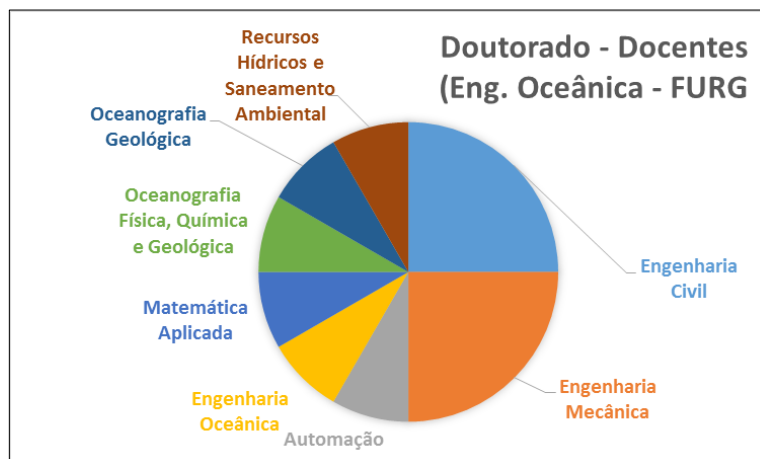
Entre 2009 a 2016 os docentes registraram em seus Currículos Lattes a realização de 35 projetos de pesquisa. Apenas 10 projetos receberam alguma modalidade de financiamento. A CAPES e o CNPq foram as instituições que mais contribuíram financiando, respectivamente 3 e 2 projetos. A Petrobras financiou um único projeto.

6.1.4 Escola de Engenharia – Engenharia Mecânica Naval (FURG)

A Universidade Federal do Rio Grande (FURG) possui uma graduação de Engenharia Mecânica Naval e um Programa de Pós-Graduação em Engenharia Oceânica – modalidade de Mestrado Acadêmico. Abaixo são apresentados os Gráficos 6.7 e 6.8 referentes a composição do quadro docente do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da FURG. Ainda que a Universidade ofereça uma graduação de Engenharia Mecânica Naval, esta análise considerou apenas os docentes vinculados ao Programa de Pós-Graduação¹⁰⁰.

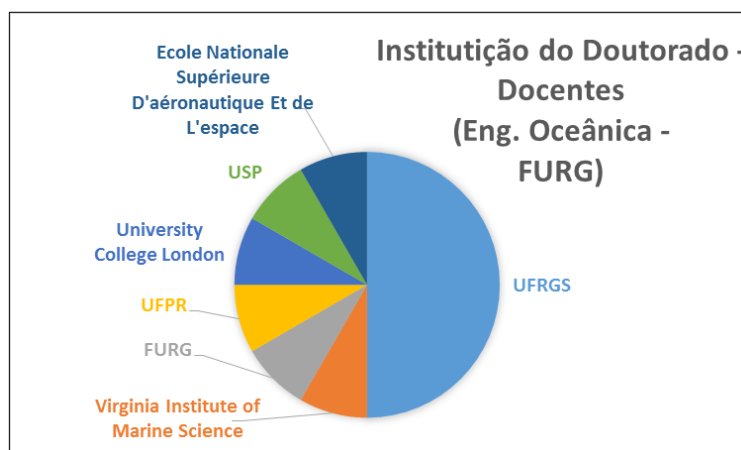
¹⁰⁰ Pelo fato da FURG ser organizada por Unidade Acadêmica não há especificação de um corpo docente próprio da engenharia mecânica naval (os docentes são vinculados por disciplinas e não a um curso ou outro). Assim, para ter “controle” da população analisada, decidimos selecionar o grupo de docentes que é próprio do Programa de Engenharia Oceânica da mesma instituição.

Gráfico 6.7 - Área do Doutorado Docentes – 2016 (FURG)



Fonte: elaboração própria a partir de CV Lattes (docentes Eng. Oceânica - FURG).

Gráfico 6.8 - Instituições do título do Doutorado (FURG)



Fonte: elaboração própria a partir de CV Lattes (docentes Eng. Oceânica - FURG).

Quadro 6.4 - Título e Instituição (informações consolidadas)

Defesa	Título em	Instituição	País	Docente desde
2012	Matemática Aplicada	UFRGS	Brasil	2010
2011	Engenharia Mecânica	UFRGS	Brasil	2010
2009	Oceanografia Física, Química e Geológica	FURG	Brasil	2014
2008	Engenharia Mecânica	UFRGS	Brasil	2009
2004	Engenharia Mecânica	UFPR	Brasil	2004
2004	Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental	UFRGS	Brasil	1996
2001	Engenharia Civil	UFRGS	Brasil	1989
2000	Engenharia Civil	USP	Brasil	1992
2000	Engenharia Civil	UFRGS	Brasil	1989
1995	Engenharia Oceânica	University College London, UCL	Inglaterra	1983
1992	Automação	Ecole Nationale Supérieure D'aéronautique Et de L'espace	França	1993
1990	Oceanografia Geológica	Virginia Institute Of Marine Science	EUA	1976

Fonte: elaboração própria a partir de CV Lattes (docentes Eng. Oceânica - FURG)

Os Gráficos 6.7 e 6.8 mostram a diversidade da formação dos docentes, com predominância de Engenharia Mecânica e Civil que representam, cada uma, 25% do total de títulos dos docentes (3 títulos para cada área). A Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) é a Instituição de origem mais recorrente ocupando 50% dos títulos concedidos (6 no total), sendo 2 de Engenharia Mecânica, 2 de Engenharia Civil, 1 de Matemática Aplicada e 1 de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (Quadro 6.4).

Os docentes do Programa de Pós-Graduação realizaram deste 1995 até 2016 o montante de 126 projetos de pesquisa. Do conjunto total de projetos foi identificado que 95 deles receberam algum tipo de aporte financeiro.

6.1.5 Departamento de Engenharia Mecânica – graduação de Engenharia Naval (UFPE)

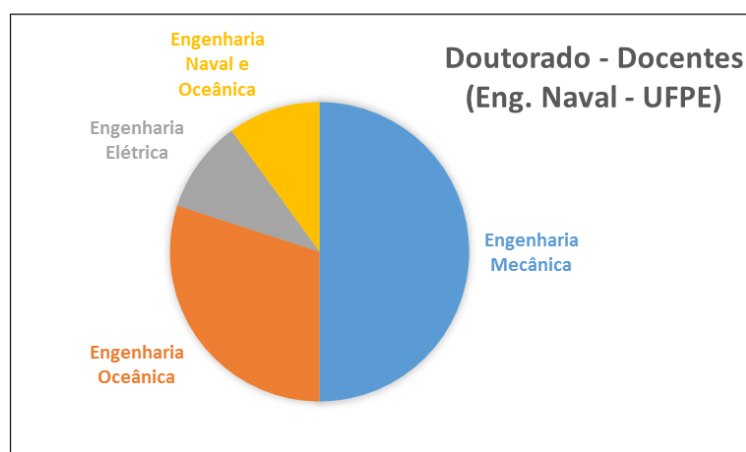
A Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) possui um curso de graduação em Engenharia Naval e está vinculada ao Departamento de Engenharia Mecânica (DEMEC), do Centro de Tecnologia e Geociências, no *campus* Recife, na cidade de Recife (Pernambuco). O

curso dessa graduação foi criado em 2011 e trata-se do único da região Nordeste. O curso possui 13 docentes e o ano médio de ingresso desses ao quadro docente é 2013.

Os Gráficos 6.9 e 6.10 apresentam a composição do quadro docente do curso de engenharia naval da UFPE, em relação à titulação de doutorado dos professores, bem como as instituições de origem dessa titulação e evidenciam a diversidade da formação do corpo docente do curso de engenharia naval da UFPE. A partir dos gráficos é possível afirmar que a titulação predominante é de Engenharia Mecânica (5 docentes), seguido de Engenharia Oceânica (3 docentes) e as outras duas formações identificadas correspondem, cada uma, com 1 docente. Dois docentes não possuem título de doutorado. A UFPE é a que mais concedeu título (5 docentes) todos em Engenharia Mecânica, seguido da UFRJ (3 docentes) todos em Engenharia Oceânica (Quadro 6.5).

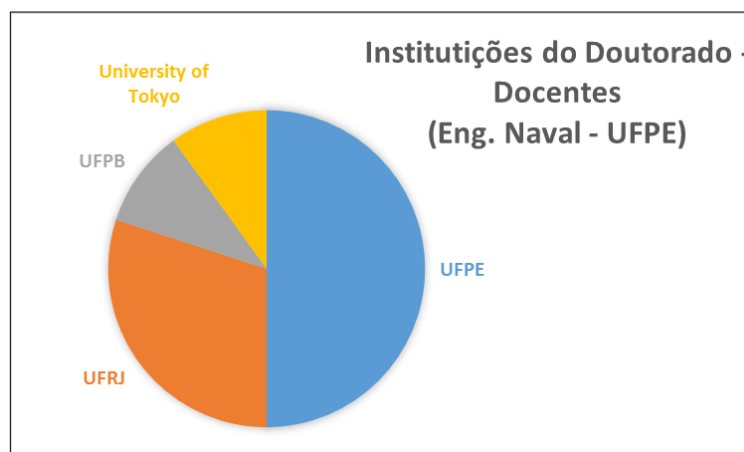
De 2011 a 2016 os docentes registram em seus Currículos Lattes a realização de 27 projetos de pesquisa. De acordo com informações dos CV Lattes dos docentes, foram financiados 4 projetos entre 2011 a 2016. A própria UFPE garantiu verba a dois projetos e a empresa Sistema de Transmissão Nordeste S.A. – do setor de energia elétrica – investiu uma vez.

Gráfico 6.9 - Área do Doutorado Docentes – 2016 (UFPE)



Fonte: elaboração própria a partir de CV Lattes (docentes Eng. Naval -UFPE).

Gráfico 6.10 - Instituições do título do Doutorado (UFPE)



Fonte: elaboração própria a partir de CV Lattes (docentes Eng. Naval - UFPE).

Quadro 6.5 - Título e Instituição (informações consolidadas)

Defesa	Título em	Instituição	País	Docente desde
-	Engenharia Mecânica	UFPE	Brasil	2016
-	Engenharia Mecânica	UFPE	Brasil	2013
2016	Engenharia de Produção	UFPE	Brasil	2017
2015	Engenharia Mecânica	UFPE	Brasil	2014
2014	Engenharia Oceânica	UFRJ	Brasil	2015
2013	Engenharia Mecânica	UFPE	Brasil	2014
2012	Engenharia Mecânica	UFPE	Brasil	2013
2010	Engenharia Oceânica	UFRJ	Brasil	2011
2010	Engenharia Oceânica	UFRJ	Brasil	2011
1996	Engenharia Elétrica	UFPEB	Brasil	2011
1995	Engenharia Naval e Oceânica	University of Tokyo, U.TOKYO	Japão	2013

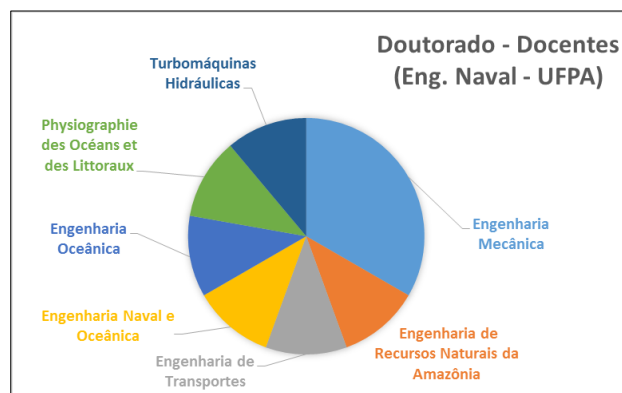
Fonte: elaboração própria a partir de CV Lattes (docentes Eng. Naval - UFPE)

6.1.6 Faculdade de Engenharia Naval (UFPA)

A Universidade Federal do Pará (UFPA) possui uma graduação e um Programa de Pós-graduação (modalidade de Mestrado) ambos em Engenharia Naval, vinculados a Faculdade Engenharia Naval (FENAV), do Instituto de Tecnologia (ITEC), situado no *campus* Belém, na cidade de Belém (Pará). A graduação foi criada em 2005 e o Programa de Pós-Graduação foi criado em 2015.

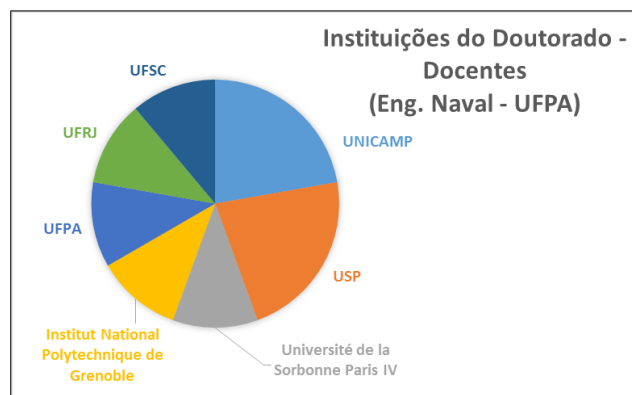
Os Gráficos 6.11 e 6.12 apresentam a titulação de doutorado da composição docente do curso de engenharia naval da UFPA chamando atenção para a diversidade dos títulos, bem como a origem acadêmica dos docentes.

Gráfico 6.11 - Área do Doutorado Docentes – 2016 (UFPA)



Fonte: elaboração própria a partir de CV Lattes (docentes Eng. Naval - UFPA).

Gráfico 6.12 - Instituições do título do Doutorado (UFPA)



Fonte: elaboração própria a partir de CV Lattes (docentes Eng. Naval - UFPA).

Quadro 6.6 - Título e Instituição (informações consolidadas)

Defesa	Título em	Instituição	País	Docente desde
-	Engenharia Naval e Oceânica	USP	Brasil	2013
2016	Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia	UFPA	Brasil	1993
2006	Engenharia de Transportes	USP	Brasil	2008
2006	Engenharia Mecânica	UNICAMP	Brasil	1981
2002	Engenharia Mecânica	UNICAMP	Brasil	1994
2002	Engenharia Oceânica	UFRJ	Brasil	1992
2000	Engenharia Mecânica	UFSC	Brasil	1979
1992	Turbomáquinas Hidráulicas	Institut National Polytechnique de Grenoble	França	1996
1986	Physiographie des Océans et des Littoraux	Université de la Sorboe Paris IV	França	1990

Fonte: elaboração própria a partir de CV Lattes (docentes Eng. Naval - UFPA).

Os Gráficos 6.11 e 6.12 mostram a composição do quadro docente do curso de Engenharia Naval da UFPA. Há uma variedade de formação acadêmica, fato que marca multidisciplinaridade da área com 7 formações distintas. A Faculdade de Engenharia Naval possui 14 docentes. Os título de Doutorado da área de Engenharia Mecânica é a maior, correspondendo a 34% (3 docentes) do total. O número de docentes sem Doutorado corresponde a 36% (5 docentes) e pode ser um sintoma da inexistência de programas de pós-graduação – modalidade de Doutorado – exaltado por UFPA.PPGENAV (2018). De acordo com o Quadro 6.6 apenas um docente declarou ter concluído o Doutorado na UFPA. Dois títulos foram concedidos pela Unicamp (de Engenharia Mecânica), dois pela USP (Engenharia de Transporte e Engenharia Naval e Oceânica) e um pela UFRJ (Engenharia Oceânica).

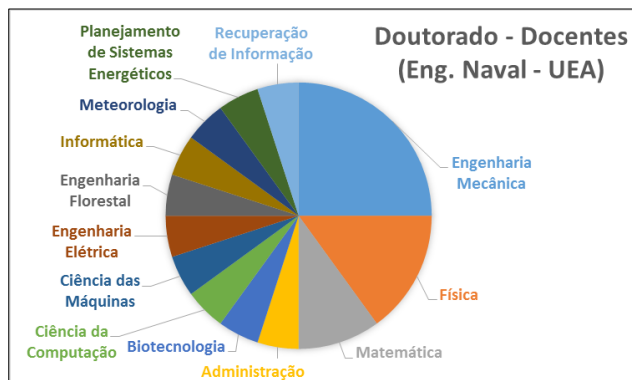
O curso foi criado em 2005, contudo a partir do Quadro 6.6 é possível perceber que apenas dois docentes com doutorado completo ou em andamento foram contratados após o surgimento deste curso. Isso sugere que a maior parte dos docentes, que já integravam algum curso da UFPA, foram realocados para a nova graduação.

De 2005 a 2016, os docentes desenvolveram 35 projetos de pesquisa. A FINEP foi a instituição que mais financiou esses projetos (9 no total).

6.1.7 Escola Superior de Tecnologia – Engenharia Naval (UEA)

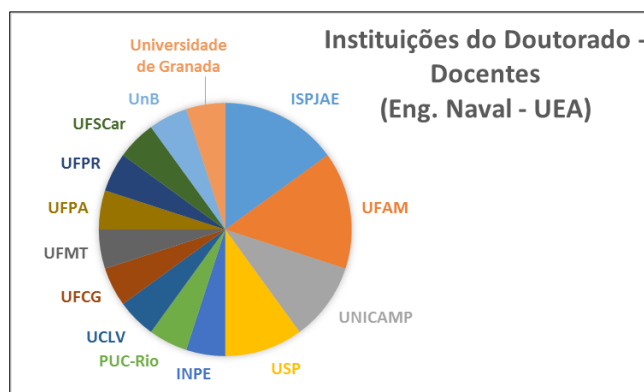
A Universidade do Estado do Amazonas (UEA) possui um curso de graduação de Engenharia Naval. A graduação é vinculada à unidade Escola Superior de Tecnologia, situada no *campus* Manaus, na cidade de Manaus (Amazonas). Os Gráfico 6.13 e 6.15 apresentam a composição docente em razão da titulação do Doutorado dos mesmos. Dos 33 docentes vinculados ao curso de Engenharia Naval da UEA, 20 possuem título de Doutorado.

Gráfico 6.13 - Área do Doutorado Docentes – 2016 (UEA)



Fonte: elaboração própria a partir de CV Lattes (docentes Eng. Naval - UEA).

Gráfico 6.14 - Instituições do título do Doutorado (UEA)



Fonte: elaboração própria a partir de CV Lattes (docentes Eng. Naval – UEA).

Quadro 6.7 - Título e Instituição (informações consolidadas)

Título em	Instituição	País	Defesa	Docente desde
Matemática	UFAM	Brasil	-	2013
Meteorologia	INPE	Brasil	2009	2008
Engenharia Mecânica	UCLV	Cuba	2000	2014
Engenharia Mecânica	ISPJAE	Cuba	2003	2014
Informática	UFAM	Brasil	-	2004
Ciência da Computação	UFCEG	Brasil	2013	2013
Física	UFSCar	Brasil	2013	2004
Física	UNICAMP	Brasil	-	2013
Engenharia Mecânica	ISPJAE	Cuba	2002	2015
Engenharia Mecânica	USP	Brasil	2001	2008
Administração	USP	Brasil	-	2004
Engenharia Mecânica	PUC-Rio	Brasil	1994	2013
Física	UnB	Brasil	1998	2004
Engenharia Elétrica	UFPA	Brasil	2014	1989
Biotecnologia	UFAM	Brasil	2010	2010
Ciência das Máquinas	ISPJAE	Cuba	2008	2014
Engenharia Florestal	UFPR	Brasil	1996	1987
Planejamento de Sistemas Energéticos	UNICAMP	Brasil	2004	2005
Matemática	UFMT	Brasil	-	2012
Recuperação de Informação	Universidade de Granada	Espanha	2012	2014

Fonte: elaboração própria a partir de CV Lattes (docentes Eng. Naval – UE).

Depois da UFRJ, a UEA é a instituição com maior número de docentes para o curso de engenharia naval, sendo 33 no total. No entanto, 13 docentes não possuem título de Doutorado, o que corresponde a 39,9% do grupo total de professores dessa engenharia. Outra característica, observada no Gráfico 6.13, é que nenhum docente do curso de engenharia naval da UEA tem Doutorado em Engenharia Naval ou em Oceânica – isso não é um problema, mas aprofunda ainda mais o discurso da multidisciplinaridade do curso e, como apontou UFPA.PPGENAV (2018), serve de indicador para a falta de Programas de Pós-Graduação na região Norte do país.

O Gráfico 6.14 corrobora com os apontamentos anteriores identificando 14 instituições diferentes que concederam os títulos de Doutorado e sendo apenas duas da região Norte (UFAM e UFPA). De acordo com Quadro 6.7, as maiores incidências de instituições que concederam os títulos de Doutorado aos docentes da UEA estão nas regiões Sudeste (UNICAMP, USP, UFSCar, INPE e PUC-Rio) e Centro-Oeste (UFMT e UnB).

6.2 Indicadores globais de todos os docentes e instituições

Apresentamos aqui alguns indicadores da produção acadêmica do conjunto dos docentes de todos os programas (142 docentes), sua evolução e as redes de relacionamento entre eles.

Entretanto, faremos um breve resgate metodológico: é importante observar que todos os gráficos e quadros deste subitem tratam da produção e a interação entre docentes e suas respectivas instituições baseando-se no corpo docente ativo¹⁰¹. Todas as informações foram coletadas exclusivamente dos Currículos Lattes dos docentes selecionados e foram tratadas em *softwares* bibliométricos como o ScriptLattes, o RStudio e o Gephi, e possuem por limite temporal o ano de 2016.

Tendo em vista que os programas de graduação de Engenharia Naval surgiram em períodos distintos ao longo do tempo, nós decidimos considerar o momento de contratação de cada docente desses programas para assumir como início da análise, justamente para isolar – em termos bibliométricos – os programas e ao mesmo tempo ajustar essas discrepâncias

¹⁰¹ A lista de docentes e pesquisadores foi elaborada levando em consideração dados de até 2016. Não foram considerados os docentes aposentados ou falecidos.

temporais. Isso se deu da seguinte forma: identificamos o momento de contratação de cada um dos 142 docentes; depois identificamos o momento de criação dos cursos dessa engenharia; e enfim, relacionamos os períodos coletados.

Assim, para os Departamentos mais “antigos”, como os da USP e UFRJ, consideramos as datas de contratação dos docentes, uma vez que todos os docentes foram contratados após a criação destes departamentos. Já os Departamentos mais novos consideramos, além da data de contratação do docente, o momento em que o curso foi criado, por exemplo, a Faculdade de Engenharia Naval (FENAV) da UFPA surgiu em 2005, assim, o ano base é 2005 (análise do período de 2005 a 2016), independente se há docentes com contratos anteriores a este ano base e, os docentes desta faculdade contratados após 2005, consideramos as datas de contratação dos mesmos.

Decidimos fazer esse tipo de recorte para considerar apenas as produções bibliográficas feitas no contexto dos programas de engenharia naval. A Tabela 6.1 e os Gráficos 6.15 e 6.16 descrevem a produção bibliográfica dos docentes selecionados, bem como a evolução dessa produção ao longo dos anos.

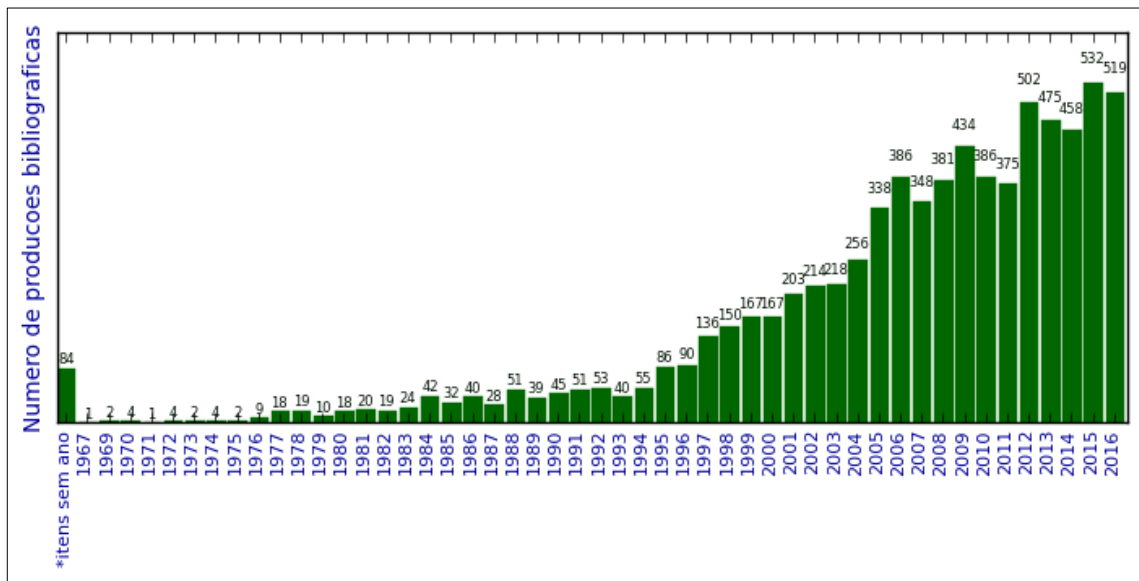
Tabela 6.1 - Produção bibliográfica completa (todos os docentes de Engenharia Naval e Oceânica)

Tipos de Produção Bibliográfica	Total	% Total
Artigos completos publicados em periódicos	1225	16,3
Livros publicados/organizados ou edições	69	0,9
Capítulos de livros publicados	185	2,5
Textos em jornais de notícias/revistas	210	2,8
Trabalhos completos publicados em anais de congressos	4236	56,2
Resumos expandidos publicados em anais de congressos	355	4,7
Resumos publicados em anais de congressos	497	6,6
Artigos aceitos para publicação	40	0,5
Apresentações de trabalho	578	7,7
Demais tipos de produção bibliográfica*	143	1,9
Total de produção bibliográfica	7538	100,0

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados do *software* ScriptLattes.

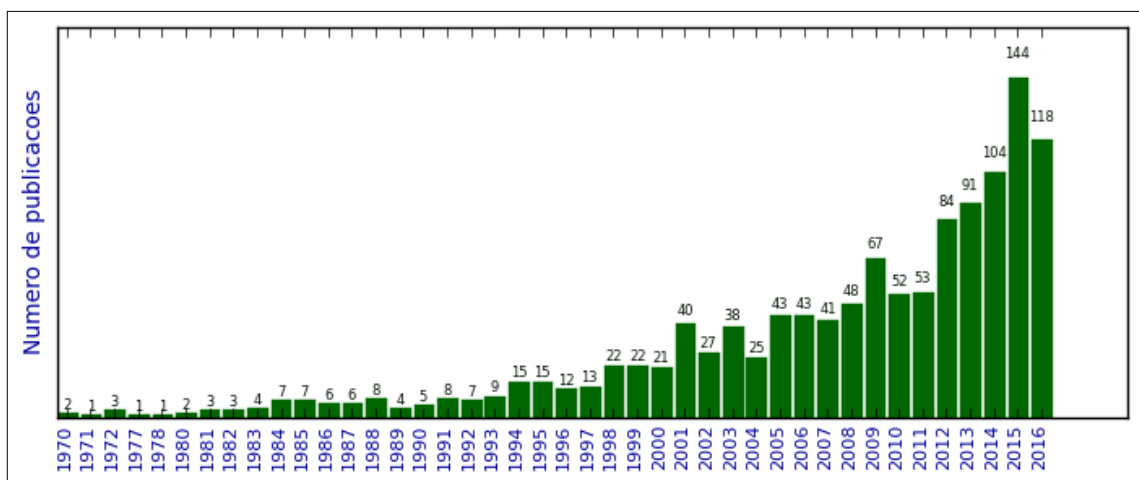
Nota: * São considerados “demais tipos de produção bibliográfica” resenhas, prefácios, entrevistas, boletins, relatórios entre outros.

Gráfico 6.15 - Produção bibliográfica completa (Engenharia Naval – Todos os Docentes)



Fonte: elaboração própria a partir de dados coletados no Currículo Lattes dos docentes analisados. *Software* empregado: ScriptLattes.

Gráfico 6.16 - Artigos publicados por ano (Engenharia Naval - Todos os Docentes)



Fonte: elaboração própria a partir de dados coletados no Currículo Lattes dos docentes analisados. *Software* empregado: ScriptLattes.

A partir da Tabela 6.1 e dos Gráficos 6.15 e 6.16 é possível inferir que o maior volume de produção científica está ligado às publicações de texto completos em anais de evento que totalizam 56,2% e, os artigos em periódicos correspondem a 16,3%. Essa primazia por publicações em eventos científicos não é uma especificidade da Engenharia Naval brasileira, Meadows (1999, p.141) destaca que na área da Engenharia, “os artigos em anais de eventos submetidos à avaliação se igualam em importância aos artigos de periódicos”.

Outra consideração é que é que as universidades tradicionais (USP e UFRJ) são as que mais produziram, correspondendo a 69% da produção bibliográfica de artigos publicados em periódicos e textos completos publicados em anais de eventos científicos.

O Professor Dr. Luiz Felipe Assis, coordenador do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica do Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da UFRJ, em entrevista concedida em novembro de 2017, comentou – após ver os resultados totais dos indicadores de produção – que o aumento e os eventuais picos de produtividade estão relacionados aos eventos científicos da área e também em face do cumprimento dos requisitos de avaliação feitos pela Capes. Entretanto, o mesmo destaca que esse crescimento também se deu pela renovação do quadro docente.

“(…) primeiro de tudo houve o aumento do número de professores, mas fortemente atrelado à necessidade de publicação pelos indicadores. Quando você começou a ser avaliado pela questão dos indicadores em termos de publicação – não que não houvesse publicação anteriormente – mas quando surgiu essa questão os docentes foram levados a terem um nível de publicação maior. Isso é explicado pela questão das avaliações.”

Os dados confirmam a observação do docente sobre o aumento do número de professores. Entre 2000 e 2016 foram contratados 84 novos professores, o que representa 59% do total. O mesmo docente continua suas observações sobre o aumento da produção bibliográfica:

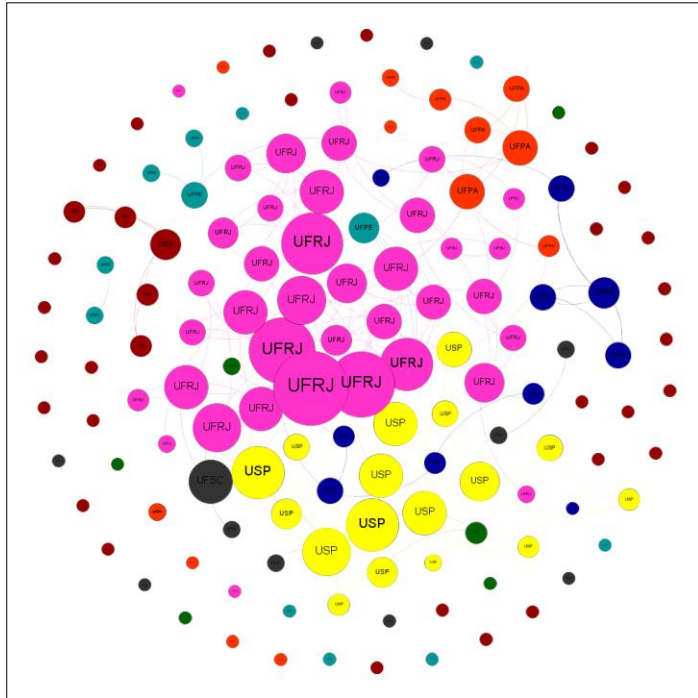
“Os picos [de produção] podem acontecer por eventuais congressos. E a curva é crescente por conta das avaliações, ou seja, hoje nós somos cobrados para ter um nível de publicação que seja alto e isso também vale para avaliação interna que nós temos aqui na universidade dentro dos critérios de progressão e vai também para os critérios de avaliação externa. Então isso virou uma preocupação grande em transformar a pesquisa já feita em publicações. Isso já existia antes, mas não havia uma preocupação grande em formalizar isso e apresentar isso na forma de artigos, sobretudo em artigos indexados.

“Alguns picos podem acontecer por algumas situações, por exemplo, teve um congresso do OMAE que foi no Rio de Janeiro¹⁰², então a facilidade de professores e alunos [do Brasil] de participarem deste evento é maior, então consequentemente teve maior publicação; teve o congresso da SOBENA [Sociedade Brasileira de Engenharia Naval]. Então esses picos aí vão acontecer principalmente por questões desse tipo, teve o OMAE [*Conference on Ocean Offshore & Arctic Engineering*], a SOBENA, o ICAS [*International Council of the Aeronautical Sciences*], são essas variações aí. Se você colocar uma linha de tendência será sempre crescente. A gente passou recentemente por um processo de avaliação da Capes e a nota de publicações em revistas indexadas subiu muito em relação à avaliação anterior, então existe uma orientação nesse sentido [de publicar].” (Professor Dr. Luiz Felipe Assis, entrevista concedida em novembro de 2017).

Abaixo são apresentados os Grafos 6.1 e 6.2 que demonstram a disposição do conjunto exclusivo dos 142 docentes pesquisadores num plano gráfico. O objetivo é evidenciar as interações entre os mesmos a partir de dados de colaboração científica, ou seja, são redes de coautoria baseadas em publicações de artigos em periódicos e de textos completos em anais de eventos. É importante frisar a noção de exclusividade das redes apresentadas, que são conexões estabelecidas somente entre os docentes, ou seja, conexões dos docentes com “terceiros” (de indivíduos que não fazem parte do banco de dados principal) não foram consideradas. Sendo assim, toda conexão visível é exclusiva entre os 142 docentes observados.

¹⁰² As edições do evento OMAE no Brasil ocorreram em 2001 e 2012.

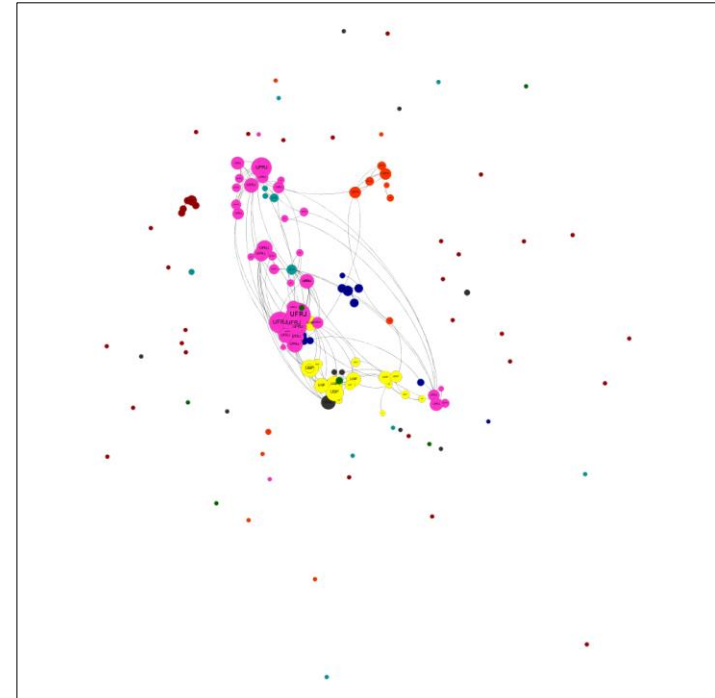
Grafo 6.1 - Rede Total e Exclusiva dos Docentes selecionados (142 nós): disposição gráfica *Fruchterman Reingold*



Fonte: elaboração própria a partir dos *softwares* ScriptLattes e Gephi.

Legenda – Grafo 1							
UFRJ	USP	FURG	UEA	IPT	UFPA	UFPE	UFSC

Grafo 6.2 - Rede Total e Exclusiva dos Docentes selecionados (142 nós): disposição gráfica *OpenOrd*



Fonte: elaboração própria a partir dos *softwares* ScriptLattes e Gephi.

Legenda – Grafo 2							
UFRJ	USP	FURG	UEA	IPT	UFPA	UFPE	UFSC

Ambos os Grafos 6.1 e 6.2 descrevem o mesmo conjunto de docentes em rede, mas os apresentam em disposições gráficas distintas. O tamanho do nó apresentado na rede representa – nesse caso – o grau nodal¹⁰³, isto é, numa rede de coautoria o grau é definido pela quantidade de vezes que um nó colaborou com outros, nesse sentido, quanto maior o tamanho do nó, mais conexões ele tem.

O Grafo 6.1 evidencia a centralidade dos atores a partir da disposição *Fruchterman Reingold*. Nele é possível identificar visualmente quem são os docentes mais centrais da rede e aqueles nós mais à margem são os que possuem nenhuma ou poucas conexões (exclusivamente entre os docentes). A medida que o nó (representado pelo docente) se encaminha ao centro do grafo é designado a importância do mesmo para a rede. No Grafo 6.1 os nós mais centrais correspondem aos docentes da UFRJ e da USP, seguidos de alguns docentes da FURG e da UFSC.

No Grafo 6.2, cuja disposição gráfica é baseada no modelo *OpenOrd*, é possível visualizar alguns padrões de conexões entre os docentes. Este modelo privilegia a identificação de *clusters* (comunidades ou grupos) de nós que possuem mais afinidade. Como estas redes são indiretas e simétricas, ou seja, as conexões são baseadas em colaborações mútuas – não há direcionamento de conexão –, os *clusters* são identificados a partir da intensidade de colaboração. Nesse sentido, é possível afirmar que os docentes da USP (nós amarelos) são mais “coesos” entre si, uma vez que ocupam o mesmo espaço na rede, enquanto os da UFRJ (nós rosas) possuem, pelo menos, 4 grupos de docentes. Os pontos isolados na rede correspondem aos docentes das universidades que criaram cursos de engenharia naval mais recentemente (ao longo dos anos 2000) e não possuem conexões. Sendo assim, quanto mais distante o nó está do centro, significa que o mesmo tem pouca ou nenhuma publicação na área.

As Tabelas 6.2 e 6.3 sintetizam em números as medidas e métricas que identificam as condições gerais da rede e a centralidade dos nós (docentes) demonstradas nos Grafos 6.1 e 6.2.

¹⁰³ O tamanho do nó pode ser representado por outras características que podem ser intrínsecas ao mesmo (volume de publicações, por exemplo) ou por condições e medidas da própria rede (tamanho definido por medidas de centralidades, por exemplo).

Tabela 6.2 - Medidas Topológicas da Rede

Medidas Topológicas da Rede	Características	Valores de Referências
Tipo de Grafo	Não direcionado	-
Nós	142	-
Arestas (conexões)	182	-
Densidade	0,018	0 – 1
Grau Médio	2,563	-
Diâmetro da Rede	9	-

Fonte: elaboração própria a partir de dados coletados no Currículo Lattes dos docentes analisados. *Softwares* empregados: ScriptLattes e Gephi..

Tabela 6.3 - Medidas de Centralidade dos Nós [os 20 nós mais centrais a partir da medida de *Eigenvector Centrality*]

ID	Rótulo	<i>Eigenvector Centrality</i>	<i>Betweenness Centrality</i>	<i>Authority</i>	Grau
121	UFRJ	1.0	0.04671363333478391	0.36816475	14
119	UFRJ	0.9797348050439328	0.029144555778595874	0.35723042	12
100	UFRJ	0.8728752336212926	0.0343977407166944	0.32241112	12
116	UFRJ	0.794119364276305	0.009569269238547734	0.29958123	9
109	UFRJ	0.6749576308054641	0.037726169467721	0.24413368	8
112	UFRJ	0.6402164161505991	0.0016589178861215336	0.24614023	7
133	UFRJ	0.5819067539687596	0.03894144201813058	0.19728181	11
89	USP	0.5600827316932493	0.025439815447300698	0.16738993	9
118	UFRJ	0.529217941454767	0.017646901227716533	0.17388119	7
99	UFRJ	0.5256154909398201	0.011276694963558005	0.19915031	6
120	UFRJ	0.5161329735558973	0.013955447260014695	0.18564779	7
125	UFRJ	0.49782358489317186	0.0011634691155967742	0.19094345	5
91	USP	0.4401227693584159	0.023019997129110514	0.13728294	7
105	UFRJ	0.43583444025607576	0.020617013212933934	0.13464272	8
102	UFRJ	0.43582180004614024	0.0027499230908012867	0.16481347	5
81	USP	0.4159150435277092	0.012453878153487948	0.12264613	7
18	UFSC	0.352854796204657	0.013508937076751904	0.09881359	7
88	USP	0.34651415786196776	0.02406115553957987	0.08660161	9
83	USP	0.34641396626632154	0.013581197006596768	0.08687439	8
111	UFRJ	0.3340982806726311	0.012068091582140684	0.09632175	7

Fonte: elaboração própria a partir de dados coletados no Currículo Lattes dos docentes analisados. *Softwares* empregados: ScriptLattes e Gephi..

As Tabelas 6.2 e 6.3 explicitam em cálculos o que a rede mostra visualmente. Os resultados apontam que essa rede com 142 nós (docentes) possui 182 conexões não repetidas – sem considerar o peso das conexões (o número de vezes que um nó se conecta a outro), nesse sentido, a rede é pouco densa (0,018), ou seja, há poucas conexões entre os nós

(docentes) – uma vez que o cálculo leva em consideração todos os nós, independentemente se há ou não interações.

A rede tem por diâmetro 9 nós, ou seja, a distância máxima entre dois nós é de nove conexões. Mesmo não tendo um valor de referência, nove pontos de distância é característica de uma rede pequena (com poucos nós), mas mesmo nessa condição a distância sugere pouca interatividade entre os docentes. Fato observado no Grafo 6.2 em que apenas o núcleo central está conectado. Se considerarmos apenas os nós com, no mínimo, 2 conexões veremos que satisfazem esse recorte somente 50% dos nós (71 docentes) que possuem 91,21% das conexões (166 arestas).

O grau médio desta rede é 2,563. Essa é uma condição da rede que demonstra a média de conexões que um nó tem na mesma. Essa medida leva em consideração todos os nós e todas as conexões existentes e é mais indicada quando comparada com outras redes, portanto, não sendo conclusiva de forma individual – como neste caso.

Já as métricas de centralidade, descritas na Tabela 6.3, definem os nós mais importantes da rede a partir dos padrões de suas conexões. Os nós foram selecionados a partir da métrica de centralidade *Eigenvector* (autovetor) que considera as conexões de um nó para calcular seu grau de importância, medindo o prestígio do nó na rede também pela importância de seus vizinhos, possibilitando a compreensão de quão relevante ou prestigiado é o nó na rede. O valor de referência é de ‘0 – 1’ e quanto mais próximo do 1, mais relevante é o nó comparado com seus vizinhos.

O nó identificado pelo ID 121 da UFRJ é o mais importante da rede com a medida (máxima) de 1 *Eigenvector*. Isso significa que este nó (ID 121 - UFRJ) ocupa uma posição na rede que dá acesso a todos os nós também relevantes, isto é, este nó é o mais popular pois está conectado a outros nós também populares. Um dado importante é que dos 20 nós selecionados na Tabela 6.3, 14 deles (70%) são docentes da UFRJ, isso permite inferir que os docentes desta instituição são os mais populares no campo acadêmico (tendo em vista o limite da rede composta por 142 docentes).

A métrica de *Betweenness Centrality* (Centralidade de Intermediação) possui valores de referência de ‘0 – 1’ e evidencia a importância do nó baseada nos caminhos que passam pelo mesmo. Sendo assim, quanto mais próximo do 1, mais “pontes” o nó faz entre outros nós. No caso apresentado pela Tabela 6.3 o nó com maior centralidade de intermediação é o ID 121 –

UFRJ e o segundo com maior índice dessa centralidade é o ID 133 – UFRJ que ocupa a sétima posição na tabela.

Como dito acima, a Tabela 6.3 foi construída a partir do número de *Eigenvector*, mas é importante perceber que as medidas de centralidade não são conectadas entre em si, ou seja, um nó pode ocupar um lugar de muito prestígio na rede, mas ao mesmo tempo não ser o maior conector da mesma.

O índice *Authority* (Autoridade) é calculado somando-se todos os valores *Hubs* (conector) dos nós com os quais o nó em questão está conectado. Isso pode ser interpretado como um nó que se conecta diretamente com mais *hubs* tem maior autoridade na rede. Na Tabela 6.3 o nó com mais autoridade na rede é o ID 121 – UFRJ.

6.3 Indicadores Globais dos Docentes vinculados aos Programas de Pós-Graduação

Esta seção analisa os indicadores de produção de todos os docentes vinculados aos Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval (e Oceânica) em 2016 (60 docentes). Aqui são apresentados dados oriundos de duas bases distintas: o Currículo Lattes e a *Web of Science*.

A partir do Currículo Lattes desses docentes identificamos um total de 5.249 mil publicações. A distribuição desses dados podem ser conferidas na Tabela 6.4 e nos Gráficos 6.17 e 6.18.

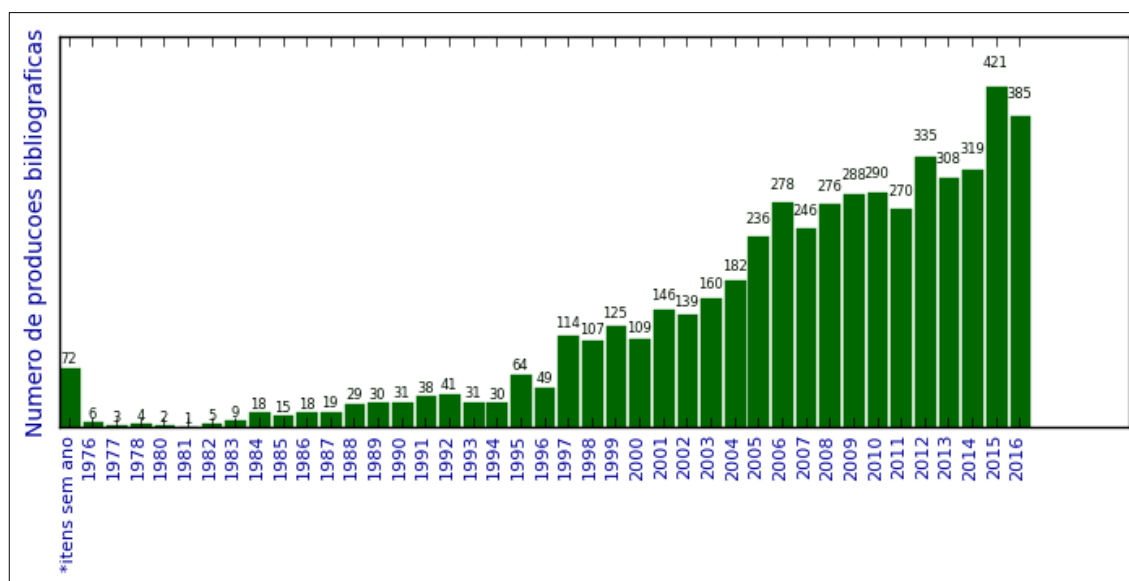
Tabela 6.4 - Produção bibliográfica completa (todos os docentes de Engenharia Naval e Oceânica)

Tipos de Produção Bibliográfica	Total	% Total
Artigos completos publicados em periódicos	1000	19,1
Livros publicados/organizados ou edições	50	1,0
Capítulos de livros publicados	106	2,0
Textos em jornais de notícias/revistas	158	3,0
Trabalhos completos publicados em anais de congressos	2911	55,5
Resumos expandidos publicados em anais de congressos	274	5,2
Resumos publicados em anais de congressos	345	6,6
Artigos aceitos para publicação	16	0,3
Apresentações de trabalho	327	6,2
Demais tipos de produção bibliográfica*	62	1,2
Total de produção bibliográfica	5249	100,0

Fonte: Elaboração própria a partir de resultados do *software* ScriptLattes.

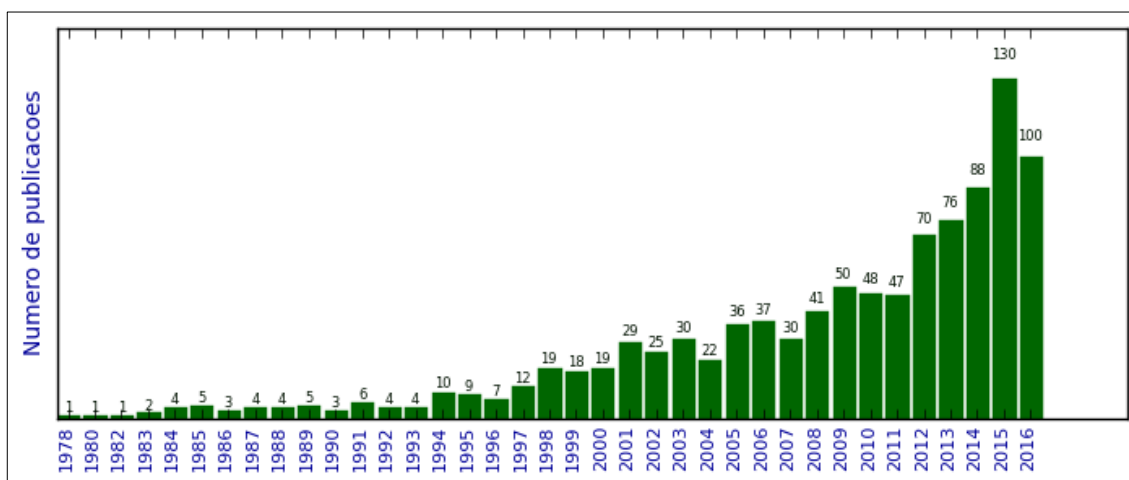
Nota: * São considerados “demais tipos de produção bibliográfica” resenhas, prefácios, entrevistas, boletins, relatórios entre outros.

Gráfico 6.17 - Produção bibliográfica completa (Engenharia Naval – Docentes da Pós-Graduação)



Fonte: elaboração própria a partir de dados coletados no Currículo Lattes dos docentes analisados. *Software* empregado: ScriptLattes.

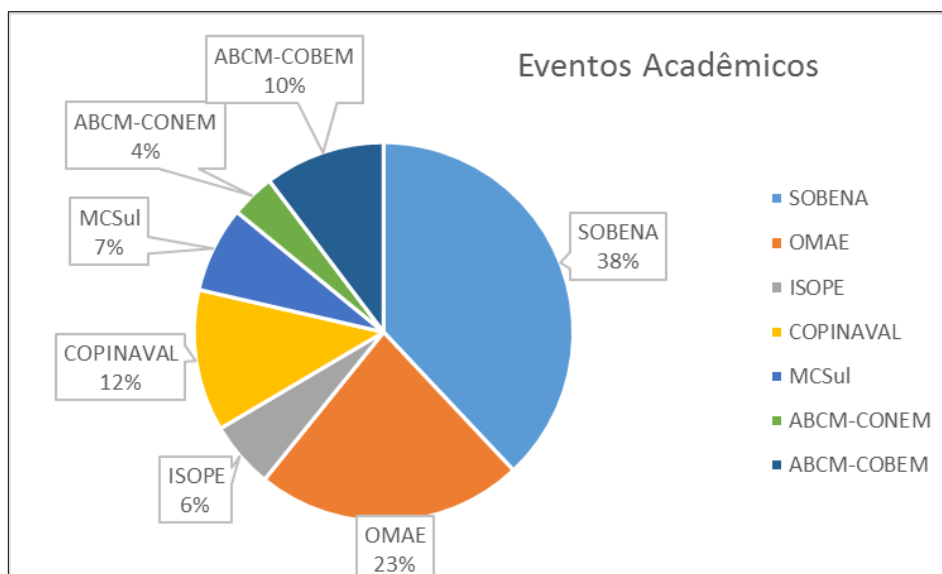
Gráfico 6.18 - Artigos publicados por ano (Engenharia Naval - Docentes da Pós-Graduação)



Fonte: elaboração própria a partir de dados coletados no Currículo Lattes dos docentes analisados. *Software* empregado: ScriptLattes.

Desse total de publicações, 3.530 mil são de textos classificados como de “conferências” – trabalhos completos, resumos e resumos expandidos publicados em anais de eventos –, ou seja, os textos de eventos correspondem a 67.2% do total da produção bibliográfica dos docentes. Esse dado indica a relevância dos eventos científicos na comunicação entre os pesquisadores e interessados na área. O Gráfico 6.19 apresenta a distribuição dos principais eventos científicos em que os docentes participam considerando os eventos cuja a frequência de participação seja maior ou igual a 50. O recorte temporal corresponde da informação mais antiga (de publicação) até o ano de 2016, considerando o momento em que o docente passa a integrar o corpo docente dos Departamentos Navais que possuem Programas de Pós-Graduação (USP, UFRJ, UFPA e FURG).

Gráfico 6.19 - Eventos científicos mais frequentes em relação aos Docentes vinculados, em 2016, aos Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval (ou Engenharia Oceânica) – do dado mais antigo até 2016



Fonte: elaboração própria a partir de dados coletados nos Currículos Lattes dos docentes vinculados, em 2016, aos Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval (e Engenharia Oceânica). *Softwares* empregados: ScriptLattes, RStudio e Excel.

O Gráfico 6.17 apresentou os eventos científicos mais frequentes que os docentes participam (ou que possuem publicações em anais), confirmando as observações do Docente da UFRJ entrevistado, uma vez que os congressos “SOBENA” são os mais frequentes correspondendo a 38% das participações, seguido do congresso “OMAEO” com 23%.

O Quadro 6.8 apresenta mais informações desses eventos e revela os períodos em que houve maior frequência de publicações em anais desses tendo os docentes como autores ou coautores.

Quadro 6.8 - Descrição dos Eventos Científicos mais frequentes em que os Docentes dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval (e Engenharia Oceânica) participaram – período: dado mais antigo até 2016

Evento (Sigla)	Evento (Nome)	Realizado desde	Organizador	Frequência de participação por Período (publicação)		Abrangência
				Até 1999	2000 a 2016	
SOBENA	Congresso Nacional de Transportes Marítimos e Construção Naval e <i>Offshore</i>	1963	Sociedade Brasileira de Engenharia Naval (SOBENA)	157	356	Nacional
OMAE	Conference on Ocean <i>Offshore</i> & Arctic Engineering	1981	American Society of Mechanical Engineering (ASME)	27	281	Internacional
ISOPE	International Ocean and Polar Engineering Conference	1989	International Ocean and Polar Engineering Conference (ISOPE)	29	48	Internacional
COPINAVAL	Congreso Panamericano de Ingenieria Naval y Portuaria	1966	Instituto Panamericano de Ingenieria Naval (IPIN)	60	103	Internacional
MCSul	Conferência Sul em Modelagem Computacional	2007	Programa de Pós-Graduação em Modelagem Computacional (PPGMC/FURG)	0	99	Nacional
ABCM-CONEM	Congresso Nacional de Engenharia Mecânica	1990	Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas (ABCM)	0	51	Nacional
ABCM-COBEM	International Congress of Mechanical Engineering	1971	Associação Brasileira de Engenharia e Ciências Mecânicas (ABCM)	23	116	Internacional

Fonte: elaboração própria a partir de dados de publicações coletados nos Currículos Lattes dos docentes vinculados, em 2016, aos Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval (e Oceânica) selecionados e de informações coletadas nos *sites* dos congressos acima citados. *Softwares* empregados: ScriptLattes, RStudio e Excel.

O Quadro 6.8 apresentou sete eventos científicos mais frequentes que os docentes participaram. Desses, três possuem abrangência nacional e quatro são internacionais. No entanto, existem mais de 500 eventos locais, regionais, nacionais ou internacionais diferentes que foram identificados no conjunto das publicações.

Há um aumento significativo de participações de trabalhos em que os docentes são autores ou coautores a partir dos anos 2000 e isso pode ser explicado por um lado pela expansão do número de docentes e instituições envolvidas (novos cursos em outras regiões e expansão dos já existentes) e também pelo aumento do número de alunos nos Programas de Pós-Graduação. Por outro pela ampliação do campo e sua ligação com novas tecnologias aplicadas ao conhecimento *offshore*, isto é, conhecimentos ligados à exploração e produção de petróleo em águas profundas e ultra profundas (camada pré-sal), sobretudo em resposta aos interesses da Petrobras.

Um dado que corrobora a esta interpretação é o aumento da participação de pesquisadores e docentes de Engenharia Naval brasileiros no evento “*Conference on Ocean Offshore & Arctic Engineering*” (OMAE), organizado pela “*American Society of Mechanical Engineering*” (ASME), que se dedica às pesquisas sobre *offshore* e de petróleo na engenharia. O Quadro 6.8 mostra que houve um aumento de participação de mais de 1.000% (281 textos publicados nos anais do evento) para o período de “2000 a 2016” quando comparado ao período anterior “até 1999”, com 27 textos publicados.

Passando aos dados da *Web of Science* (WoS) foram resgatados 1.323 documentos (considerando todas as publicações disponíveis na plataforma) a partir do conjunto total de docentes vinculados à Pós-Graduação. Identificamos que desse montante apenas 16 publicações tiveram apenas um único autor, isso significa que 98,8% de toda publicação disponível na *Web of Science* – referente a esse conjunto de docentes – teve pelo menos uma coautoria.

A coleta foi feita a partir do nome do docente – conferindo um a um a existência de homônimos – e respeitou o método de temporalidade que foi posto no momento da busca – considerando a data de contratação dos mesmos¹⁰⁴ até 2016 (limite da análise). Os registros de publicações resgatados na base WoS permitem que sejam explorados dados “internos” às publicações, sendo disponibilizados até 42 categorias de análise (ver Capítulo 1, subitem 1.3

¹⁰⁴ Há apenas duas exceções: dois de docentes, um da UFRJ e outro da USP, que são ligados a outros Departamentos, mas que em 2016 integraram os Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica. Consideramos a data de contratação dos docentes nos respectivos cursos os quais os mesmos integram.

A rede de colaboração entre instituições do campo de engenharia naval – dos docentes vinculados aos Programas de Pós-Graduação (Figura 6.3) foi limitada a exibir apenas nós que possuem conexões de frequência superior a 10 vezes, ou seja, conexões que ocorreram 9 vezes ou menos não compõem o resultado¹⁰⁵.

Assim, essa rede de instituições possui 61 nós (instituições) e 460 arestas (interações possíveis entre os nós). O formato selecionado para apresentação da rede foi baseado na métrica de grau total. O tamanho dos nós está associado ao volume de publicações associados à instituição. Os nós maiores são aqueles que possuem mais publicações associadas.

As cores da rede foram selecionadas afim de evidenciar o tipo de interação que sustenta a dinâmica do campo. Há um destaque referente ao “nó amarelo” que é representado pela empresa Petrobras. Este destaque evidencia a centralidade da empresa sendo o ator (o nó) que promove (ou que dinamiza) a maior parte das interações entre as instituições USP (nó “vermelho”), UFRJ (nó “verde”), UFSC e FURG.

Em relação às palavras chaves dos autores (*authors keywords*) é possível identificar algumas mudanças nas atividades científicas reveladas a partir das publicações.

Kumara *et. al.* (2009, p.225) afirmam que palavras-chave de publicações transmitem com precisão o conteúdo apresentado nos artigos e um é dos melhores indicadores bibliométricos para entender e apreender instantaneamente o crescimento e direcionamento de um determinado campo de assunto. A frequência em que uma palavra-chave é utilizada corrobora à compreensão do interesse do campo ou do próprio pesquisador.

Peters e van Raan *et. al.* (1993;1993a) fizeram um estudo bibliométrico utilizando as palavras-chave utilizadas em publicações de engenharia química, coletadas em respeitados periódicos entre 1980 e 1990 e observaram que a frequência do uso de um ou alguns termos chave caracterizam o universo analisado. Entretanto, chamam atenção para alguns limites, dentre eles há um problema em se considerar somente as palavras-chave mais frequentes pois inviabilizam uma análise dos possíveis campos emergentes, mas concordam que é inviável analisar todo o conjunto. Outro aspecto que os mesmos autores observam é a necessidade de qualificar as palavras-chave com o suporte de algum especialista, para corrigir possíveis falhas do banco de dados e melhorar a análise.

¹⁰⁵ Decidimos limitar a apresentação do Grafo 6.3 a conexões iguais ou superiores a frequência de 10 interações entre os nós. O resultado não seria diferente caso considerássemos todos os nós – independente da frequência de interação –, entretanto, em termos visuais a “rede total” assumiria um emaranhado de conexões que impediria a devida visualização dos principais nós e suas interações.

O Quadro 6.9 apresenta a frequência de palavras-chave nos registros bibliográficos separados em três períodos distintos. Dois critérios balizaram essa periodização: o primeiro é que há disponibilidade dos dados das publicações dos docentes apenas a partir dos anos 1990 – em relação a base internacional de dados Web of Science. O segundo critério adotada acompanhou algumas das transformações da Petrobrás baseadas nos PROCAPs.

Com suporte de especialistas – engenheiros navais e oceânicos e mecânicos que nos ajudaram nessa pesquisa – conseguimos traçar um mapa com as 10 palavras-chave mais frequentes no campo, a partir da publicação dos docentes vinculados aos “Programas de Pós-Graduação Navais”. Algumas palavras-chave (ou termos-chave) são comuns à toda engenharia, sobretudo a mecânica, como o método de elementos finitos (*finite elements method*)

Quadro 6.9 - As 10 palavras-chave mais frequentes nas publicações dos docentes vinculados aos Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica, por períodos selecionados

1992 - 1999		2000 - 2009		2010 - 2016	
Freq	Palavras chave	Freq	Palavras chave	Freq	Palavras chave
9	FPSO	175	FPSO	245	FPSO
7	TURRET	92	TURRET	159	NUMERICAL SIMULATION
6	FINITE ELEMENT METHOD	91	STABILITY	143	CONSTRUCTAL DESIGN
5	CONSTRAINT	64	FINITE ELEMENT METHOD	116	SIMULATION
5	STABILITY	63	SIMULATION	107	FINITE ELEMENT METHOD
5	ANALYSIS	57	CLEAVAGE FRACTURE	105	CLEAVAGE FRACTURE
5	FINITE ELEMENTS	51	CONSTRAINT	101	STABILITY
4	CLEAVAGE FRACTURE	49	ANALYSIS	99	MODEL TESTS
4	WEIBULL STRESS	48	WEIBULL STRESS	95	<i>RISER</i>
4	<i>RISER</i>	48	<i>RISER</i>	94	MONOCOLUMN PLATFORM

Fonte: elaboração própria a partir de dados coletados na base de dados Web of Science. Os dados foram tratados utilizando os *softwares* RStudio e Excel.

O Quadro 6.9 identifica alguns termos científicos utilizados pelos docentes selecionados com destaque ao termo “FPSO” nos três períodos. Este termo (sigla para *Floating Production Storage and Offloading*) é uma embarcação de produção e transporte de petróleo e foi um empreendimento realizado no Brasil a partir de investimentos da Petrobrás do final dos anos 1990 e durante toda a década de 2000 para exploração de petróleo em alto mar (SILVA, 2012). Os dados mostram que o termo FPSO continuou sendo o mais utilizado entre os anos de 2010 a 2016.

O docente do Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da UFRJ comentou o Quadro 6.9:

“Elementos finitos é uma técnica que se expandiu nos anos 1970 e 1980 e é hoje uma ferramenta. Quer dizer, dentro da nossa posição é uma coisa que era para uma área de pesquisa nos anos 1970 e hoje está dentro da disciplina de graduação. Todo aluno aqui sabe Elementos Finitos. Já sai daqui sabendo Elementos Finitos e *software* para fazer isso. Então essas coisas também migram rapidamente.

“O FPSO, nos anos 1970 surgiu o primeiro FPSO. Como é que é isso? Como é que você vai fazer adaptação de um navio para ser uma plataforma? Agora, é claro que dentro do FPSO porque ainda tem pesquisa disso? Porque não é mais a sua concepção de problemas, é um problema, por exemplo, na hora que você coloca o Turret ele tem problemas estruturais que provoca fadiga, tem processo de fadiga, como é que eu faço a simulação, problemas se eu coloco muitos *risers* (aqueles dutos que saem dos poços de petróleo para plataforma de produção), então, ou seja, vai desde uma concepção, quer dizer, você está indo numa questão que é uma concepção nova e indo agora para problemas específicos dentro dessa concepção. As coisas vão evoluindo dessa forma.” (Luiz Felipe Assis, entrevista realizada em novembro de 2017)

Existe essa questão da evolução científica a qual o docente comentou – de um assunto ir levando a outro – mas há também o fato da existência da capacidade instalada. Os termos identificados na cor “laranja”, no período “2010 a 2016”, são sintomas dos investimentos realizados pela Petrobras no contexto das redes de pesquisa e inovação criadas no início e meados dos anos 2000 que financiaram a instalação ou a modernização da infraestrutura laboratorial presente nos departamentos de engenharia naval e oceânica das universidades tradicionais.

São palavras-chave que situam tecnologias que foram sendo desenvolvidas no contexto das redes estabelecidas entre a Petrobras e as universidades no decorrer dos anos 2000, como o termo “monocolumn platform” que foi um empreendimento da Rede CEENO, ou mesmo os termos vinculados à “simulação” (*Numerical Simulation, Simulation e Construction Design*) que não apareceram em publicações em períodos anteriores e estão condicionados aos investimentos realizados nos laboratórios Tanque de Provas Numérico (TPN) da USP e no Laboratório de Tecnologia Oceânica (LabOceano) da UFRJ que foram, em parte, desenvolvidos ou modernizados pelas Redes Temáticas da Petrobras *Galileu* e *Archimedes*.

Considerações finais

Neste capítulo analisamos a formação acadêmica e a produção bibliográfica e do campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica no Brasil, com dados extraídos do CV Lattes de 142 docentes vinculados a oito instituições. Posteriormente exploramos a produção dos 60 docentes vinculados aos programas de pós-graduação

Nele constatamos a diversidade da formação dos docentes. Percebemos que a origem acadêmica – a partir da área do doutorado – dos docentes corresponde a diversas formações, como as dos docentes da UFRJ que 62% possuem o título de doutorado em áreas correlatas à engenharia naval e, o caso mais emblemático vem da Universidade do Estado do Amazonas (UEA) que 100% dos docentes com título de doutorado não possuem essa formação em engenharia naval ou engenharia oceânica, apontando que o campo não é dependente de um único tipo de conhecimento.

O mesmo argumento é possível ser lançado sobre os cursos da região Sul (UFSC e FURG) e Nordeste (UFPE), que cumprem com a formação de mão de obra especializada para suprir demandas locais e regionais. Já os cursos da região Sudeste (USP e UFRJ) também cumprem esse objetivo de suprir a mão de obra especializada necessária, mas as formações desses cursos seguiram questões históricas, seja com o objetivo de nacionalizar o conhecimento obtido pela Marinha do Brasil, seja pelo fato de suportar a própria formação do setor produtivo naval que necessitava de mão de obra qualificada.

Em termos de publicação os docentes dessa engenharia da USP e UFRJ são os que mais publicam, tanto em periódicos quanto em anais de eventos e são os que desenvolveram mais projetos de pesquisa – o fator “tempo” de curso contribui com esta observação.

A partir dos grafos foi possível observar como estão dispostos os docentes e suas respectivas instituições no campo acadêmico e a UFRJ tem destaque dentre todas as analisadas. Considerando o universo limitado de 142 docentes, os da UFRJ são os mais importantes em termos de conectividade e popularidade. Entretanto, a rede demonstrou-se pouco densa, o que indica, de uma forma geral, baixa interação entre os docentes.

Finalmente, a partir de análises das palavras-chave podemos observar que o campo responde aos investimentos realizados no mesmo. Ainda que o termo “FPSO” tenha se mantido em destaque em todos os três períodos analisados é importante observar a variação de termos a partir dos anos 2010, momento de expansão dos laboratórios da USP e UFRJ. Tratam-se de termos que fazem menção aos usos dos laboratórios.

CONCLUSÕES

Nesta tese discutimos como se deu a formação e evolução do campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica no Brasil desde os anos 1950 até 2016. Discutimos o processo de coevolução dos programas de graduação e pós-graduação com instituições vinculadas à indústria naval e *offshore* e à Marinha do Brasil.

Resgatando a pergunta da tese de como o setor naval e oceânico brasileiro interfere nas capacidades e competências dos cursos de graduação e dos programas de pós-graduação de Engenharia Naval e Oceânica e vice-versa, conseguimos perceber que a transformação do setor produtivo e militar coevoluiu com as mudanças das atividades científicas praticadas pelas instituições acadêmicas e de pesquisa dessa engenharia.

A reconstituição da trajetória do campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica permitiu observar esses momentos de interação e as transformações na estrutura acadêmica, incluindo desde a própria negociação e criação de programas de graduação e pós-graduação, até as transformações da infraestrutura laboratorial, as adaptações das matrizes curriculares, a natureza das pesquisas científicas realizadas e os serviços prestados.

Pelo lado da Indústria de Construção Naval identificamos que o processo de transformação e modernização desse setor se apropriou de resultados de atividades científicas e de mão de obra competente desenvolvidas no âmbito dos programas de Engenharia Naval e Oceânica brasileiros.

Klevatorick *et. al.* (1995, p.193) destaca que as atividades em ciência básica fortalecem os esforços para avançar nas tecnologias industriais, fornecendo um conjunto de recursos teóricos, de dados, de técnicas e de solução de problemas, gerando, portanto, novos desenvolvimentos tecnológicos. Já Mowery e Sampat (2005, p.15) destacam – tendo por base as universidades norte-americanas – que são as áreas das engenharias e das ciências aplicadas que frequentemente são consideradas como “importantes” ou “muito importantes” pelos gestores empresariais para atingir objetivos de inovação industrial. O que está posto aqui é o papel relevante da atividade científica.

O primeiro curso de Engenharia Naval criado no país foi o da Universidade de São Paulo (USP) em 1956 desenvolvido mediante convênio estabelecido com a Marinha do Brasil. Em 1959 foi criado um segundo curso dessa engenharia na Universidade do Brasil,

atual Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), estabelecido por convênio com uma parcela do setor produtivo da então Moderna Construção Naval. Ambos os cursos surgiram em resposta ao contexto favorável à industrialização brasileira baseado nas políticas de substituição de importação aplicadas pelo Programa de Metas do presidente Juscelino Kubistchek (1956 – 1960) e que deu origem à moderna Indústria de Construção Naval.

A criação desses cursos esteve então associada à implantação da indústria de construção naval no final da década de 1950, que necessitava mão de obra qualificada para os estaleiros nacionais. Já a Marinha do Brasil – que desde o século XIX buscava formas de desenvolver-se, mas esbarrava na precariedade da indústria brasileira – entendeu que aquele era o momento de produzir localmente os conhecimentos necessários e estratégicos à defesa nacional, uma vez que produção tecnológica que resultaria desse conhecimento poderia ser finalmente construída no Brasil, aproveitando a instauração da nova indústria.

O curso de Engenharia Naval e Oceânica da USP foi uma das condições que permitiu à Marinha o desenvolvimento das Fragatas União e Independência, formando mão de obra competente para lidar com a nacionalização das Fragatas inglesas *Vosper MK-10*. Identificamos que a incorporação dessas Fragatas desencadeou um conjunto de processos que geraram profundas consequências na Marinha do Brasil como efeitos sobre o currículo das escolas de formação e especialização de oficiais, além de provocar um efetivo choque cultural, uma mudança de paradigmas consubstanciada no abandono do modelo de Marinha que sobrevivia às custas de empréstimos de material obsoleto de origem americana.

A formação de mão de obra competente pelos Programas de Engenharia Naval foi – no passado – e continua sendo o principal elo do campo acadêmico com a Indústria de Construção Naval. Póvoa (2008, p.281) afirma que “muitos estudantes, especialmente os da pós-graduação, vão para a indústria servindo de ponte que leva os avanços científicos para a indústria”, auxiliando, inclusive na “capacidade de absorção (de conhecimentos) das empresas”.

No entanto, ainda que autores como Rapini (2007, p.215) e Suzigan e Albuquerque (2009, p.37) tenham identificado um descompasso do desenvolvimento industrial e do desenvolvimento científico e tecnológico brasileiros, que permaneceu por quase toda a segunda metade do século XX, o setor produtivo naval e o campo acadêmico de Engenharia Naval promoveram suas interações logo no início dos anos 1960.

Parte da construção dessa interação se deu devido à institucionalização do campo a partir da criação da Sociedade Brasileira de Engenharia Naval (SOBENA) em 1962 e que permanece até os dias atuais. A SOBENA, uma sociedade civil, promovia encontros científicos entre as instituições ligadas ao setor naval e offshore para debater os problemas enfrentados pelos estaleiros dessa Indústria de Construção Naval e como articulá-los frente a capacidade científica e tecnológica disponíveis, atuando deste o início de suas atividades, portanto, como uma ponte entre a universidade e o setor produtivo. Ainda nos anos 1960 e início dos 1970 surgem os primeiros Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica e a pesquisa dessa engenharia passa a ser implementada de acordo com as necessidades do setor produtivo.

As áreas e linhas de pesquisas dos Departamentos de Engenharia Naval e Oceânica da USP e de Engenharia Naval da UFRJ entre 1960 e 1970 refletiam essa proximidade com o setor produtivo e militar. No momento em os estaleiros passaram a produzir grandes graneleiros, e que tornaria o Brasil no segundo maior produtor de embarcações do mundo no final da década de 1970, aqueles departamentos focaram suas atividades de pesquisas em melhorar essa capacidade produtiva, tanto do ponto de vista tecnológico, como as linhas de Sistemas Propulsores e de Controle e Automação, quanto em termos econômicos e ambientais.

Entretanto, a crise dos anos 1980 e o abandono das políticas de substituição de importações a partir dos anos 1990 afetaram duramente a indústria nacional, sobretudo a Indústria de Construção Naval que, de acordo com GEIPOT (1999b) e JESUS (2015), é altamente dependente do Estado, devido ao volume de recursos necessários ao desenvolvimento dessa indústria. Contudo, observamos que o campo acadêmico de Engenharia Naval conseguiu se reorganizar frente o desmantelamento do setor estabelecendo novas parcerias.

Foi com a interação com a Petrobrás, associada às demandas de conhecimentos ligados à engenharia *offshore* para viabilizar a exploração de petróleo em águas profundas, que redinamiza o campo a partir do final dos anos 1980. O Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas (PROCAP), divididos em três fases de 1986 a 2011 ampliou linhas de pesquisa, laboratórios e formação de recursos humanos dos Programas de Engenharia Naval e Oceânica da USP e da UFRJ.

Na UFRJ destacam-se nesse contexto do PROCAP: as criações do Laboratório de Tecnologia Submarina (LTS) com objetivos iniciais de analisar os efeitos da pressão em tubulações ou quaisquer outros equipamentos submersos em profundidades de até 1 mil metros de lâmina d'água e da modalidade de Doutorado do Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica da UFRJ e; em 1998 a Petrobras abre uma negociação diretamente com a UFRJ para instalação de um novo laboratório de testes em escala reduzida para plataformas *offshore*.

Na USP destacam-se as parcerias com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) que analisaram o conjunto das principais tecnologias desenvolvidas pela própria Petrobras, vinculados no contexto do PROCAP 1000 (1986 a 1991). Além disso, em 1993 esta empresa passa a negociar diretamente com o Departamento de Engenharia Naval e Oceânica a criação de um novo laboratório para análises e testes de ordem numérica e gráfica para empreendimentos *offshore*.

Ainda nos anos 1990 é criado o Programa de Pós-Graduação de Engenharia Oceânica, vinculado ao Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Identificamos que a criação desse programa, diferentemente dos “tradicionais”, foi mais afetado por um contexto institucional da própria universidade do que na relação com o setor produtivo. A vocação e filosofia assumidas pela FURG em lidar com o ecossistema costeiro e portuário da região de Rio Grande, no Rio Grande do Sul, geraram um conjunto de cursos desde os anos 1970 que deram condições para a existência *a posteriori* – a partir dos anos 2000 – da implantação de um setor produtivo baseado em atividades portuárias. Esse Programa se distingue dos outros equivalentes da USP e UFRJ também no foco das pesquisas, uma vez que aquele lida com questões mais relacionadas a oceanografia física – uma ciência que se ocupa das características físicas dos oceanos – do que uma “engenharia” – com foco em análises de materiais – propriamente.

Já os anos 2000 foram para o campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica a “década das redes de pesquisa e inovação” e para o setor produtivo, seu ressurgimento. O momento representou aos Programas tradicionais de Engenharia Naval a ênfase e consolidação da Engenharia Oceânica e se deu, principalmente, pela institucionalização de um conjunto de redes, capitaneadas pela Petrobras, a partir dos primeiros anos de década de 2000 e pelo investimento desta empresa na promoção de novos laboratórios e na modernização de alguns já existentes nas universidades tradicionais para pesquisa de tecnologia *offshore*.

O que entendemos é que os investimentos do PROCAP 3000 – terceira e última fase desse Programa (2000 a 2011) –, da implantação da rede “Centro de Excelência em Engenharia Naval e Oceânica” (CEENO) e das Redes Temáticas *Galileu* e *Archimedes* pela Petrobras, bem como a execução do Programa e Recursos Humanos (PRH) da ANP afetaram diretamente o campo acadêmico de Engenharia Naval cumprindo, na verdade, com objetivos de estabilizar o “vetor universidade”, para as relações universidade-empresa. E a universidade, num processo coevolutivo, transforma suas atividades de pesquisa e ensino para suportar as novas demandas setoriais, principalmente aquelas advindas da Petrobras. As principais realizações desse período foram as criações do “Laboratório de Tecnologia Oceânica” (LabOceano) da UFRJ, do Laboratório “Tanque de Provas Numérico” (TPN) da USP e a modernização do Laboratório “Tanque de Provas” do IPT.

O resultado mais imediato de todo esse investimento foi a institucionalização da prática de prestação de serviços dos Departamentos de Engenharia Naval das universidades tradicionais¹⁰⁶ a partir do uso da infraestrutura laboratorial permitiu a manutenção do setor produtivo de Construção Naval e *Offshore* no sentido possibilitar que outras empresas – além da própria Petrobras – acessassem conhecimentos no local, sem a necessidade de recorrer à laboratórios internacionais.

Esses serviços prestados por esse conjunto de laboratórios possibilitaram a Petrobras amadurecer, consolidar e aprofundar os usos e desenvolvimentos das tecnologias *offshore* idealizadas durante as três fases do PROCAP. A rede “Centro de Excelência em Engenharia Naval e Oceânica” (CEENO), que articulou as instituições tradicionais do campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica e a própria Petrobras, desenvolveu projetos estruturantes – FPSOBR e a plataforma MONO-BR – que efetivamente transformaram as formas de exploração e produção de petróleo.

Por outro lado, os anos 2000 também foram o momento de criação de novos Programas de Graduação e de Pós-Graduação fora da região Sudeste. O Brasil que vinha de quase 20 anos de estagnação produtiva naval e *offshore* (de 1980 a 1990) perdeu não só mercado internacional – pelo lado da indústria –, mas também uma parte da capacidade e competências ligadas à produção de conhecimentos e de tecnologias. O ressurgimento do setor produtivo – promovido por um conjunto de programas de reaquecimento da indústria de construção, sobretudo advindos da Petrobras como o “Programa de Renovação da Frota de

¹⁰⁶ Exceto o IPT, que desde os anos 1950 se ocupa de prestar serviços para empresas do setor naval e Marinha do Brasil nessa área de pesquisas navais.

Apoio Marítimo” (PROREFAM), “Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural” (PROMINP) e o “Programa de Modernização e Expansão da Frota” (PROMEFA) – deu força a essa indústria de construção naval e possibilitou sua desconcentração geográfica. Essa medida ficou conhecida como a instauração dos “Polos Navais”.

Dos nove Polos inicialmente idealizados, em cinco deles¹⁰⁷ geraram condições para o estabelecimento de novas graduações de Engenharia Naval nas seguintes regiões e instituições: na região Norte, a Universidade Federal do Pará (UFPA) e Universidade do Estado do Amazonas (UEA); na região Sul, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Universidade Federal do Rio Grande (FURG) e; na região Nordeste, a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Percebemos que nenhum desses novos programas de graduação levam no nome o termo “Oceânica” e que a identidade desses cursos está atrelada às características do setor produtivo, isto é, esses cursos surgiram para proporcionar a mão de obra competente e necessária ao pleno desenvolvimento dessa economia que é específica de construção e reparos navais.

Em simultâneo à criação dos novos cursos, surge em 2010 uma nova rede de pesquisa e inovação, denominada “Rede de Inovação para a Competitividade da Indústria Naval e *Offshore*” (RICINO), para dar sustentação a essa desconcentração do setor produtivo. E aqui um ponto interessante: percebemos que há entre o campo acadêmico e o setor produtivo uma via de mão dupla, ou seja, ainda que o campo acadêmico seja influenciado – historicamente – pelo setor produtivo para formar a mão de obra necessária e competente e gerar conhecimentos específicos sobre determinadas tecnologias, como é o caso das tecnologias *offshore* que transformaram as matrizes curriculares dos cursos e a infraestrutura laboratorial dos mesmos, o mesmo campo consegue estabelecer mecanismos próprios para transformar o setor produtivo.

Atualmente, o campo acadêmico é composto por sete programas de graduação presentes nas seguintes universidades públicas: Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal do Pará (UFPA) e Universidade do Estado do Amazonas (UEA), além do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Existem quatro

¹⁰⁷ Entretanto, em 2018, existem apenas 3 polos em funcionamento, mas todos os cursos criados naquele contexto permanecem ativos.

Programas de Pós-Graduação dessa engenharia no Brasil, presentes na USP e UFRJ, em ambas com modalidades de Mestrado Acadêmico e Doutorado; e na UFPA e FURG, apenas com Mestrado Acadêmico.

O campo se auto identifica como multidisciplinar e até 2016 possuía 142 docentes que possuem variadas formações acadêmicas. Os programas tradicionais dessa engenharia (USP e UFRJ) são os que mais se destacam no meio científico, tendo quase 70% de toda a produção bibliográfica (entre artigos publicados em periódicos e textos completos publicados em anais de eventos) e são os atores centrais da rede de colaboração exclusiva, o que mostra que esses dois programas são mais articulados entre si.

A produção bibliográfica desses docentes também sugerem os rumos e agenda da pesquisa. A partir de análises das palavras-chave dos registros bibliográficos coletados do conjunto de docentes vinculados, em 2016, especificadamente aos Programas de Pós-Graduação de Engenharia Naval (UFPA), Engenharia Oceânica (UFRJ e FURG) e de Engenharia Naval e Oceânica (USP) apontam para uma trajetória do conhecimento que é representativa à engenharia oceânica (*offshore*).

Foram resgatados registros bibliográficos que vão do ano 1992 a 2016. Percebemos que as palavras-chave mais frequentes nas publicações desses docentes são aquelas que situam tecnologias que foram sendo desenvolvidas no contexto das redes estabelecidas entre a Petrobras e as universidades no decorrer dos anos 2000, como o termo “*monocolumn platform*” que foi um empreendimento da Rede CEENO, ou mesmo os termos vinculados à “simulação” (*Numerical Simulation, Simulation e Construction Design*) que não apareceram em publicações durante os anos 1990 e estão condicionados aos investimentos realizados nos laboratórios Tanque de Provas Numérico (TPN) da USP e no Laboratório de Tecnologia Oceânica (LabOceano) da UFRJ que foram, em parte, desenvolvidos ou modernizados pelas Redes Temáticas da Petrobras *Galileu e Archimedes*.

Finalmente, percebemos que o campo acadêmico coevolui junto às organizações ligadas ao universo naval e *offshore* brasileiro, com destaque aos estaleiros, a Petrobras e a Marinha do Brasil, e se transforma a medida que novos desafios desse setor vão surgindo. Um ponto interessante foi descobrir que há uma “repetição” nas formas de como se dão as criações dos Novos Programas de Engenharia Naval, uma vez que a origem deles é a mesma – em termos de situação e contexto – daqueles programas tradicionais (USP e UFRJ), o que dá mais força ao nosso entendimento dessa coevolução.

A necessidade de se ter localmente uma mão obra qualificada, junto a um contexto político favorável ao desenvolvimento industrial foram as bases fundamentais que contextualizaram o surgimento de todos esses programas acadêmicos observados nessa tese e ao que tudo indica, a evolução desses novos cursos dependerá da criação e consolidação de novos arranjos entre o setor produtivo e a universidade – assim como ocorreu no passado com as universidades tradicionais. A rede RICINO foi a representação de uma dessas tentativas de estabelecer novas conexões entre os atores, mas que por eventos que vão além do nosso escopo, não deu seguimento em suas atividades.

Finalmente destacamos o processo de coevolução do campo acadêmico e do setor produtivo chamando atenção – para o lado acadêmico – da orientação das missões de pesquisa das instituições científicas para a indústria de construção naval. A característica transdisciplinar (GIBBONS *et. al.*, 1994) do campo acadêmico permite entender essa área da engenharia como sendo contextualizada ao setor produtivo, uma vez que os problemas científicos são discutidos e aprofundados sob influências de distintas partes interessadas (de dentro e de fora da universidade) e que o contato direto com os atores desse setor produtivo corroboram às definições das atividades realizadas pelos atores científicos e que também influenciam nas próprias matrizes curriculares desses Programas de Engenharia Naval e Oceânica.

A composição do campo científico que abriga docentes e pesquisadores das mais variadas formações acadêmicas aponta não apenas a interdisciplinaridade do mesmo, mas também a capacidade de lidar com a diversidade e complexidade dos problemas científicos e tecnológicos enfrentados pelo setor produtivo.

No geral tratamos de identificar como se deram as transformações do campo acadêmico de Engenharia Naval e Oceânica no Brasil, entretanto, ao longo de todo esse processo novas questões foram surgindo e que merecem aprofundamento e estudo futuros. Dentre elas, uma questão que apenas foi citada nesta pesquisa, mas que nos chamou atenção, foram as notas baixas dadas pela CAPES aos Programas tradicionais de Pós-Graduação de Engenharia Naval e Oceânica, tendo a USP nota 5 e na UFRJ nota 4 (levando em consideração que as notas variam de 3 a 7). Acreditamos – e isso precisaria ser mais bem explorado – que talvez o academicismo desta Coordenação não permita a mesma em observar ou mesmo julgar devidamente os potenciais desses programas que dispõem dos mais modernos laboratórios do mundo, que produzem conhecimentos que atendem diretamente o

setor produtivo e que formam a mão de obra competente que é necessária ao desenvolvimento industrial desse setor.

Outro ponto que pode ser mais bem explorado é a concepção da “terceira missão” da universidade, observando o que e como a engenharia naval pode contribuir nesta “missão”. Ainda que Nodari (2009) afirme que prestação de serviço remunerada é também uma das formas de extensão universitária, não conseguimos estabelecer uma definição comum aos atores desse campo, isto é, parte do campo não considera a prestação de serviço como extensão, e de acordo com o docente Floriano Pires Junior da UFRJ, entrevistado em 2015, a própria UFRJ não considera essa prestação de serviço que é realizada nos laboratórios navais como atividade de extensão, considerando apenas os trabalhos realizados junto a comunidade. Assim, essas questões podem ser mais bem aprofundadas futuramente aproveitando as análises dessa tese.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACERVO ESTADÃO (São Paulo). **O Estado de São Paulo**. São Paulo. Disponível em: <<http://acervo.estadao.com.br/>>. Acesso em maio de 2017.

ACERVO ESTADÃO (São Paulo). **O Estado de São Paulo**. São Paulo. Disponível em: <<http://acervo.estadao.com.br/>>. Acesso em março de 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (ANP). Relatório anual. In: _____. **Programa de recursos humanos da ANP para o setor petróleo e gás PRH-ANP/MCT**. Brasília, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2012a, 2014.

ALBUQUERQUE, E.L.A.E.; PIRES JUNIOR, F.C.M. O curso de engenharia naval da escola de engenharia da UFRJ. In: TELLES, P. C. S. (ed.). **História da construção naval no Brasil**. Rio de Janeiro: LAMN, FEMAR, 2001.

AMORIM, F. A. S.; DE PINHO ALHO, A. T.. **Introdução à engenharia naval: desafios e realizações**. In: ENCONTRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 6., 2000, Petrópolis, Itaipava: UFRJ, 2000.

AQUINO, J.A. **R para cientistas sociais**. Ilhéus, BA: Editus, 2014. 157p.

ARAÚJO, C. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 11-32, jan./jun. 2006.

ARBIX, G.; CONSONI, F. Inovar para transformar a universidade brasileira. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 26, n. 77, p. 205-224, 2011.

ARIA, M.; CURCCURULLO, C. Bibliometrix: A R tool for comprehensive bibliometric analysis of scientific literature. **Scientometrics**, 1, p. 1-17, 2016.

ASSAYAG, M.I. **Vanguarda, caminho para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: [s.n], 2013.

ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO (ALESP). **Decreto 25.230 de 16 de dezembro de 1955**. São Paulo, 1955.

ASSIS, L.F. Desafios, Necessidades e perspectivas na formação e capacitação de recursos humanos na área aeronáutica e aquaviária. In: AUDIÊNCIA P AUDIÊNCIA PÚBLICA DA COMISSÃO DE INFRAESTRUTURA. **Painel 13**. Brasília: Senado Federal, 2010.

BARAT, J.; CAMPOS NETO, C. A. S.; PAULA, J. M. P. Visão econômica da implantação da indústria naval no Brasil: aprendendo com os erros do passado. In: CAMPOS NETO, C. A. S.; POMPERMAYER, F. M. (eds.). **Ressurgimento da indústria naval no Brasil (2000-2013)**. Brasília: Ipea, 2014.

BARCELOS, R.; L.; G. **Estudo sobre a possibilidade de emergência de novas lógicas institucionais no campo acadêmico brasileiro**. 2017. 179f. Tese (Doutorado em Sociologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2017.

BASTIAN, M.; HEYMANN, S.; JACOMY, M. Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. **Icwsn**, v. 8, p. 361-362, 2009.

BITTENCOURT, A. A evolução da engenharia naval no Brasil. **Revista Marítima Brasileira**, v. 129, n. 10/12, p. 69-84, 2009.

BITTENCOURT, A. Modernização da atividade de engenharia naval da Marinha. In: TELLES, P. C. S. (ed.). **História da construção naval no Brasil**. Rio de Janeiro: LAMN, FEMAR, 2001.

BITTENCOURT, J.; R. **Memórias de um engenheiro naval**. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha, 2005.

BOTTER, R.C.; RIVA, J.C.T. Perfil do profissional do futuro. In: **Tópicos estratégicos para investimentos em CT&I nos setores de transporte aquaviário e de construção naval**. DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2009.

BRAGA, G. M. Informação, ciência, política científica: o pensamento de Derek de Solla Price. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 3, n. 2, p. 155-177, 1974.

BRASIL, Lei de Diretrizes; Lei. **Bases da Educação Nacional, Lei nº 9.394**. Brasília: Ministério da Educação, 1996.

BRASIL. **Decreto nº 2.705**, de 3 de Agosto de 1998. Lei complementar à Lei do Petróleo. Define critérios para cálculo e cobrança das participações governamentais de que trata a Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, aplicáveis às atividades de exploração, desenvolvimento e produção de petróleo e gás natural, e dá outras providências. Brasília, 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2705.htm>.

BRASIL. Lei do Petróleo. **Lei nº 9.478, de 6 de Agosto de 1997**. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Brasília, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9478.htm>.

BRASIL./CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Resolução Cne/Ces 11, De 11 De Março De 2002**. BRASÍLIA Câmara De Educação Superior, 2002.

BUFREM, L.; PRATES, Y. O saber científico registrado e as práticas de mensuração da informação. **Ciência da Informação**, v. 34, n. 2, p. 9-25, 2005.

BURIN, C.B.; GOHR, C.F.; SANTOS L.C. A coevolução dos contextos macroambiental e setorial das organizações sucroalcooleiras no período 2000 a 2010. **XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012.

BUYS, Bruno. Laboratório de tecnologia oceânica: inovação nas ondas do mar. **Inovação Uniemp**, Campinas, v. 1, n. 3, dez. 2005. Disponível em <http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-23942005000300009&lng=pt&nrm=iso>.

CALLON, M.; COURTIAL, J. P.; PENAN, H. **Cienciometría, el estudio cuantitativo de la actividad científica**: de la bibliometría a la vigilancia tecnológica. Espanha: Trea, 1995. 104p.

CAMPOS NETO, C.A.S. Investimentos e financiamentos na indústria naval brasileira 2000-2013. In: CAMPOS NETO, C.A.S.; POMPERMAYER, F.M. (eds.). **Ressurgimento da indústria naval no Brasil:(2000-2013)**. Brasília, Ipea, 2014.

CARVALHO, D. S.; CARVALHO, A. B.; DOMINGUES, La ROCHA, M. V. O polo naval e *offshore* e o desenvolvimento regional na metade sul do Rio Grande do Sul. **Ensaios FEE**, v. 34, 2013.

CENTRO DE EXCELÊNCIA EM ENGENHARIA NAVAL E OCEÂNICA (CEENO/PETROBRAS **Novas concepções de unidades de flutuantes de produção de petróleo para lâmina d' água >1800 m**. Rio de Janeiro, 2002. Apresentação cedida pelo CNAVAL/IPT (Centro Tecnológica de Engenharia Naval/Instituto de Pesquisas Tecnológicas).

CENTRO DE EXCELÊNCIA PARA O MAR BRASILEIRO (CEMBRA). **O Brasil e o mar no século XXI**: relatório aos tomadores de decisão do país. Edição virtual. [S.l.]: A Comissão, 2015. Disponível em: < <http://www.cembra.org.br/>>.

CENTRO DE TECNOLOGIA MECÂNICA, NAVAL E ELÉTRICA/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (CTMNE/IPT). **Centros Tecnológicos**. Disponível em: http://www.ipt.br/centros_tecnologicos/CTMNE. Acesso em março de 2018.

COELHO, L.C.G. **Manual do sistema Dynasim -Versão 1.4** - análise dinâmica de sistemas ancorados. TeCGraf - Grupo de Tecnologia em Computação Gráfica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro; Rio de Janeiro, 2001.

COMISSÃO COORDENADORA DO CURSO DE ENGENHARIA NAVAL. O curso de engenheiros navais de Construção Naval da Escola Nacional de Engenharia da Universidade do Brasil. In: SEMANA DE ESTUDOS SOBRE TRANSPORTES MARÍTIMOS E CONSTRUÇÃO NAVAL. INSTITUTO DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO, 1., 1960,13 a 24 de set, 1960. **Anais...** São Paulo, 1960.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA (CONFEA). **Resolução CONFEA nº 218/73**. Estabelece as atribuições dos profissionais vinculados ao sistema CONFEA/CREA. Brasília/DF, 1973.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (CNPq). **Termo de adesão e compromisso do sistema de currículos da Plataforma Lattes**. Brasília, Disponível em: https://www.cnpq.br/cvlattesweb/pkg_cv_estr.termo, Acesso em janeiro de 2017

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. SISTEMA NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO (CAPES.SNPG) **Dados do SNPG** – Cadernos de Indicadores. Disponível em:<<http://conteudoweb.capes.gov.br/conteudoweb/CadernoAvaliacaoServlet>>. Acesso em janeiro de 2018.

COSTA, L. Desenvolvimento tecnológico em parceria com Petrobras no Estado de São Paulo. In: WORKSHOP DESENVOLVIMENTO DA CADEIA DE FORNECEDORES DE S. PAULO, 2011, 25 out. 2011. **Apresentação...** São Paulo, 2011.

CUNHA, L. A. **A universidade temporã**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1980.

D'AVILA, A. P.; BRIDI, M. A. Indústria naval brasileira e a crise recente: o caso do Polo Naval e *Offshore* de Rio Grande (RS). **Cadernos Metrópole**, v. 19, n. 38, 2017.

DAGNINO, R., VELHO, L. As relações universidade-empresa-governo: Um estudo sobre a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). In: THOMAS,.; DAGNINO, R. (orgd). **A pesquisa universitária na América Latina e a vinculação universidade-empresa..** Chapecó, SC: Argos, 2011.

DANTAS, E.; BELL, M.. The co-evolution of firm-centered knowledge networks and capabilities in late industrializing countries: the case of Petrobras in the *offshore* oil innovation system in Brazil. **World Development**, v. 39, n. 9, p. 1570-1591, 2011.

DE BRITO, A. G. C.; QUONIAM, L.; MENA-CHALCO, J. P. Exploração da Plataforma Lattes por assunto: proposta de metodologia. **Transinformação**, v. 28, n. 1, 2016.

DE LA VEGA, I. **Módulo de capacitación para la recolección y el análisis de indicadores de investigación y desarrollo**. [S.l.]. Banco Interamericano de Desarrollo-BID, 2009.

DE LACERDA, A. L.; WEBER, C.; PORTO, M. P.; DA SILVA, R. A; A importância dos eventos científicos na formação acadêmica: estudantes de biblioteconomia. p. 130-144. **Revista ACB**, v. 13, n. 1, p. 130-144, 2008.

DIVISÃO DE TECNOLOGIA DE TRANSPORTES (DITT). **Divisão de Tecnologia de Transportes**, São Paulo, IPT, 1999. Documentos internos

E-MEC. **Instituições de educação superior e cursos cadastrados**. Disponível em: <http://emec.mec.gov.br/>. Acesso em maio de 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES (GEIPOT). **Política governamental e competitividade da marinha mercante brasileira**. Brasília: GEIPOT, 1999. v.1 tomo 1.

_____. **Política governamental e competitividade da marinha mercante brasileira**. Brasília: GEIPOT, 1999a.v.1 tomo 2.

_____. **Política governamental e competitividade da marinha mercante brasileira**. Brasília: GEIPOT, 1999b. v.2.

_____. **Política governamental e competitividade da marinha mercante brasileira**. Brasília: GEIPOT, 1999c. v.3.

FARIA, L.I.L. **Bibliometria**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2015. Apostila.

FAVARIN, J.V.R.; AMARANTE, R.M.; ANDERSON, V.L.; GALLARDO, A.F.; PINTO, M.M.O. **Desafios para o ressurgimento da cadeia de fornecedores navais no Brasil**. São Paulo: CEGN – Poli – Depto de engenharia Naval e Oceânica, 2009.

FIORAVANTE, D.G; AGUIRRE, L. A cooperação entre universidades e empresas e os fornecedores da Petrobras. In: TURCHI, L. M.; DE NEGRI, F. O.; DE NEGRI, J. A. (orgs). **Impactos tecnológicos das parcerias da Petrobras com universidades, centros de pesquisa e firmas brasileiras**. Brasília: Ipea, 2013.

FUCK, M. P.; BONACELLI, M. B. A abordagem neo-shumpeteriana do processo de coevolução tecnológica e institucional. **Revista Economia & Tecnologia**, v. 5, n. 4, 2009.

FURTADO, A. T. A trajetória tecnológica da Petrobrás na produção *offshore*. **Revista spacios**, v., n.17, n. 3, 1996.

FURTADO, A. T., MARZANI, B. S e PEREIRA, N. M. **Política de compras da indústria do petróleo e gás natural e a capacitação dos fornecedores no Brasil: o mercado de equipamentos para o desenvolvimento de campos marítimos**. Rio de Janeiro: Projeto CTPETRO/ tendência tecnológicas, 2003.

FURTADO, A. T.; FREITAS, A. G.. Nacionalismo e aprendizagem no Programa de Águas Profundas da Petrobras. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 3, n. 1, p. 55-86, 2004.

GARCIA, A.E.B; SALLES FILHO, S.L.M. Trajetória institucional de um instituto público de pesquisa: o caso do Itai após 1995. **Revista de Administração Pública**, vol.43, n.3, pp.661-693, 2009. ISSN 0034-7612. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-76122009000300007>.

GARCIA, R.; ARAUJO, V. C.; MASCARINI, S.; SANTOS, E. G. Efeitos da Qualidade da Pesquisa Acadêmica sobre a Distância Geográfica das Interações Universidade-Empresa. **Revista Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 44, n.1, p 105-132, jan.-mar. 2014.

GARCIA, S. R. Agentes produtivos e desenvolvimento: polo naval e capacidade de inovação no Rio Grande do Sul. **Política & Sociedade**, v. 12, n. 24, p. 89-114, 2013.

GIBBONS, M. (ed.). **The new production of knowledge: the dynamics of science and research in contemporary societies**. London: Sage, 1994.

GIBBONS, M.; NOWOTNY, H.. The potential of transdisciplinarity.

In: **Transdisciplinarity: joint problem solving among science, technology, and society**. Birkhäuser, Basel, 2001. p. 67-80.

GIELFI, G.G. **A interação universidade-empresa na indústria de petróleo brasileira – Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Campinas, SP : [s.n.], 2017**

GIELFI, G. G. et al. University-industry research collaboration in the Brazilian oil industry: the case of Petrobras. **Rev. Bras. Inov**, v. 16, n. 2, p. 325-350, 2017.

GIELFI, G. G.; FURTADO, A.T.; TIJSSEN, R. R&D funding policy and university-industry research collaboration in Brazil: the case of Petrobras. In: ENCONTRO DA NACIONAL DE ECONOMIA INDUSTRIAL E INOVAÇÃO, 1., 2016, Araraquara, SP. **Anais...** Araraquara: ABEIN, 2016.

GIELFI, G. G.; PEREIRA, N. M.; GOMES, R.; FORNARI, V. C. B. A interação usuário-produtor na indústria petrolífera brasileira: a relação da Petrobras com seus fornecedores de árvore de natal molhada. In: CONGRESSO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA: INNOVACIÓN PARA EL CRESCIMIENTO SOSTENIBLE EN EL MARCO DEL BICENTENARIO, 14., 2011, Lima. **Anales...** New York: ALTEC, 2011.

GORH, C.F.; SANTOS, L.C. Um modelo para analisar a mudança estratégica pela perspectiva da coevolução. XXVI ENEGEP. **Anais...** - Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006.

GOULARTI FILHO, A. A trajetória da Marinha Mercante Brasileira: administração, regime jurídico e planejamento. **Revista Pesquisa & Debate**, SP, v. 21, n. 2 (38), p. 247-278, 2010.

GOULARTI FILHO, A. História econômica da construção naval no Brasil: formação de aglomerado e performance inovativa. **Revista de Economia**, v. 12, n. 2, 2011.

GUERRA, Y. T. B. A engenharia naval no Brasil. In: VARGA, M. (ed.). **Contribuições para a história da engenharia no Brasil**. São Paulo: EPUSP, 1994.

GUIMARÃES, V. A. L.; INNOCENTINI HAYASHI, M. C. P.. Os eventos científicos: espaços privilegiados para a comunicação da ciência. **Comunicologia-Revista de Comunicação da Universidade Católica de Brasília**, v. 7, n. 2, p. 204-229, 2015.

HAYASHI, C. P. I. Sociologia da ciência, bibliometria e cientometria: contribuições para a análise da produção científica. In: SEMINÁRIO DE EPISTEMOLOGIA E TEORIAS DA EDUCAÇÃO, 4., 2012, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2012.

INOUE, M. F. M.; LEAL, T. S. L.. Imigração japonesa e engenharia naval: o papel e a importância da Ishikawajima do Brasil. **Revista Maracanan**, v. 6, n. 6, p. 207-228, 2010.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Poder de compra da Petrobras**: impactos econômicos nos seus fornecedores. Brasília: Ipea/Petrobras, 2010.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). **IPT, 100 anos de tecnologia**. São Paulo: Ed. Publicação IPT, 1999.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). In:_____. **Sinopse Estatística da Educação Superior**. Brasília, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/basica-censo-escolar-sinopse-sinopse>>. Acesso em junho de 2018.

JESUS, C. G. Contribuições para análise da tecnologia e do trabalho na indústria de construção naval brasileira. **Revista Ciências do Trabalho**, n. 9, 2017.

JESUS, C. G. Notas sobre a desconcentração regional da indústria de construção naval brasileira no princípio do século XXI. **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 1, n. 1, 2016.

JESUS, C.G. **Retomada da indústria de construção naval brasileira: reestruturação e trabalho**. 2013. xxiv+171. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) – UNICAMP, Instituto de Geociências, Campinas, SP, 2013.

JESUS, C.G; GITAHY, L. M. Transformações na indústria de construção naval brasileira e seus Impactos no mercado de trabalho (1997-2007). In: CONGRESSO DE DESENVOLVIMENTO REGIONAL DE CABO VERDE, 1., 2009, 6 a 11 de Julho, Cabo Verde. **Anais eletrônicos...** Cabo Verde: [s.n], 2009.

KANNEBLEY JÚNIOR, S.; CAROLO, M.D. O impacto da interação universidade-empresa na produtividade dos pesquisadores: uma análise dos docentes coordenadores de projetos com apoio da Petrobras/ANP. In: CAMPOS NETO, C. A. S.; POMPERMAYER, F. M. (orgs.). **Ressurgimento da indústria naval no Brasil (2000-2013)**. Brasília: Ipea, 2014.

KLEVORICK, A.; LEVIN, R.; NELSON, R.; WINTER, S. On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities. **Research Policy**, v. 24, n. 2, p. 185-205, mar. 1995.

KUMARA, A.; PRAKASAN, E. R.; MOHAN, L.; KADEMANI, B. S.; KUMARA, V. Bibliometric and scientometric studies in physics and engineering: recent ten years analysis. In: PUTTING KNOWLEDGE TO WORK: BEST PRACTICES IN LIBRARIANSHIP, 2009, 1-2 may, Mumbai (India). **Proceedings...** Mmbai: BOSLA, 2009.

LABORATÓRIO DE TECNOLOGIA SUBMARINA (LTS) / UFRJ.COPPE). **Manual da qualidade, segurança, saúde no trabalho e ambiental** (Sistema de Gestão Integrado – SGI). Rio de Janeiro, 2017

LABORATÓRIO DE TECNOLOGIA SUBMARINA (LTS). Rio de Janeiro: COPPE, 2018. Site institucional: apresentação. Disponível em: < <http://www.lts.coppe.ufrj.br/2017/>>. Acesso em janeiro de 2018.

LANDEIRO, V.L. **Introdução ao uso do programa R**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2011. Apostila do Programa de Pós Graduação em Ecologia.

LEMLE, M. Desenvolvimento tecnológico com soberania nacional: como resistir em tempos de crise. **Engenharia em Revista**. Clube da Engenharia, Rio de Janeiro, nov, 2015.

LEONE, P.C. Pesquisa Fundamental e Pós Graduação de Engenharia Naval. **Plano Básico do Desenvolvimento Científico e Tecnológico**. 1974.

LEWIN, A.Y.; VOLBERDA H.W. Prolegomena on Coevolution: A Framework for Research on Strategy and New Organizational Forms. **Organization Science**, Vol. 10, No. 5, (Sep. - Oct., 1999), pp. 519-534, 1999.

LIMA, G.P.S. **O soerguimento da construção naval brasileira nos anos 2000**: uma análise neo-schumpeteriana. 2009. 194p. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, São Paulo, 2009.

LUNDVALL, B. Å.; JOSEPH, K. J.; CHAMINADE, C.;VANG, J. (eds.). **Handbook of innovation systems and developing countries**: building domestic capabilities in a global setting. [S.l.]: Edward Elgar Publishing, 2011.

MACIAS-CHAPULA, C. A. O papel da informetria e da cienciométrica e sua perspectiva nacional e internacional. **Ciência da informação**, v. 27, n. 2, 1998.

MARTINS FILHO, J. Marinha, tecnologia e política no Brasil do século XX ao século XXI. **Revista Marítima Brasileira**. v. 129, p. 105-118, 2009.

MARTINS, P. D. Projeto de engenharia: um jogo intelectual entre livre criação e ação disciplinada. In: ENCONTRO EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 9. 2002, Uberaba. **Anais...** Uberaba: Uniube, 2002.

MARTINS, P. D.; SILVEIRA, M. H. Sobre projeto, métodos e qualidade na formação de engenheiros. **Educação, mercado e desenvolvimento: mais e melhores engenheiros**. São Paulo: ABENGE, 2008.

MEADOWS, A. J.. **A Comunicação Científica**. Tradução de Antonio Agenor Briquet de Lemos. 1999.

MENA-CHALCO, J. P.; CESAR-JR, R. M. Prospecção de dados acadêmicos de currículos Lattes através de scriptLattes. In: **Bibliometria e Cientometria: reflexões teóricas e interfaces**. HAYASHI, M.C. P. I.; LETA, J. (Orgs.), 109–128. São Carlos: Pedro & Joao Editores, 2013. p. 109-128.

MICHAHELLES, C. Mar sem fronteiras: Rio ganha laboratório oceânico mais profundo do mundo. **Revista FAPERJ**, set., 2003.

MICHIMA, P. S. A; MELO, S. E. G.; PETKOVIC, M. A. L. **Academic and technological partnerships between a newly created undergraduate course in naval engineering and new shipyards in northeastern Brazil**. Recife: UFPE, 2015.

MIGLIOLI, S. Originalidade e ineditismo como requisitos de submissão aos periódicos científicos em Ciência da Informação. **Liinc**, v. 8, n. 2, 2012.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). [Parecer CNE/CES nº 436/2001, aprovado em 2 de abril de 2001](#). Orientações sobre os Cursos Superiores de Tecnologia - Formação de Tecnólogo. Brasília, 2001.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). [Parecer CNE/CP nº 29/2002, aprovado em 3 de dezembro de 2002](#). Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a organização e o funcionamento dos cursos superiores de tecnologia. Brasília, 2002.

MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS/ INSTITUTO BRASILEIRO DE INFORMAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MDIC/IBICT). **Observatório brasileiro de arranjos produtivos locais**. Disponível em: <<http://www.observatorioapl.gov.br/>>. Acesso em junho de 2018.

MONTEIRO, G. **Curso de Engenharia Naval da UFPA ganha excelência**. Belém: UFPA. Assessoria de Comunicação da UFPA, 2011. Disponível em: <https://ww2.ufpa.br/imprensa/noticia.php?cod=5072>. Acesso em janeiro de 2018.

MORAIS, J. M. **Petróleo em águas profundas: uma história tecnológica da Petrobras na exploração e produção offshore**. Brasília: Ipea/Petrobrás, 2013.

MOREL, R.. L. M. **Ciência e Estado** – a política científica e tecnológica no Brasil. São Paulo: T. A. Queiroz, Ltda, 1979.

MOWERY, D. C.; ROSENBERG, N. **Trajetórias da inovação: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX**. Campinas: Editora Unicamp, 2005.

MOWERY, D.; SAMPAT, B. Universities in national innovation systems. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D.; NELSON, R. (eds.). **The Oxford handbook of innovation**. Oxford: University Press, 2005..

NASCIMENTO, P.A.M.M. Retratos da produção científica brasileira em áreas relevantes para o setor de petróleo e gás natural nos anos 2000. In: TURCHI, L. M.; DE NEGRI, F.; DE NEGRI, J. A. (orgs). **Impactos tecnológicos das parcerias da Petrobras com universidades, centros de pesquisa e firmas brasileiras**. Brasília: Ipea, 2013.

NELSON, R. R. (ed.). **National innovation systems: a comparative study**. Oxford: University Press, 1993.

NELSON, R. R. National innovation systems: a retrospective on a study. **Industrial and corporate change**, v. 1, n. 2, p. 347-374, 1992.

NISHIMOTO, K.; FERREIRA, M. D.; MARTINS, M. R.; MASSETI, I. Q.; MARTINS, C. A. JACOB, B. P.; SILVEIRA, E. S. S. Numerical *offshore* tank: development of numerical *offshore* tank for ultra deep water oil production systems. In: ASME INTERNATIONAL CONFERENCE ON *OFFSHORE* MECHANICS AND ARCTIC ENGINEERING, 22., 2003, Cancun, México. **Proceedings...** New York: American Society of Mechanical Engineers. 2003. p. 575-584.

NÚCLEO ESTADUAL DE ARRANJOS PRODUTIVOS LOCAIS NO AMAZONAS (NEAPL). APL de construção naval In: _____. **Plano de desenvolvimento preliminar**. Manaus, 2009.

NUNES, M. B. M.; SOUZA, N. V. X.; SCHWARTZMAN, S. Pós-Graduação em engenharia: a experiência da Coppe. In: SCHWARTZMAN, S. (org). **Universidades e instituições Científicas no Rio de Janeiro..** Brasília: CNPq, 1982.

OHIRA, M.L.B; OHIRA, M. Eventos científicos – espaço de debates da temática biblioteca digital: do SNBU ao SIBD. In: Seminário Internacional de Bibliotecas Digitais Brasil – SIBDB. 2007, São Paulo **Anais...** Campinas: Unicamp, 2007.

OLINTO, C. R.; BASTOS, C. A. B.; SANTOS, F. B. F. As propostas dos cursos de engenharia mecânica naval e engenharia civil costeira e portuária na Universidade Federal do Rio Grande-FURG. In: COBENGE - CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 40., 2012, Belém. **Anais...** Belém: ABENGE - Associação Brasileira de Educação de Engenharia, 2012. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2012/artigos/104323.pdf>>. 2012.

ORTIZ NETO, J. B.; COSTA, A. J. D.. A Petrobrás e a exploração de Petróleo *Offshore* no Brasil: um approach evolucionário. **Revista Brasileira de Economia**, v. 61, n. 1, p. 95-109, 2007.

PADOVEZI, C. D. Atividades do Centro de Excelência em Engenharia Naval e Oceânica – CEENO. In: FENASHORE, 26 de Setembro de 2007, Niterói. **Apresentação...** Niterói: IBP, 2007.

PAES, R. et al. **Arranjo produtivo local polo naval e offshore de Rio Grande e entorno: caracterização territorial e plano de desenvolvimento**. Rio Grande: FURG, 2014.

PASIN, J. A. B. Indústria naval do Brasil: panorama, desafios e perspectivas. **Revista do BNDES**, v. 9, nº 18, Rio de Janeiro. p.121-148. Dez/2002.

PEREIRA, D. B.; MORAES, I. S.; MENEZES, G.; ORELLANA, V. Q. **Avaliação da expansão do polo naval sobre o desempenho do mercado de trabalho dos arranjos produtivos locais.** 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/310775894_Avaliacao_da_expansao_do_polo_nav_al_sobre_o_desempenho_do_mercado_de_trabalho_dos_arranjos_produtivos_locais>.

PEREIRA, L. B. Quando penso no futuro, não esqueço o meu passado: trabalho, direitos e memória na indústria naval do Rio de Janeiro. In: VERAS DE OLIVEIRA, R.; SANTANA, M. A. (orgs.). **Trabalho em territórios produtivos reconfigurados no Brasil.** João Pessoa: Editora da UFPB, 2013.

PERETA, M. G. S. Um approach evolucionário da trajetória tecnológica do segmento *offshore* na indústria de petróleo brasileiro: os desafios tecnológicos do pré-sal. In: CONGRESSO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTÃO DA TECNOLOGIA (ALTEC), 15., 2015, Araraquara. **Anais...** Araraquara: Unesp, 2015.

PETERS, H. P. F.; VAN RAAN, A. F. J. Co-word-based science maps of chemical engineering. Part II: Representations by combined clustering and multidimensional scaling. **Research Policy**, v. 22, n. 1, p. 47-71, 1993b.

PETERS, H. P. F.; VAN RAAN, A. F. J. Co-word-based science maps of chemical engineering. Part I: Representations by direct multidimensional scaling. **Research Policy**, v. 22, n. 1, p. 23-45, 1993a.

PETRÓLEO BRASILEIRO S. A. (PETROBRAS). **Centro de Excelência em Engenharia Naval e Oceânica.** Documento descritivo. Rio de Janeiro, maio de 2000.

PETRÓLEO BRASILEIRO S. A. (PETROBRAS). Terminais *offshore* de última geração garantem mais eficiência no suprimento das refinarias no sul do Brasil. In: **Blog fatos e dados**, 2015. Disponível em: < <http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/terminais-offshore-de-ultima-geracao-garantem-mais-eficiencia-no-suprimento-das-refinarias-no-sul-do-brasil.htm>>. Acesso em janeiro de 2018.

PÓVOA, L. M. C. A crescente importância das universidades e institutos públicos de pesquisa no processo de catching-up tecnológico. **Economia Contemporânea**, v. 12, n. 2, p. 273-300. 2008.

POWELL, W. W.; SMITH-DOERR, L. Networks and economic life. **The handbook of economic sociology**, v. 368, p. 380, 1994.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Programa de metas do Presidente Juscelino Kubistchek**. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação, 1958.

PROGRAMA DE RECURSOS HUMANOS (PRH 03). Site institucional: disciplinas. Disponível em: < <http://prh03.prh.ufrj.br/>>. Acesso em fevereiro de 2018.

PROGRAMA DE MOBILIZAÇÃO DA INDÚSTRIA NACIONAL DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL (PROMINP). **Sobre o Prominp**. 2013. Disponível em: < http://www.prominp.com.br/prominp/pt_br/conteudo/sobre-o-prominp.htm>. Acesso em maio de 2017.

RAPINI, M. S. Interação universidade-empresa no Brasil: evidências do Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq. **Estudos Econômicos** (São Paulo), v. 37, n. 1, p. 211-233, 2007.

REDE DE INOVAÇÃO PARA A COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA NAVAL E *OFFSHORE* (RICINO). **Plano de ações estratégicas**. Rio de Janeiro, 2010.

REDE DE INOVAÇÃO PARA A COMPETITIVIDADE DA INDÚSTRIA NAVAL E *OFFSHORE* (RICINO). **Plano de ações estratégicas**. Rio de Janeiro, 2011.

SAFARZYŃSKA, Karolina; VAN DEN BERGH, Jeroen CJM. Demand-supply coevolution with multiple increasing returns: Policy analysis for unlocking and system transitions. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 77, n. 2, p. 297-317, 2010.

SALERNO, M. S.; FREITAS, SLTU. A influência da Petrobras no desenvolvimento tecnológico: o caso dos institutos de ciência e tecnologia na região sudeste. TURCHI, LM; DE NEGRI, F.; DE NEGRI, JA (Orgs). **Impactos tecnológicos das parcerias da Petrobras com universidades, centros de pesquisa e firmas brasileiras**. Brasília: IPEA/Petrobras, 2013. p. 321-358.

SALLES FILHO, S. *et al* (Coord.). **Ciência, tecnologia e inovação: a reorganização da pesquisa pública no Brasil**. Campinas: Editora Komedi, 2000.

SAMPAIO, H.; SANCHEZ, I. Formação acadêmica e atuação profissional de docentes em educação: USP e Unicamp. **Cadernos de Pesquisa**, v. 47, n. 166, p. 1268-1291, 2017.

SÃO PAULO (Estado). Laboratório da Poli-USP reproduz operações de navio de grande porte. **Diário Oficial do Estado de São Paulo (DOSP)**. Poder Executivo - Seção II. São Paulo, Quinta-feira, 19 de abril de 2018.

SARDINHA, A. **Dimensões de navios: porte, arqueação, deslocamento**. Lisboa: Coleção Mar Fundamental, 2013.

SHINN, T.; RAGOUET, P. **Controvérsias sobre a ciência: por uma sociologia transversalista da atividade científica**. São Paulo: Editora 34, 2008.

SILVA, C. **Compras governamentais e aprendizagem tecnológica: uma análise da política de compras da Petrobras para seus empreendimentos *offshore***. 306f. 2009. Tese(Doutorado em Política Científica e Tecnológica) – Unicamp, Departamento de Política Científica e Tecnológica, 2009.

SILVA, C.; NOVAES, H.T. Petrobras 60 años: avances y retrocesos en el desarrollismo brasileño. **América Latina Hoy** v.72, 2016.

SILVA, L. R. **As transformações da seção naval do Instituto de Pesquisas Tecnológicas: aprendizagem e evolução institucional**. 2012. 113p. Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) – UNICAMP, Instituto de Geociências, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000905511>>

SILVA, L. R.; GITAHY, L. M.. **As transformações da seção naval do Instituto de Pesquisas Tecnológicas: aprendizagem e evolução institucional**. 2012.

SILVEIRA, J.P. **Fundamentos do Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP)** apud MORAIS, José Mauro de. **Petróleo em águas profundas: uma história tecnológica da Petrobras na exploração e produção *offshore***. 2013.

SIMOS, A.N. O departamento de engenharia naval e oceânica: novos rumos. apresentação oral. In: **Comemoração dos 60 anos do convênio entre a USP e a Marinha do Brasil e da criação do curso de Engenharia Naval**. USP – São Paulo, 2007.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO E REPARAÇÃO NAVAL E *OFFSHORE* (SINAVAL). **Histórico resumido da indústria de construção naval no Brasil**. Rio de Janeiro, Dezembro, 2002.

_____. Impacto na formação de RH nos estaleiros e a curva de aprendizado. In: **Navalshore Marintec South America**. 2012.

_____. **Cenário da construção naval 1º trimestre de 2013**. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **Cenário da construção naval 1º trimestre de 2014**. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **Cenário da construção naval 2º trimestre de 2014**. In XII Seminário Internacional de Energia, Rio de Janeiro, 2014b.

_____. Sem título. In: Rio International Defense Exhibition (RIDEX). Disponível em: < <http://sinaval.org.br/wp-content/uploads/Apresenta%C3%A7%C3%A3o-SINAVAL-RIDEX.pdf>>. Acesso em maio de 2018. Apresentação em PowerPoint.

_____. **Empregos nos estaleiros brasileiros**. 2016. Disponível em: < <http://sinaval.org.br/empregos/>>. Acesso em maio de 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENGENHARIA NAVAL (SOBENA). **Dicionário naval**. Disponível em: http://www.sobena.org.br/diciona_naval.asp. Acesso em maio de 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ENGENHARIA NAVAL (SOBENA). **Estatuto SOBENA**. Disponível em: < <http://www.sobena.org.br/> >. Acesso em fevereiro de 2018.

SPINAK, E. Indicadores científicos. **Ciência da Informação**, Brasília, v.27, n.2, p.141-148, maio/ago.1998.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M.; CARIO, S. A. F. (eds.). **Em busca da inovação: interação universidade-empresa no Brasil**. Autêntica, 2011.

SUZIGAN, W.; GARCIA, R.; FURTADO, J. Governance structures in local productive systems - Estruturas de governança em arranjos ou sistemas locais de produção. **Gestão e Produção**, v. 14, n. 2, 2007.

SZMRECSÁNYI, T. Esboços de história econômica da ciência e da tecnologia. In: SOARES, L.C. (org.). **Da revolução científica à big (business) science**. Hucitec/Eduff, p. 155-200, 2001.

TACHIBANA, T. A inserção da engenharia naval nos 100 anos do IPT. **Revista Politécnica**, v. 217, p. 15 - 17, 1999.

TELLES, P. C. S. **História da construção naval no Brasil**. Rio de Janeiro: LAMN, FEMAR, 2001.

TORGO, L. **Introdução à programação em R**. Porto: Universidade do Porto. Faculdade de Economia, 2006.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Cinquentenário do convênio entre a Marinha do Brasil e a Universidade de São Paulo: a criação do curso de engenharia naval na escola politécnica**. São Paulo, 2007

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Projeto Político Pedagógico (PPP) - habilitação em engenharia naval**. São Paulo, abril de 2013.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES (USP. BDTD), Teses e Dissertações. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/>>. Acesso em abril de 2018.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA NAVAL (USP.PPGEN). **Trabalhos defendidos**. Disponível em: <http://www.ppgen.poli.usp.br/>. Acesso em abril de 2018.

_____. **Infraestrutura**. Disponível em: <http://www.ppgen.poli.usp.br/>. Acesso em 2018.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. SISTEMA NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO (USP.SNPG). **Cadernos de indicadores**. Acesso USP/Engenharia III. Documento Proposta do Programa. Disponível em: <<http://conteudoweb.capes.gov.br/conteudoweb/CadernoAvaliacaoServlet?acao=pesquisaAno&ano=2012>>. 2012 .Acesso em janeiro de 2018.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS. GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA NAVAL/ (UEA.NAVAL). **Site institucional**. Disponível em: <http://cursos3.uea.edu.br/apresentacao.php?cursoId=110>. Acesso em fevereiro de 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE). **Projeto Político Pedagógico do curso de graduação em engenharia naval**. Setembro de 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO. CURSO DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA NAVAL (UFPE.NAVAL). **Site institucional**. Disponível em: <https://www.ufpe.br/coord-naval>. Acesso em fevereiro de 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ (UFPA). Projeto Político Pedagógico do curso de engenharia naval. In: _____. **Resolução n. 3.601, de 10 de setembro de 2007**. Belém, 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. FACULDADE DE ENGENHARIA NAVAL/ (UFPA. FENAV). **Site institucional**. Disponível em: <http://www.fenav.ufpa.br/>. Acesso em fevereiro de 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA NAVAL (UFPA.PPGENAV). **Site institucional**. Disponível em: <http://www.fenav.ufpa.br/mestrado.html>. Acesso em fevereiro 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. SISTEMA NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO (UFPA.SNPG). **Cadernos de indicadores**. Acesso UFPA/Engenharia III. Documento Proposta do Programa. Disponível em: <<http://conteudoweb.capes.gov.br/conteudoweb/CadernoAvaliacaoServlet?acao=pesquisaAno&ano=2012>>. 2012 [Acesso em fevereiro de 2018]

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (UFRJ). [Engenharia Naval completa 50 anos](#) (2009). Portal de Notícias. Disponível em: <<https://ufrj.br/noticia/2015/10/22/engenharia-naval-completa-50-anos>>. Acesso em dezembro de 2016.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA NAVAL E OCEÂNICA (UFRJ.DENO). **Laboratórios**. Disponível em: <http://www.oceanica.ufrj.br/index.php>. Acesso em janeiro de 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE/UFRJ). A invenção do sonho. In: **Revista Engenharia e Inovação – A arte de antecipar o futuro**. Rio de Janeiro, 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA OCEÂNICA (FURG. OCEÂNICA). **Site institucional**. Disponível em: <http://www.engenhariaoceanica.furg.br/>. Acesso em janeiro de 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA OCEÂNICA/ (UFRJ.PEnO). **Banco de teses**. Disponível em < <http://www.teses.oceanica.ufrj.br/>>. Acesso em janeiro de 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. SISTEMA NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO (UFRJ.SNPG). **Cadernos de indicadores**. Acesso UFRJ/Engenharia III. Documento Proposta do Programa. Disponível em: <<http://conteudoweb.capes.gov.br/conteudoweb/CadernoAvaliacaoServlet?acao=pesquisaAno&ano=2012>>. 2012. Acesso em fevereiro de 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE (FURG). **Engenharia mecânica naval**. Disponível em: < <http://www.ee.furg.br/graduacao/eng-mecanica-naval>>. Acesso em março de 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE (FURG). **Projeto Político Pedagógico do curso bacharelado de engenharia naval**. Setembro de 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE (UFSC). **Projeto Político Pedagógico do curso bacharelado de engenharia naval**. Setembro de 2015.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE. SISTEMA NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO (FURG.SNPG). **Cadernos de indicadores**. Acesso FURG/Engenharia III. Documento Proposta do Programa. Rio Grande, 1998.

_____. **Cadernos de Indicadores**. Acesso FURG/Engenharia III. Documento Proposta do Programa. Rio Grande, 1999.

_____. **Cadernos de Indicadores**. Acesso FURG/Engenharia III. Documento Proposta do Programa. Disponível em: <<http://conteudoweb.capes.gov.br/conteudoweb/CadernoAvaliacaoServlet?acao=pesquisaAno&ano=2012>>. 2012 [Acesso em março de 2018]

VANTI, N. A. P. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da informação**, v. 31, n. 2, p. 152-162, 2002.

VELHO, L; MARTÍNEZ, E.; ALBORNOZ, M. Indicadores científicos: aspectos teóricos y metodológicos e impactos en la política científica. In: MARTÍNEZ, E.; ALBORNOZ M. (orgs.) **Indicadores deficiencia y tecnología**: estado del arte y perspectivas. Caracas: Nueva Sociedad, 1998. p. 23-51.

WITTER, G.; SOUZA, J. S. British Psychophysiology Society Annual Meeting (2005): Productions analysis. **Ciência da Informação**, v. 36, n. 2, p. 85-91, 2007.