

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
Programa de Pós-graduação em História das Ciências
e das Técnicas e Epistemologia - HCTE

Tese de Doutorado

**SUCESSO/FRACASSO DE UM PRODUTO TECNOLÓGICO:
UM ROBÔ NO BRASIL DOS ANOS 1980**

JOÃO SÉRGIO DOS SANTOS ASSIS

RIO DE JANEIRO – RJ – Brasil

Novembro de 2020

JOÃO SÉRGIO DOS SANTOS ASSIS

SUCESSO/FRACASSO DE UM PRODUTO TECNOLÓGICO:
UM ROBÔ NO BRASIL DOS ANOS 1980

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em História das Ciências, das Técnicas e Epistemologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em História das Ciências

Orientador: Prof. Dr. **Ivan da Costa Marques**

Rio de Janeiro – RJ – Brasil
Novembro de 2020

CIP - Catalogação na Publicação

A848s Assis, João Sérgio dos Santos
 Sucesso/fracasso de um produto tecnológico: um
 robô no brasil dos anos 1980 / João Sérgio dos
 Santos Assis. -- Rio de Janeiro, 2020.
 312 f.

 Orientador: Ivan da Costa Marques.
 Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio
 de Janeiro, Decania do Centro de Ciências
 Matemáticas e da Natureza, Programa de Pós-Graduação
 em História das Ciências e das Técnicas e
 Epistemologia, 2020.

 1. Petrobras. 2. Petróleo. 3. Indústria Nacional
 (Brasil). 4. ROV. 5. Robô. I. Marques, Ivan da
 Costa, orient. II. Título.

JOÃO SÉRGIO DOS SANTOS ASSIS

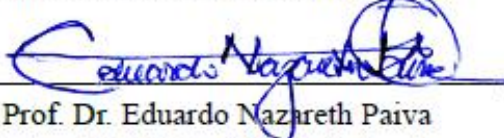
SUCESSO/FRACASSO DE UM PRODUTO TECNOLÓGICO:
UM ROBÔ NO BRASIL DOS ANOS 1980

Tese submetida ao corpo docente do Programa de História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia (HCTE), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em História das Ciências, das Técnicas e Epistemologia.

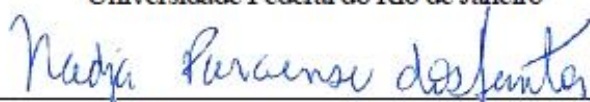
Aprovada em: 09 de novembro de 2020



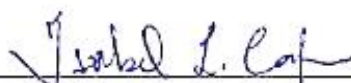
Prof. Dr. Ivan da Costa Marques
Universidade Federal do Rio de Janeiro



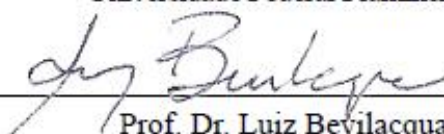
Prof. Dr. Eduardo Nazareth Paiva
Universidade Federal do Rio de Janeiro



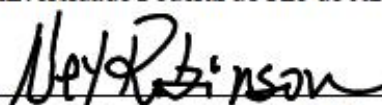
Profª. Drª. Nadja Paraense dos Santos
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Profª. Drª. Isabel Leite Cafezeiro
Universidade Federal Fluminense



Prof. Dr. Luiz Bevilacqua
Universidade Federal do Rio de Janeiro



Prof. Dr. Ney Robinson Salvi dos Reis
Petróleo Brasileiro S.A.

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais **Helena dos Santos Assis** e **João Baptista Leite de Assis**, já falecidos, que fizeram de tudo para que eu me tornasse a pessoa que sou e que estariam muito felizes pela conclusão desta etapa da minha vida.*

*Dedico também a minha filha **Luciana Merege de Assis** e a minha esposa **Ana Lúcia Merege Correia** que compartilharam comigo todos os momentos, sempre me dando apoio e carinho sem os quais nada seria possível.*

AGRADECIMENTOS

A minha esposa **Ana Lúcia Merege Correia** que, além do apoio emocional, participou ativamente do meu trabalho ouvindo minhas ideias, dando opiniões, lendo meus textos e me ajudando com a organização da bibliografia.

Ao professor **Ivan da Costa Marques** que aceitou orientar o meu trabalho e que me contou a história que serviu de ponto de partida para esta Tese.

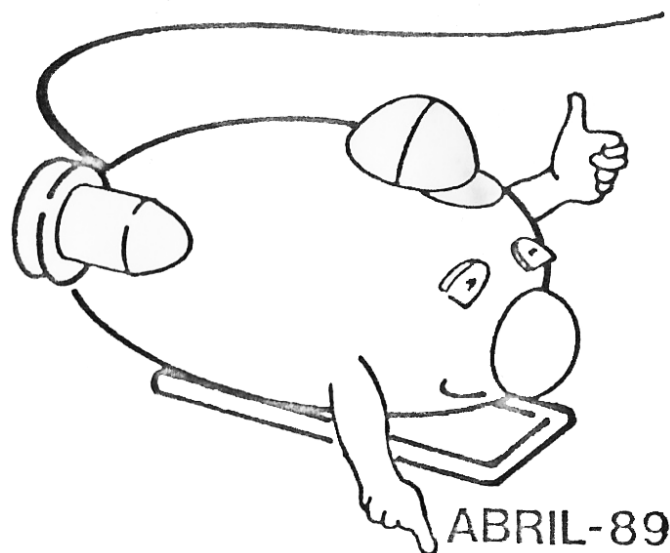
Aos protagonistas destas histórias: o principal protagonista **Paulo Tupinambá, Ney Robinson Salvi dos Reis** e o professor **Luiz Bevilacqua** que com simpatia, longas horas de conversa e documentos me ajudaram a construir esta tese. Não esquecendo também o professor **André Tosi Furtado**, cujo trabalho é citado na tese, com quem pude conversar e trocar ideias.

Aos demais membros da banca: os professores **Eduardo Nazareth Paiva, Isabel Leite Cafezeiro** e **Nadja Paraense dos Santos** pelas reflexões críticas e pelas relevantes considerações para a elaboração do texto final.

Aos demais professores do HCTE com quem pude conviver, em particular os professores **Ricardo Kubrusly, Regina Dantas, José Antônio dos Santos Borges, Henrique Luiz Cukierman, Maria Malta** e **Maira Monteiro Froes**.

Aos bibliotecários e demais funcionários das instituições onde pesquisei que sempre me atenderam com cordialidade, eficiência e profissionalismo. Em particular a bibliotecária do Centro de Tecnologia **Zoraide Dantas Ribeiro**.

Aos demais colegas professores, alunos e funcionários do HCTE e do NCE da UFRJ que me ajudaram com amizade e paciência nesta etapa de trabalho, em especial a **José Fábio Marinho de Araújo** que me sugeriu fazer o doutorado e a **Luiz Arthur Faria** que me pôs em contato com Ney Robinson.



ABRIL-89

(CONSUB, 1989)

*Se os estudos científicos conseguiram alguma coisa, pensei, certamente foi **acrescentar** realidade à ciência, e não retirar nada dela. Em vez dos cientistas empalhados pendurados nas paredes dos filósofos da ciência de gabinete do passado, retratamos personagens vivas, imersos em seus laboratórios, cheios de paixão, carregados de instrumentos, mergulhados em conhecimentos práticos, intimamente ligados a um meio vasto e mais vibrante. Em vez da objetividade pálida e sem sangue da ciência, todos nós temos mostrado, a meu ver, que os muitos não humanos mesclados à nossa vida coletiva através da prática de laboratório têm uma história, flexibilidade, cultura, sangue - em suma, todas as características que tinham sido negadas a eles pelos humanistas instalados no outro lado do campus.*

(LATOUR, 1999, p. 2-3 – tradução minha, grifo do autor)

RESUMO

ASSIS, João Sérgio dos Santos. **Sucesso/Fracasso de um Produto Tecnológico**: um Robô no Brasil dos anos 1980. Rio de Janeiro, 2020. Tese (Doutorado em História das Ciências) – Programa de Pós-Graduação em História das Ciências, das Técnicas e Epistemologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

O caminho do desenvolvimento tecnológico envolve vontade, massa crítica de técnicos especializados, grande quantidade de recursos financeiros e o envolvimento de empresas e centros de pesquisa. Num país com uma alegada falta de recursos crônica, quando ocorre o encontro de todas estas condições por tempo suficiente para produzir resultado(s), é necessário mobilizar diversas perspectivas (política, econômica, tecnológica e social) para compreender por que este esforço é abandonado, empresas desnacionalizadas e produtos transformados em “fracassos”. Na década de 1980, dois “projetos nacionais” – autossuficiência em petróleo e industrialização – estavam próximos da concretização ao serem encontradas grandes quantidades de petróleo no fundo do mar. O encontro desses dois “projetos”, após diversas controvérsias e negociações, levou ao Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP) da Petrobras. Este trabalho utiliza o ferramental da teoria Ator-Rede para seguir um empresário, uma empresa e um produto a fim de contar a(s) história(s) do ROV (robô submarino de operação remota) Tatuí, construído pela empresa carioca CONSUB para o PROCAP da Petrobras, que deixou de usá-lo após sua conclusão e aprovação. A CONSUB se aliou a um fabricante estrangeiro para fornecer robôs para a Petrobras e, após alguns anos, foi vendida para uma empresa norueguesa. Este caso foi utilizado para responder a três perguntas: essa é uma história comum? Em que condições o país opta por desenvolver tecnologia? Por que abandona a tecnologia que desenvolveu para adotar uma desenvolvida em outro país? Ao longo do texto são encontradas outras histórias, mesmo dentro do PROCAP, que compartilharam o mesmo destino de abandono do Tatuí, com empresas falindo ou sendo desnacionalizadas. Para responder às perguntas foi

necessário seguir outros elementos heterogêneos, humanos e não humanos, como pesquisadores, operadores de produção de petróleo, operadores de robôs submarinos, empresas (nacionais, estrangeiras, públicas, privadas, semiprivadas), materiais de flutuação, correntes marinhas, pressão da coluna d'água, governos, planos econômicos e projetos nacionais. Foi necessário também estudar os trabalhos sobre o PROCAP do economista André Furtado e seus orientados e as entrevistas de diversos funcionários disponíveis na página Memórias da Petrobras. Foram entrevistados também o professor da Coppe Luiz Bevilacqua (que desenvolveu um projeto de robótica paralelo para a Petrobras), o engenheiro Ney Robinson, atual chefe do grupo de robótica da Petrobras, e o empresário Paulo Tupinambá, fundador e presidente da CONSUB por muitos anos. A resposta às duas últimas perguntas está relacionada à invasão e naturalização das ideias econômicas neoliberais, cuja hegemonia começa a se estabilizar durante o desenvolvimento do PROCAP e do Tatuí.

Palavras-chave: Petrobras. Petróleo. Indústria Nacional (Brasil). ROV. Robô.

ABSTRACT

ASSIS, João Sérgio dos Santos. **Sucesso/Fracasso de um Produto Tecnológico**: um Robô no Brasil dos anos 1980. Rio de Janeiro, 2020. Tese (Doutorado em História das Ciências) – Programa de Pós-Graduação em História das Ciências, das Técnicas e Epistemologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

The path of technological development demands: will, a critical mass of specialized technicians, a large amount of financial resources and the involvement of companies and research centers. In a country with an claimed chronic lack of resources, when all these conditions meet long enough to produce result(s), it is necessary to mobilize different perspectives (political, economic, technological and social) to understand why this effort is abandoned, companies are denationalized and products are transformed into “flops”. In the 1980s, two “national projects” - self-sufficiency in oil and industrialization - were close to completion when large quantities of oil were found on the seabed. The meeting of these two “projects”, after several controversies and negotiations, led to Petrobras' Deep Water Technological Research Program (PROCAP). This work uses the framework of the Actor–network theory to follow a businessman, a company and a product in order to tell the story(s) of the ROV (Remotely operated underwater vehicle) Tatuí, built by the Brazilian company CONSUB for the PROCAP. Petrobras stopped using it after its completion and approval. CONSUB teamed up with a foreign manufacturer to supply robots to Petrobras and, after a few years, the company was sold to a Norwegian group. This case was used to answer three questions: is this a common story? Under what conditions does the country choose to develop its own technology? Why does a country abandon its own developed technology to adopt a foreigner technology? Throughout the text other stories are found, even within PROCAP, that shared the same fate of abandonment as Tatuí, with companies failing or being denationalized. To answer the questions, it was also necessary to follow other heterogeneous elements, human and non-human, such as researchers, oil production operators, underwater robot operators, companies (national,

foreign, public, private, and semiprivate), buoyancy materials, sea currents, water column pressure, governments, economic plans and national projects. It was also necessary to study the work on PROCAP made by professor André Furtado and his students and the interviews of several employees available on the “Memória Petrobras” site. Coppe professor Luiz Bevilacqua (who developed a parallel robotics project for Petrobras), engineer Ney Robinson, current head of Petrobras' robotics group, and businessman Paulo Tupinambá, founder and president of CONSUB for many years were also interviewed. The answer to the last two questions is related to the invasion and naturalization of neoliberal economic ideas, whose hegemony begins to stabilize during the development of PROCAP and Tatuí.

Keywords: Petrobras. Petroleum. National Industry (Brazil). ROV. Robot.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Evolução do preço do barril no mercado SPOT, (1973 a 1986). Fonte: (PETRÓLEO JÁ..., 1986, p. 16).....	46
Figura 1.2 – Ozires Silva (à direita) e Hélio Beltrão (à esquerda). Fonte: (BRAGA, 1986)	51
Figura 1.3 – Participação da Indústria de transformação no PIB, em %. Fonte: FIESP, 2015, p.12	63
Figura 2.1- Fauna tecnológica usada na exploração de petróleo no mar. Fonte: CALIFE, 1992	80
Figura 2.2 – Passando o bastão. Fonte: CYBERNETICZOO, 2015a.....	81
Figura 2.3 – Câmara hiperbárica e sino de mergulho. Fonte: ALMEIDA, 2010	89
Figura 2.4 – Recordes de mergulho em 1985. Fonte: SAUNDERS, 1985	93
Figura 2.5 – Traje de mergulho WASP. Fonte: CYBERNETICZOO, 2015b.....	96
Figura 2.6 – Robôs trabalhando e humanos procurando emprego. Fonte: OLIVEIRA, 1985	99
Figura 2.7 – Capa do DVD da série, volume 1. Fonte: site “Mercado Livre”	107
Figura 2.8 – Submarino Argos – ST100. Fonte: Site do Grupo Synthesis	108
Figura 2.9 – Foto do Submersível Argo. Fonte: SHIPS..., 2017	113
Figura 2.10 – Sistema Argo/Jason e Alvin/Jason Jr.. Fonte: SAUNDERS, 1985	114
Figura 2.11 – Foto do Jason Jr. Fonte: MACKENZIE, 1986	115
Figura 2.12 – ROV Tatuí. Fonte: TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 198	118
Figura 2.13 – ROV Tatuí operando a partir de um navio de apoio. Fonte: TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 204	120
Figura 2.14 – Batiusp (MESQUITA, 2000, p. 126).....	124
Figura 2.15 – BATIUSP. Fonte: TUPINAMBÁ, SOUZA e MESQUITA, 1979	127
Figura 3.1 – Robô com manipuladores. Fonte: PETROBRAS DESENVOLVE..., 1986	136
Figura 3.2 – Vista geral do robô submarino de controle remoto. Fonte: COPPETEC, 1987, p.3	142
Figura 3.3 – Bevilacqua com o modelo reduzido da COPPE. Fonte: COUTINHO et al, 1988.	143
Figura 3.4 – Estratégia de desenvolvimento. Fonte: “Development Strategy”, acervo pessoal de Ney Robinson, 1988?	145
Figura 3.5 – Equipe da CONSUB com modelo em isopor e fibra. Fonte: ROBÔ..., 1987	146
Figura 3.6 – Variação do valor dos investimentos totais e em exploração e produção da Petrobras de 1979-1990. Fontes: (ORDOÑEZ, 1989; MORAIS, 2013, p. 404) ...	158
Figura 3.7 – Variação percentual em relação ao ano anterior da inflação e dos investimentos, desde 1972 até 1989. Fonte: (MORAIS, 2013, p. 404)	159
Figura 3.8 – Collor aguarda impaciente resposta do computador. Fonte: COLLOR..., 1990a..	164
Figura 3.9 – Ilustração do artigo onde usuários e fabricantes defendem o computador nacional. Fonte: MONTEIRO, 1990	165
Figura 4.1 – Anúncio de curso de mergulho da Subaquática Engenharia. Fonte: (MERGULHE..., 1982)	190

Figura 4.2 – Centro Hiperbárico da Subaquática Engenharia. Fonte: acervo de Paulo Tupinambá.	195
Figura 4.3 – Tupinambá mostra sistema de mergulho e o equipamento de soldagem. Fonte: Entrevista do dia 13/09/2018	197
Figura 4.4 – Sistema de soldagem no reparo da PA6. Fonte: arquivo pessoal de Paulo Tupinambá.	198
Figura 4.5 – Paulo Tupinambá mostra o sistema de soldagem. Fonte: Entrevista do dia 13/09/2018	199
Figura 4.6 – Tupinambá explica o resultado do experimento de Albacora. Fonte: Entrevista do dia 13/09/2018	206
Figura 4.7 – Perfis de corrente de Albacora. Fonte: LIMA, 1991, p. 2.....	207
Figura 4.8 – Fases do projeto do programa VCR. Fonte: TEMKE e FERREIRA,1990,p.199..	223
Figura 4.9 – Modelo em escala reduzida durante os testes no túnel aerodinâmico do CTA. Fonte: TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 197	224
Figura 4.10 – Tatuí padrão. Fonte: GRUPOSYNTHESIS.....	225
Figura 4.11 – Tatuí com flutuador extra. Fonte: FARIAS, 2012.....	226
Figura 4.12 – Motor do Tatuí. Fonte: Cedido por Paulo Tupinambá, 2019	232
Figura 4.13 – Transparência sobre os testes do Tatuí. Fonte: Acervo de Ney Robinson, 1988	237
Figura 4.14 – Tupinambá segurando um Hyball em 1991. Fonte: CALIFE, 1991.....	250
Figura 4.15 – Evolução da Renda Bruta da CONSUB (92/97) Fonte: CONSUB, 1997	258
Figura 4.16 – Desenho de Tupinambá mostrando um navio Fonte: Entrevista do dia 01/08/2019	260
Figura 4.17 – Boia de aquisição de dados oceanográficos. Fonte: CONSUB, 1997.	261
Figura 4.18 – Mina Naval desenvolvida para a Marinha do Brasil. Fonte: CONSUB, 1997.....	262
Figura 4.19 – Transdutores para submarinos. Fonte: CONSUB, 1997.	267
Figura 4.20 – Sino de Resgate. Fonte: CONSUB, 1997.....	269
Figura 4.21 – Sino de Resgate, detalhes. Fonte: CONSUB, 1997.	270
Figura 4.22 – Manifold de Atuação Compartilhada. Fonte: CONSUB, 1997.....	275
Figura 5.1 – Momentos do vídeo da Missão Netuno. Fonte: PETROBRAS, 2013.....	279
Figura A.1 – Sistema para simulação do conserto e máquina de solda TIG. Fonte: Entrevista do dia 13/09/2018	289
Figura A.2 – Detalhamento do procedimento de solda submarina. Fonte: Entrevista do dia 13/09/2018	290
Figura A.3 – Máquina de Raio-X. Fonte: Entrevista do dia 13/09/2018	292
Figura A.4 – Procedimento de verificação da solda. Fonte: Entrevista do dia 13/09/2018	293

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1 - PETRÓLEO, INDÚSTRIA E PROJETOS NACIONAIS	29
1.1 - EM BUSCA DO PROCAP	31
1.2 - INVESTIMENTOS EM ÁGUAS PROFUNDAS	34
1.3 - PROBLEMA DO PROCAP COMO UMA “GRANDE NARRATIVA”	36
1.4 - TRABALHOS QUE CITAM O PROCAP	41
1.5 - O GRANDE PROGRAMA NOS JORNAIS	44
1.6 - PREÇO BAIXO X INVESTIMENTO	48
1.7 - PETRÓLEO COMO PROJETO NACIONAL	52
1.8 - OS INTERESSES NO PROJETO NACIONAL DO PETRÓLEO	54
1.9 - A PETROBRAS	55
1.10 - PROJETO NACIONAL INDUSTRIAL	59
1.11 - O FIM DOS PROJETOS NACIONAIS	62
1.12 - METAMORFOSES DO PROCAP	70
1.13 - INVESTIDURAS	72
2 - TRABALHANDO NO FUNDO DO MAR	76
2.1 - FUNDO DO MAR	77
2.2 - FAUNA MARINHA DO PETRÓLEO	79
2.3 - HUMANOS X MÁQUINAS	82
2.4 - NO FUNDO, PROBLEMAS	84
2.5 - MODIFICANDO O HUMANO	85
2.6 - FRONTEIRAS (LIMITES DE PROFUNDIDADE)	92
2.7 - PARECE VIDEOGAME, MAS É TRABALHO	104
2.8 - ROBÔS SUBMARINOS	106
2.9 - CONSTRUTORES DE SUBMARINOS	109
2.10 - EXPEDIÇÕES	112
2.11 - ROBÔ JASON JR.	115
2.12 - JASON JR. COMO REFERÊNCIA PARA O ROBÔ NACIONAL	116
2.13 - CONSUB	121
2.14 - PAULO TUPINAMBÁ	123
2.15 - DO BATISCAFO AO ROBÔ	127
3 - PERSPECTIVAS	130
3.1 - UMA HISTÓRIA DO ROBÔ / PERSPECTIVA TÉCNICA	131
3.2 - JULGAMENTO DE IRRACIONALIDADE	134
3.3 - PERSPECTIVAS POLÍTICA E ECONÔMICA	137
3.4 - CONSUB, CENPES E COPPE	142

3.5 - PROTEÇÃO À INDÚSTRIA NACIONAL	151
3.6 - ENTRE A TÉCNICA E A POLÍTICA.....	153
3.7 - A CONSUB E A CRISE DA INFLAÇÃO	155
3.8 - DESCONSTRUÇÃO DA PROTEÇÃO À INDUSTRIA NACIONAL	162
3.9 - EFICIÊNCIA ECONÔMICA.....	167
3.10 - DEPARTAMENTO DE PERFURAÇÃO.....	169
3.11 - CONCORRÊNCIA DESIGUAL	171
3.12 - IMPORTÂNCIA RELATIVA DAS QUATRO PERSPECTIVAS.....	177
4 - SEGUINDO ROBÔ/EMPRESA/EMPRESÁRIO	179
4.1 - CHOQUE DE CULTURAS EPISTÊMICAS	180
4.2 - APRENDENDO A FAZER UM PROJETO	184
4.3 - MERCADO DE EMPRESAS DE MERGULHO NO RIO DE JANEIRO	188
4.4 - QUEM PADRONIZA OS PADRÕES.....	192
4.5 - RISCOS DA DEPENDÊNCIA TECNOLÓGICA	201
4.6 - CRIAÇÃO DA CONSUB E A “SIMBIOSE” SUBAQUÁTICA.....	210
4.7 - COMEÇO DO TATUÍ	217
4.8 - DO PROJETO À CONSTRUÇÃO	221
4.9 - CONSTRUÇÃO DO ROBÔ	228
4.10 - OS TESTES.....	234
4.11 - DESESTABILIZAÇÃO DO TATUÍ.....	240
4.12 - DE DESENVOLVEDOR A LOCADOR	246
4.13 - DESNACIONALIZAÇÃO DA CONSUB.....	251
4.14 - CRESCIMENTO ATRAVÉS DOS ANOS	256
4.15 - CONSUB ALÉM DO TATUÍ	259
5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	279
APÊNDICE A - CONCERTO DE UM RISER PELA SUBAQUÁTICA	289
REFERÊNCIAS.....	294

INTRODUÇÃO

Este trabalho surgiu a partir de um caso que me foi contado por Ivan da Costa Marques, meu orientador, e me levou a questionamentos sobre o quanto do esforço de desenvolvimento tecnológico realizado localmente (nas universidades, nas empresas e através dos órgãos de fomento) resulta em benefícios para o país.

O caso aconteceu numa reunião na UFRJ em 2016, onde a história de um robô foi mencionada de forma superficial, deixando uma série de lacunas a serem preenchidas por quem se interessasse por ela. A história falava de um robô (que tipo de robô?), desenvolvido por uma empresa nacional (qual empresa?), com financiamento brasileiro (quem financiou?), com alguma participação da COPPE (quando foi isso?). O robô ficou pronto, foi homologado, a empresa foi vendida para uma multinacional e agora o Brasil importa o robô.

Este texto descreve a pesquisa realizada e algumas das histórias que foram utilizadas para preencher estas lacunas e trazer de forma mais detalhada um novo recorte da história do robô. O objetivo deste trabalho, porém, não é apenas contar uma história “mais completa” de um robô, nem de contar sua história “definitiva”. Também não se pretende defender que a empresa que fabricou o robô deveria, ou não, ser vendida.

O que este trabalho se propõe a fazer é, utilizando o ferramental oferecido pela Teoria Ator-Rede, mostrar as relações e interesses que uniram engenheiros, técnicos, empresas, empresário, políticos, planos econômicos, robôs, pressão da coluna d'água e correntes marinhas. Estas relações e interesses contribuíram para estabilizar e manter, por algum tempo, uma “forma”, uma configuração Robô/Empresa/Empresário, que por fim acabou por se desestabilizar e se reconfigurar em uma nova forma.

Voltando ao caso inicial, a primeira história do robô surgiu num diálogo que aconteceu numa reunião no Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, na UFRJ, onde um dos participantes, o professor Luiz Bevilacqua, se dirigiu a Wanderley de Souza, presidente da Finep, e fez o relato mencionado anteriormente da história do robô projetado no Brasil, por uma empresa

brasileira, contando com financiamento nacional. Empresa esta que foi posteriormente vendida para uma empresa estrangeira, que agora exporta o robô para o Brasil. Ao final do seu relato, o professor Bevilacqua perguntou a Wanderley de Souza o que poderia ser feito a respeito, obtendo a resposta de que nada podia ter sido feito, pois *“não seria possível, pelas leis brasileiras, proibir a venda da empresa”*. Esta resposta, que serviu para encerrar a discussão, impondo naquele momento um fato consumado e colocando a história do robô em uma “caixa-preta”.

A fala de Wanderley de Souza foi apresentada entre aspas não por ser uma reprodução literal do que foi dito pelo presidente da Finep, mas para destacar que ela é passível de contestação. *“Um enunciado que não tem a necessidade alguma de aspas, de nenhum condicional, tem como particularidade a impossibilidade de distingui-lo do mundo”*, ou seja, *“Fica de alguma forma **naturalizado**. Não parece de nenhum modo procedente do discurso nem como uma etapa particular, talvez sua etapa **final**”* (LATOURET, 2016, p. 78 – grifos do autor).

A proposta deste trabalho é reabrir “caixas-pretas” e questionar “naturalizações” que foram feitas acerca da história de um robô. Para reabrir estas caixas-pretas busquei os interesses, as disputas e os acordos que foram realizados entre pesquisadores, engenheiros, empresários, políticos, órgãos de fomento e robôs, assim como historicizar as políticas e as leis nacionais que incentivam o desenvolvimento de produtos ou permitem sua importação e a venda (desnacionalização) de empresas.

Para além do fato de que não sabíamos no início da pesquisa quando esta primeira história ocorreu e que robô é este, esta solução de fechamento deixa muitas questões em aberto e sem resposta: Será esta uma história comum? Será que a tecnologia que vem de uma empresa estrangeira é sempre mais avançada, mais eficiente, mais competitiva? O que é mais avançado? O que é mais eficiente? O que é mais competitivo? O que diferencia uma empresa nacional de uma empresa estrangeira? Que sentido faz um país utilizar seus recursos intelectuais e financeiros para desenvolver uma tecnologia e depois importá-la? O que é possível fazer para manter este produto nas mãos de uma empresa nacional? Será que se deve sempre dar

livre curso às ditas “leis do mercado”? O que esta história tem a ensinar sobre o relacionamento entre a universidade e a empresa? E sobre interesses conflitantes?

São questões muito importantes que merecem ser respondidas. No entanto, vou limitar o foco deste trabalho a três perguntas: Esta é uma história comum? Em que condições o país opta por desenvolver tecnologia? Por que abandona a tecnologia que desenvolveu para adotar uma desenvolvida em outro país? É possível, porém, que ao me aprofundar nas histórias sobre o robô encontre algumas pistas para responder às outras perguntas.

Antes de continuar considero importante mencionar neste texto introdutório o meu lugar de fala e como esta história do robô se entrelaça com minha própria história. Trabalho há 35 anos como desenvolvedor de software no Núcleo de Computação Eletrônica da UFRJ (NCE/UFRJ), onde participei do desenvolvimento de diversos projetos, com distintos graus de difusão: Tedmos (sistema de CAD para projetos de microeletrônica utilizado em diversas universidades da América Latina), Softlab (sistema de CAD para ensino de eletrônica na UFRJ), Sapre (sistema integrado para planejamento de redes elétricas utilizado e distribuído pela Eletrobras) e MecDaise (leitor de livro acessível desenvolvido para a Secretaria de Educação Especial do MEC). Estes projetos que participei e outros projetos da instituição se tornaram, ou tinham potencial para se tornar, produtos comerciais. Como desenvolvedor de tecnologia me interessa saber os caminhos que podem ou não resultar na estabilização de um produto após o processo de desenvolvimento. Além disso, a história do robô Tatuí aconteceu muito próxima de mim, na época em que me tornava aluno e funcionário da universidade.

Voltando à história do robô, o primeiro passo foi preencher as lacunas desta narrativa original. Antes de procurar as pessoas envolvidas, realizei uma pesquisa sobre os robôs de alguma forma ligados à Universidade, construídos por uma empresa que tivesse sido posteriormente vendida a uma empresa estrangeira. Encontrei a seguinte narrativa que, por simplificação, tratarei de agora em diante como segunda história (CNI, 2013, p. 378 – grifo meu):

CONSUB: PRIMEIRO ROBÔ SUBMARINO DO BRASIL – Para estudar os componentes necessários à construção de unidades submarinas utilizadas em suas plataformas flutuantes e buscar

*formas de substituir os mergulhadores em operações com profundidades superiores a 400m, a Petrobras injetou recursos e apostou na Consub, responsável por desenvolver o primeiro VOR (veículo de operação remota) do país. **Com isso, conseguiu reduzir o valor cobrado na época por equipamentos similares.** Para se ter a dimensão do crescimento e da importância da parceria, a Consub passou de um quadro de 6 funcionários e faturamento de U\$ 50.000 em 1983, para um total de 1500 colaboradores e cifras em torno de U\$ 240.000.000 quando foi vendida para uma companhia norueguesa, 18 anos depois.*

Esta narrativa foi encontrada em uma publicação da Confederação Nacional da Indústria sobre 22 empresas brasileiras que se destacaram pela inovação. No capítulo dedicado à Petrobras e ao seu Programa de Capacitação para Águas Profundas (PROCAP), há um pequeno parágrafo falando em como a Petrobras investiu numa pequena empresa, chamada CONSUB, para produzir o primeiro robô submarino (um VOR ou Veículo de Operação Remota) do Brasil, para substituir mergulhadores em profundidades superiores a 400 metros. A história também conta que a CONSUB foi criada em 1983 e foi vendida para uma companhia norueguesa 18 anos depois.

Duas histórias muito parecidas. Seriam as mesmas? Como num sistema de muitas equações e variáveis foi possível utilizar uma história para completar a outra. Avançando mais um pouco na determinação das relações que ligam estes dois casos, descobri que o professor Bevilacqua, um dos interlocutores da primeira história, estava conectado a história do robô da segunda história. A Petrobras, na mesma época que contratou a CONSUB, contratou a COPPE para estudar a tecnologia dos robôs submarinos, projeto que foi chefiado pelo professor Bevilacqua. Além disso, teses e artigos da COPPE foram escritos mencionando o robô da CONSUB.

Ao buscar a confirmação do professor Bevilacqua, porém, este afirmou que na reunião de 2016 ele se referia a outro robô – um robô desenvolvido por ocasião da Copa do Mundo de 2014. Duas histórias, muito semelhantes, ocorridas em um intervalo de 30 anos. A primeira pergunta (será uma história comum?) parece estar respondida. Diante destas duas possibilidades, optei por continuar seguindo a história do robô submarino da CONSUB, apelidado de Tatuí, a respeito de quem começava a encontrar outros relatos.

Com as informações da segunda história descobri que o robô Tatuí foi um dos projetos do programa de capacitação para águas profundas (PROCAP)

da Petrobras, realizado entre os anos de 1986 e 1991. Ao me aprofundar na história do PROCAP percebi que outros projetos pioneiros daquele programa, desenvolvidos por empresas nacionais, tiveram o mesmo destino de abandono. Sendo assim, com a evidência de outros desenvolvimentos abandonados, considerei suficientemente demonstrado que esta é uma história comum (respondendo à primeira pergunta).

Esta relação com o PROCAP me levou a uma terceira história do robô, e também à narrativa mais completa contada até hoje, que se encontra num artigo publicado na Revista Brasileira de Inovação pelos economistas André Tosi Furtado e Adriana Freitas, da UNICAMP. O artigo, chamado “*Nacionalismo e Aprendizagem no Programa de Águas Profundas da Petrobras*”, faz parte do projeto de pesquisa de André Furtado e seus orientados que foi realizado entre os anos de 1993 e 2004 sobre os três PROCAPs da Petrobras. De acordo com Furtado e Freitas (2004, p. 70-71 – grifos meus):

*Robô de Operação Remota (ROR) – [...] Esse projeto consistiu numa solicitação do Departamento de Perfuração da Petrobras de dois robôs de observação capazes de operar até 1.000 metros de lâmina d’água. Desde o início, essa empreitada enfrentou sérias dificuldades. [...] Tratava-se de uma proeza em nível internacional. Desse grande esforço resultaram dois ROR que não lograram operar adequadamente. [...] Não houve continuidade nas operações porque a Petrobras mudou a política de compra e passou a alugar os robôs ao invés de adquiri-los. **O ROR não chegou a ser um fracasso tecnológico, porém foi certamente um fracasso comercial.** Contudo, esse projeto possibilitou um importante processo de aprendizagem por parte do fabricante nacional e da Petrobras. O fabricante, graças ao projeto, capacitou-se para atuar no mercado de operação/aluguel de robôs. **Essa maior capacitação do fabricante nacional teve um importante impacto concorrencial que beneficiou a Petrobras, ao baixar o preço do aluguel de robôs no mercado nacional.** Em função de conhecimentos adquiridos na construção de robôs, o fabricante desenvolveu novos equipamentos. Também formaram-se importantes competências em recursos humanos no fabricante nacional e na Petrobras.*

Segundo estes autores, o Departamento de Perfuração da Petrobras (DEPER) solicitou a construção de um robô de observação, mas o projeto, que já era muito difícil, encontrou uma série de dificuldades técnicas, foi equivocado desde o início e não recebeu todas as correções de rumo necessárias. Apesar disso, os autores afirmam que “*O ROR não chegou a ser um fracasso tecnológico, porém foi certamente um fracasso comercial*”. O “fracasso”, porém,

ficou limitado apenas ao robô. A CONSUB, *“graças ao projeto, capacitou-se para atuar no mercado de operação/aluguel de robôs”* e, o conhecimento adquirido sobre robôs submarinos, *“beneficiou a Petrobras, ao baixar o preço do aluguel de robôs no mercado nacional”*. Além disso, os autores consideram que *“formaram-se importantes competências em recursos humanos no fabricante nacional e na Petrobras”* (FURTADO e FREITAS, 2004, p. 70-71).

Sobre o abandono do projeto Furtado e Freitas (2004, p. 70-71) dizem que *“não houve continuidade nas operações porque a Petrobras mudou a política de compra e passou a alugar os robôs ao invés de adquiri-los”*. Os dois autores, na sua história do robô, naturalizaram uma divisão entre o tecnológico, o econômico e o político, o que induziu em outros autores a conclusão de que as dificuldades técnicas enfrentadas, e parcialmente resolvidas, pelo projeto do robô foram o motivo do seu abandono e a consequente substituição por um equipamento importado. Trabalhos posteriores, que citaram Furtado e Freitas (ORTIZ NETO, 2006, p. 98; MORAIS, 2013, p. 145), recontaram esta história atribuindo, aos supostos problemas técnicos do robô Tatuí, a responsabilidade pela mudança de política da Petrobras. Em artigo recente (ASSIS, 2018) defendi que no Brasil a suposta deficiência técnica tem sido utilizada para encerrar as discussões sobre a viabilidade de um produto, deixando de lado, ou subestimando, outras perspectivas, como a econômica e/ou política.

Chamo a atenção para o fato de que tanto a segunda quanto a terceira história atribuem a queda do *“preço do aluguel de robôs no mercado nacional”* à entrada da CONSUB no mercado de produção de robôs (trechos grifados nas duas narrativas). Para ser mais exato, Furtado e Freitas atribuem a queda de preços ao *“impacto concorrencial”* da entrada do Tatuí no mercado, enquanto a CNI coloca a agência nas mãos da Petrobras que teria o robô Tatuí como um trunfo nas suas negociações. Aceitar esta explicação unicamente econômica para a queda de preço dos alugueis de robô é contraditório com a explicação tecnológica de que o Tatuí foi abandonado por que nunca chegou a funcionar direito. Apenas um robô economicamente viável e tecnicamente equivalente poderia levar seus concorrentes a baixar de preço.

“A maioria dos filósofos ocidentais assume que o material da realidade é constante, que compartilhamos o mesmo mundo da realidade e que

discordamos da realidade porque temos diferentes perspectivas sobre ela” (LAW, 2017, p. 43 – tradução minha). Nos capítulos seguintes voltarei a esta história identificando o peso dado às perspectivas política, econômica, social e tecnológica. Como em GAO (1998) pretendo mostrar as limitações de cada uma destas perspectivas em explicar a viabilidade/inviabilidade de um produto tecnológico, em particular o robô submarino Tatuí.

Uma pesquisa detalhada¹ nos jornais da época revelou uma história um pouco diferente. O primeiro PROCAP – hoje reconhecido como uma história de sucesso (MORAIS, 2013, p. 141, 303) – não era mencionado nos jornais durante boa parte de sua execução (na década de 1980), aparecendo apenas em poucas matérias pagas pela Petrobras. Em 1986, o que se encontra nos jornais é um debate, ocorrendo dentro do governo, se seria mais vantajoso para o país investir na exploração de petróleo em águas profundas, tendo de desenvolver sua própria tecnologia, ou simplesmente aproveitar os preços baixos do petróleo importado².

O que este debate esconde é o conflito crescente no país entre a necessidade de estabilização da economia (num ambiente de inflação crescente) e a política de substituição de importações (em sua última fase buscando independência tecnológica) herdada do período de governo militar. A chegada do Plano Cruzado, com sua promessa de estabilizar a economia, encerrou a disputa, garantindo o investimento da Petrobras nas águas profundas e, conseqüentemente, a existência do PROCAP.

A trajetória do Robô Tatuí nos jornais é inversa à trajetória do PROCAP. Diversas reportagens foram publicadas ao longo da década de 1980 acompanhando o projeto do *“robô submarino que iria ajudar na busca do petróleo”*. O interesse despertado no público em geral foi potencializado pela grande divulgação, entre 1985 e 1987, das expedições do Woods Hole

¹ Consultei cerca de 150 reportagens, das décadas de 1980 e 1990, publicadas nos jornais O Globo, Jornal do Brasil, Jornal do Commercio e Folha de São Paulo sobre os temas investimentos na exploração de petróleo em águas profundas, PROCAP, robôs submarinos e a CONSUB. Boa parte deste trabalho foi realizado através de consultas à hemeroteca digital da Biblioteca Nacional (<http://bndigital.bn.gov.br/hemeroteca-digital/>) e da inestimável ajuda de minha esposa Ana Lúcia Merege, curadora da divisão de manuscritos.

² No início de 1986 ocorreu o contrachoque do petróleo, invertendo a tendência de aumento do preço do petróleo da década anterior.

Institution (WHOI) que localizaram e filmaram os restos do Titanic, que utilizaram um robô de observação, semelhante ao Tatuí, o Jason Jr.. Coincidentemente, o oceanógrafo Paulo Mancuso Tupinambá, fundador e presidente da CONSUB, passou uma temporada no Woods Hole Institution no final da década de 1970.

Pelas reportagens é possível traçar uma cronologia da história do Tatuí e da CONSUB. A empresa foi contratada pela Petrobras em finais de 1986, em abril de 1987 começou a construir o robô, realizando seus testes iniciais 18 meses depois. Em 1989, o robô entrou em operação e foi aprovado pela Petrobras, em 1991, após ter realizado diversas operações. Em 1994, Paulo Tupinambá afirmou que o Tatuí não era mais utilizado pela Petrobras, que a CONSUB não tinha como competir com os preços praticados pelas empresas estrangeiras. Em algum momento de 1997, uma companhia norueguesa comprou 90% da empresa que passou a se chamar DSND-CONSUB. Paulo Tupinambá vendeu o resto de sua participação na empresa em 2001. A partir de 1995, o robô Tatuí foi sendo esquecido, apagado das páginas dos jornais que frequentou por quase uma década. De uma grande promessa ou realização, como foi tratado até 1995, o Tatuí passou a uma nota de rodapé, citado como o primeiro robô submarino nacional que, porém, não passou de um protótipo, não teve viabilidade comercial.

As três histórias, os artigos acadêmicos e os artigos de jornais e revistas serviram para iluminar a trajetória do robô Tatuí, porém estas narrativas, isoladamente, não dão conta de descrever as forças e interesses que influenciaram esta trajetória. A história do Robô Tatuí se entrelaça com a história do PROCAP, da Petrobras, do petróleo no Brasil e da industrialização do país. O petróleo no Brasil, desde o final da Primeira Guerra Mundial, foi se configurando como um “projeto nacional” (ASSIS, 2017a, 2017b), mobilizando uma significativa parcela da população. A industrialização, de uma forma mais restrita que o petróleo, também se configurou para alguns setores como um “projeto nacional”. A criação da Petrobras favoreceu aos grupos nacionalistas à medida que a empresa conseguia encontrar mais petróleo e colaborava com a formação de quadros técnicos para apoiar seu trabalho (PEYERL, 2014). Os governos militares após 1964, que enxergavam o petróleo como questão de

segurança nacional, sobretudo após o governo Geisel, associaram a busca pelo petróleo com a política de substituição de importações, cujos princípios influenciaram a formação do primeiro PROCAP.

A crescente hegemonia das teses econômicas monetaristas e neoliberais nos países centrais, aliada a crises econômicas persistentes, decorrente dos choques do petróleo e da crise da dívida, foi modificando o equilíbrio de forças, dentro e fora do governo, desestabilizando os projetos nacionais brasileiros. A redemocratização do país e a progressiva perda de influência política dos militares serviram para associar as políticas desenvolvimentistas ao desequilíbrio econômico e o protecionismo ao autoritarismo dos governos militares. Empresas públicas passam a ser associadas à ineficiência, difundindo a ideia de que empresas estatais devem atuar segundo os mesmos critérios de eficiência das privadas. Uma idealização de "livre mercado" defendia, mesmo que a custo da falência de empresas nacionais (tachadas de ineficientes), a eliminação de restrições à entrada de produtos estrangeiros e a desnacionalização de empresas como um caminho rápido e viável para o desenvolvimento. O PROCAP, com seus projetos em pleno desenvolvimento, foi atingido profundamente por estas mudanças, o que fez com que muitos dos investimentos em desenvolvimento de tecnologia local não resultassem em produtos efetivamente utilizados pela companhia.

Para melhor fundamentar meu trabalho realizei entrevistas com Paulo Mancuso Tupinambá, fundador e presidente da CONSUB, e com Ney Robinson Salvi dos Reis, atual chefe da equipe de robótica da Petrobras e que entrou na empresa para desenvolver ferramentas para serem utilizadas pelos robôs submarinos e acompanhou o desenvolvimento do Robô Tatuí. Tupinambá me forneceu muitas informações acerca de sua trajetória, da empresa e dos seus muitos projetos. Ney Robinson e seus inestimáveis arquivos forneceram informações que estão espalhadas ao longo de todo este texto. Também conversei com o professor Luiz Bevilacqua para conhecer melhor como foi a criação do grupo de robótica e controle da COPPE e como foi o convênio com a Petrobras para o estudo de tecnologias de robótica submarina.

Paulo Tupinambá é um personagem particularmente importante, de tal maneira que é difícil determinar com facilidade a fronteira que separa os três

principais atores desta história: o Robô Tatuí, a CONSUB e o empresário. A trajetória de Tupinambá desde que retornou do Woods Hole Institution até o fim do projeto Tatuí foi a de montar redes de fornecedores e “nacionalizar” a produção de equipamentos, sendo o robô Tatuí uma de suas realizações e a CONSUB um instrumento para viabilizar a montagem desta rede. Porém, mais do que uma relação de criatura (o Robô), criador (Tupinambá) e instrumento (CONSUB), o que existe é uma co-construção destas três entidades. Tempos depois do fim do projeto Tatuí, ainda hoje ao se visitar o site da empresa atual de Tupinambá, vai se encontrar em destaque a história do seu robô e da CONSUB.

Um dos objetivos deste trabalho é recontar a história desta tríade formada pelo robô Tatuí, a CONSUB e Tupinambá, dando ênfase às relações que moldaram estas três entidades. Este trabalho parte do princípio que *“nada tem uma forma dada. As diferenças entre”* empresários, empresas e robôs *“crescem na rede de relações e não preexistem essas relações”*. Portanto, empresários, empresas e robôs *“podem ser diferentes em outros lugares, e é importante explorar especificidades sem prejudicar sua forma ou formato”* (LAW, 2017, p. 41-42 – tradução minha). Para Michel Callon (apud LAW, 2017, p. 42 – tradução minha), *“o social não molda ou explica nada. Sociedade e natureza, humanos e não-humanos, pessoas e tecnologias - as divisões essenciais simplesmente desapareceram”*.

Um robô submarino é um objeto singular e múltiplo, ou seja, um objeto específico e único que vai ao longo do tempo se configurando e reconfigurando em múltiplas versões de acordo com a resistência à pressão da água, com a funcionalidade (observador ou manipulador), com a sua utilização (ser um equipamento da plataforma ou do navio de apoio), com a finalidade (ser um protótipo ou produto final). A estabilidade destas versões depende de uma justaposição provisionalmente estável de elementos heterogêneos, humanos e não humanos, como pesquisadores, operadores de produção de petróleo, operadores de robôs submarinos, empresas (nacionais, estrangeiras, públicas, privadas, semiprivadas), materiais de flutuação, correntes marinhas, pressão da coluna d'água, governos, planos econômicos e projetos nacionais.

O principal referencial teórico para este trabalho é a teoria ator-rede, sobretudo a partir dos autores John Law e Michel Callon, que junto com Bruno Latour são os principais expoentes desta teoria. Destaco como inspiração o livro “Aircraft Stories: Decentering the Object in Technoscience” (2002) de John Law. Este livro, nas palavras do próprio autor, tem várias histórias sobre um avião, mas é um livro sobre formas de contar uma história evitando as armadilhas de fazer uma “grande narrativa”. De Michel Callon me interessam os seus textos sobre como a ciência da economia molda as decisões econômicas (e é moldada por elas), o que no caso do meu trabalho me ajuda a lançar luz sobre como os economistas abordam a história do robô, a forma como a Petrobras pode contribuir para o desenvolvimento tecnológico nacional e, enfim, como a economia influencia a percepção de sucesso ou fracasso do projeto do robô.

Ainda dentro do referencial Ator-Rede, busquei em Annemarie Mol e seu livro “The Body Multiple: Ontology in Medical Practice” (2002) a ideia de multiplicidade e de como, através das múltiplas práticas que o configuram, um objeto pode ser considerado “*mais que um e menos que muitos*”. Busquei em Ivan da Costa Marques e seu livro “O Brasil e a Abertura dos Mercados: o trabalho em questão” (2002) os conceitos de “*informacionalização*” da economia e “*investidura informacional*” para pesar e pensar as diferenças entre um robô nacional ou importado, empresa nacional ou estrangeira, tecnologia própria ou comprada.

Esta introdução serve como um memorial de como cheguei ao tema que me propus estudar, além de servir de introdução à história do Robô Tatuí, da CONSUB e do empresário Paulo Tupinambá. Nela também apresento meus objetivos e o referencial teórico utilizado.

Nos dois capítulos seguintes foram explorados os interesses, crenças, motivações e desejos que se entrelaçaram e ajudaram a configurar a Petrobras, o PROCAP, o empresário, a empresa e o robô. Um observador atento poderá observar que o primeiro capítulo privilegia (o que se poderia chamar de) um contexto político/econômico, enquanto o segundo capítulo privilegia (o que se poderia chamar de) um contexto tecnológico/social. Esta divisão, porém, tem sua utilidade apenas como forma de organizar o texto e

não chega a se concretizar, pois o político, o social, o tecnológico e o econômico estão constantemente se “invadindo”, se imbricando, tornando um trabalho ingrato tentar “purificar” um destes aspectos pela eliminação/ocultação do outro.

O primeiro capítulo descreve as incertezas que antecederam o início do PROCAP, faz um pequeno histórico de como encontrar e produzir petróleo se tornou um “projeto nacional” e como a convergência de interesses de militares e da Petrobras levou a empresa a águas cada vez mais profundas, o que resultou na busca de aliados para superar a barreira da profundidade. O capítulo também fala em como a Petrobras e o PROCAP se relacionam com outro “projeto nacional” que visava tornar o Brasil um país desenvolvido e industrializado. A história da exploração de petróleo no país e, particularmente, a história do PROCAP são utilizadas para discutir as dificuldades para desenvolver, estabilizar e difundir artefatos tecnológicos em países periféricos como o Brasil.

O segundo capítulo busca entender quando se estabilizaram os limites que tornaram “inevitável” a utilização de robôs submarinos para profundidades abaixo de 300 metros e também descreve o grande interesse do público em geral pelo fundo do mar e por robôs na década de 1980, sobretudo devido à grande repercussão das expedições científicas do Woods Hole Institution, que localizaram e filmaram os restos do naufrágio do Titanic. Por fim, conta o início da trajetória de Paulo Tupinambá e como seus primeiros trabalhos de “nacionalização” de equipamentos foram influenciados pela temporada que ele passou no Woods Hole.

O terceiro capítulo retorna a terceira história contada nesta introdução analisando cada uma das considerações técnicas colocadas por Furtado e Freitas acerca do robô Tatuí, mesclando essa perspectiva tecnológica com as perspectivas econômica, política e social. No final do capítulo é feita uma síntese destas perspectivas para mostrar que nenhuma delas isoladamente explica o sucesso ou o fracasso do robô submarino.

O quarto capítulo procura, a partir dos depoimentos do oceanógrafo/empresário Paulo Tupinambá e do engenheiro Ney Robinson acompanhar a CONSUB, o robô submarino e o grupo de robótica da Petrobras

enquanto estas entidades ainda estavam sendo construídas, antes que máquinas e instituições se fechassem em caixas-pretas, buscando fazer a distinção entre as explicações contraditórias proferidas antes e depois deste fechamento.

No quinto capítulo busco fazer uma síntese do que foi apresentado nos capítulos anteriores de forma a responder as três perguntas principais elencadas nesta introdução.

1 - PETRÓLEO, INDÚSTRIA E PROJETOS NACIONAIS

“Por onde podemos começar um estudo sobre ciência e tecnologia? A escolha de uma porta de entrada depende crucialmente da escolha do momento certo” (LATOUR, 2011, p. 2). Antes de se começar a falar sobre o sucesso/fracasso de um produto tecnológico é preciso primeiro tentar entender o que levou um grupo de pessoas e instituições a investir seu tempo, conhecimento e dinheiro para desenvolver este produto.

O robô Tatuí era um dos projetos criados no âmbito de um programa de capacitação cujo propósito era desenvolver as tecnologias necessárias para a Petrobras realizar a exploração e produção de petróleo nos campos em águas profundas que vinham sendo descobertos pela empresa. *“Em 1985, ocorreu um fato altamente relevante na Petrobras: a descoberta dos campos gigantes nas águas profundas. [...] Foi um fato [...] muito importante para a tecnologia e o conhecimento da empresa”* (SILVEIRA, 2007, p. 10-11).

Este programa, realizado entre 1986 e 1991, foi chamado de Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP) e foi considerado um grande sucesso, tornando-se uma referência nacional em termos de inovação tecnológica. *“O Procap quebrou os paradigmas de como é que você atinge um objetivo empresarial, como é que uma atividade nova gera tecnologia. [...] Era uma coisa que ninguém acreditou no começo. Depois, virou a regra”* (ASSAYAG, 2005, p. 29). Por conta disso, após seu término, a empresa realizou mais duas edições: o PROCAP 2000³ realizado entre 1992 e 1999 o PROCAP 3000 realizado entre 2000 e 2011. Por simplificação a sigla PROCAP neste texto está sendo utilizada apenas para referenciar a primeira edição do programa.

Na esteira deste sucesso, este programa tornou-se objeto de estudo de diversos autores. Muitos destes trabalhos⁴, porém, falam do PROCAP a partir do seu fim, dos resultados que foram obtidos, transformando-o em uma

³ *“Quando chegou em 91, quando era pra terminar o programa, eu fiz o relatório final. Eu escrevi todo o relatório dos resultados que nós tínhamos alcançado e o [Guilherme] Estrella falou: ‘Assayag, vamos criar um outro programa pra dois mil metros’”* (ASSAYAG, 2005, p. 29).

⁴ Mais adiante falarei de quais trabalhos vão além de fazer um balanço dos resultados do programa.

caixa-preta ⁵ , ocultando “*incerteza, trabalho, decisões, concorrência, controvérsias*” (LATOUR, 2011, p. 6). Este “*falar a partir do fim*” não significa contar a história do final para o início. A história pode estar, e muitas vezes está, sendo contada de forma detalhada e em ordem cronológica, mas cada ponto da leitura deixa a impressão no leitor de que o fim já está definido e o caminho único para atingi-lo já estava traçado desde o princípio e que não havia alternativas.

Estas simplificações são comuns ao se contar uma história, o que não significa necessariamente que exista uma intenção de “esconder” alguma coisa ou “glorificar” outra. Sempre que se conta uma história se produz um enquadramento, cria-se uma divisão entre o que importa e o que não importa (para quem conta a história), ou, utilizando um termo de John Law (2002), cria-se uma *distribuição* entre o que é e o que não é importante. Este “contar a história a partir do final”, no caso do PROCAP, é uma forma de enquadramento utilizada quando se busca dar ênfase nos resultados do programa. Estou buscando neste capítulo outro enquadramento, um que fale das forças e interesses que se mobilizaram, se interligaram e se justapuseram, antes⁶ e enquanto o PROCAP estava sendo executado.

Pretendo adotar aqui um método “*descrito e defendido por Bruno Latour*” (LAW et. al., 1991, p. 11) que é “*seguir os atores*”. Como afirma Law, “*Em muitos aspectos*”, este “*método é bom. É uma maneira de gerar surpresas, de fazer-se consciente do misterioso. Isso ocorre porque ele tende a quebrar categorias 'naturais' - quero dizer algumas dessas distinções e distribuições 'naturais' para o sociólogo*” (LAW et. al., 1991, p. 11).

Porém, Law faz uma ressalva: “*não podemos entendê-lo literalmente. Mesmo uma biógrafa acadêmica não segue seu assunto em toda parte: por mais abrangente que ela possa desejar ser, ela ordena, ela classifica e ela seleciona*” (LAW et. al., 1991, p. 12). Portanto, seguirei neste capítulo alguns

⁵ “A expressão caixa-preta é usada em cibernética sempre que uma máquina ou um conjunto de comandos se revela complexo demais. Em seu lugar, é desenhada uma caixinha preta, a respeito da qual não é preciso saber nada, senão o que nela entra e o que dela sai” (LATOUR, 2011, p. 4).

⁶ Note-se que a palavra “antes” cria um enquadramento temporal que, como se verá a seguir, é complicado de fazer em relação a este programa. É problemático, sobretudo, definir o que é imediatamente antes, já que não está definido com precisão quando o programa começou.

dos atores (elementos heterogêneos como o petróleo, seus preços, seu mercado, “projetos nacionais”, governos e suas políticas) que se relacionam e configuram o que foi chamado de PROCAP.

O estudo da história deste programa de capacitação e do contexto histórico em que ele se inseria mostra que alguns dos projetos, que como o robô submarino eram projetos inovadores desenvolvidos por empresas e/ou pesquisadores brasileiros, tiveram destino semelhante ao robô, ou seja, foram louvados em algum momento como “grandes avanços” e, posteriormente, abandonados como “inviáveis comercialmente”.

“Encontros de poder assimétrico através da diferença são comuns nas relações Norte-Sul, onde as realidades alternativas do Sul sobre terra, deuses, animais, pessoas, corpos e ordenamento social” e economia e tecnologia “são tipicamente transformadas de realidades em crenças equivocadas” (LAW, 2017, p. 46-47). A história do robô submarino, assim como a história do primeiro PROCAP, seus projetos nacionalistas e a história da exploração de petróleo no Brasil, também é a história da dificuldade de se desenvolver tecnologia num país periférico como o Brasil e, mesmo quando se consegue realizar este desenvolvimento, a dificuldade de manter estável e difundir o artefato tecnológico produzido.

1.1 - EM BUSCA DO PROCAP

Histórias contadas a partir do final, como no caso do PROCAP, dão a entender que “grandes sucessos” surgem da ideia de um grupo de mentes iluminadas, estrategicamente posicionadas num centro de decisão, que tudo se realiza conforme planejado até a obtenção do fim inevitável. De uma só vez, são apagadas da história negociações, incertezas econômicas, decisões sobre prioridades administrativas e mudanças de plano, deixando lacunas que por vezes passam despercebidas, noutras vezes dificultam o entendimento do resultado.

Para cobrir algumas destas lacunas busquei os jornais da época do lançamento do plano, o ano de 1986, a fim de descobrir o que se falava sobre este programa. Esta procura me levou a uma constatação surpreendente: se

falava muito pouco! Melhor dizendo, a sigla PROCAP tinha outros significados na época, não relacionados à Petrobras.

Esta constatação foi bastante surpreendente dado que a busca por petróleo em águas profundas era um importante assunto na década de 1980, num país abalado pelas crises do petróleo da década anterior, pela crise da dívida externa e pela necessidade de superávits no comércio exterior. Além disso, naquela época, um projeto nacional de décadas que estava sendo elevado à categoria de sonho realizável: a autossuficiência na produção de petróleo. *“Esses campos foram descobertos em 1985, se não me falha a memória. [...] A autossuficiência era um sonho, mas até a descoberta de Marlim e Albacora era um sonho impossível”* (SILVEIRA, 2007, p. 10-11). Como afirmava um artigo do Jornal do Brasil de 1985, o Brasil era um país *“sedento de petróleo”*, onde tecnologias inovadoras deveriam ser aplicadas, mesmo com limitações, *“em troca de colocar em menos tempo mais poços produzindo”* (COSTA, 1985, p. 5).

No entanto, é uma simplificação exagerada dizer que os jornais falavam muito pouco sobre o PROCAP da Petrobras. O programa estava lá, apenas ainda não havia sido transformado em substantivo. O programa estava nos jornais na forma de uma descrição. Como afirma Latour (2011, p. 140), o *“uso rotineiro”* acaba por transformar *“em substantivo comum”* o que era *“a denominação de um actante por aquilo que ele faz”*⁷.

Além disso, é *“especialmente difícil de entender a maneira como objetos novos são imediatamente”*, ou não tão imediatamente, *“transformados em outra coisa”*. É comum que *“algo novo”*, quando ainda não está estabilizado, seja referenciado pelo que/m faz, para que só mais tarde, quando se estabiliza e se torna de *“uso rotineiro”*, ganhe um nome, um substantivo que o identifique.

Mas no que consiste esta estabilização e como ela é obtida? Como um objeto ou um projeto deixa de ser um plano, uma ideia, um desejo fugidio e

⁷ O robô Tatuí também teve alguns nomes descritivos como Unidade Submarina de Atuação Remota (USAR-I) em documentos da Coppe, Veículo de Controle Remoto (VCR-01/1000) em reportagens de jornal ou artigos publicados pela CONSUB ou simplesmente, robô submarino ou robô brasileiro.

ganha robustez, passa a resistir, se torna realidade? Segundo afirma Latour (2011, p. 143-144), “*realidade [...] é aquilo que resiste*”. Antes de obter um nome e o direito a existência, um objeto deve passar por algumas “*provas de força*”. E se, “*em dada situação, nenhum discordante é capaz de modificar a forma de um objeto novo, então sim, ele é realidade, pelo menos enquanto os testes de força não forem modificados*” (LATOUR, 2011, p. 144).

Se por um lado não houvesse um destaque na imprensa que desse a entender que estava em andamento um grande projeto capaz de dotar o país de tecnologia inédita no mundo e permitisse realizar o sonho da autossuficiência, por outro lado era muito frequente nos jornais da época a referência genérica a “*investimentos na exploração de petróleo em águas profundas*”. Com este nome complexo, que menos nomeia e mais descreve, este programa foi submetido a diversas “*provas de força*” e, ao vencer estas provas de força, esta “*lista de testes*”, pela qual era conhecido, o objeto PROCAP se transformou “*em coisa*”, foi literalmente, “*reificado*” (LATOUR, 2011, p. 141).

Nos acervos de jornais consultados (Jornal do Brasil, Jornal do Commercio, O Globo e Folha de São Paulo) constatee a seguinte situação em relação ao PROCAP da Petrobrás na década de 1980: no Jornal do Brasil e na Folha de São Paulo não há nenhuma referência ao programa pelo nome, no Jornal do Commercio há um artigo do dia 7 de março de 1988 (GARCIA, 1988, p. 16) e no Globo há três artigos publicados nos dias 7 de novembro de 1987, 3 de outubro de 1988 e 27 de outubro de 1989. Os três artigos do jornal O Globo foram publicados como “*informe especial*”, matérias originadas na própria empresa na proximidade de seu aniversário (dia 3 de outubro). O PROCAP já estava reificado na Petrobrás desde, pelo menos, o início de 1987⁸, mas, para os Jornais e seus leitores, a sigla só passou definitivamente a ser identificada com a empresa em 1992, quando já se discutia a segunda edição do programa.

Mesmo dentro da Petrobras, o programa era inicialmente tratado como uma “*carteira de projetos*” (FREITAS, 1993, p. 99) e somente depois de ser

⁸ “*Por isto, explica Ozires Silva, o Programa de Capacitação em Águas Profundas (Procap), aprovado pela Diretoria Executiva da Petrobrás no início do ano, é prioritário para a empresa*” (PETROBRÁS PESQUISA..., 1987).

debatido e transformado por vários setores da empresa (CENPES – pesquisa, SUPEN – Engenharia Básica, SUPEP – Exploração e Produção, representantes dos órgãos operacionais) é que foi enviado à diretoria para aprovação, ganhando o nome PROCAP. *“Através da revisão do programa realizada por equipes formadas pelos órgãos e do centro de P&D, a carteira PROCAP consolidou-se como agenda de pesquisas da Petrobras”* (FREITAS, 1993, p. 99). Mesmo com o nome consolidado, substantivado, o primeiro PROCAP nunca deixou de ser uma grande “carteira de projetos”, passível de mudar de forma a cada reavaliação anual. Projetos eram criados, encerrados e fundidos em novos projetos.

Fora da empresa, no início de 1986, os *“investimentos na exploração de petróleo em águas profundas”*, ainda não transformados em um substantivo e não tendo uma certidão de nascimento onde constasse o nome PROCAP, tiveram de passar por sua maior prova de força, sendo desafiados por algo já reificado em escala mundial: o preço do petróleo no mercado internacional. Após o aumento súbito e, a partir de então, constante deste preço, que caracterizou os dois chamados “choques do petróleo”, o início de 1986 registrou o apogeu de um movimento contrário. A queda acentuada de preço foi conhecida a partir de então como “contrachoque do petróleo”.

A questão sobre o nome PROCAP ser preterido pelos *“investimentos na exploração de petróleo em águas profundas”* tem muito a dizer sobre o campo de batalha onde se travava a disputa. O nome complexo, que mais explica que nomeia, explicita a disputa entre escolhas de curto prazo e de longo prazo, o custo de importar e o custo de produzir, mas também entre duas prioridades nacionais colocadas em conflito: estabilização econômica e desenvolvimento.

1.2 - INVESTIMENTOS EM ÁGUAS PROFUNDAS

Não existe uma relação direta, ou pelo menos não deveria existir, entre a oscilação do “preço do petróleo no mercado internacional” e as decisões internas de investimento em pesquisa de uma empresa controlada pelo estado. Esta relação vem sendo construída, sobretudo a partir de meados da década

de 1980. Ainda hoje, no Brasil de 2020, diversos grupos de interesse buscam naturalizar a ideia de que os preços internos dos derivados de petróleo no Brasil devem acompanhar o mercado internacional.

Na década de 1980 era muito difícil defender esta ideia. A Petrobras era uma empresa controlada pelo estado num contexto de monopólio do petróleo, sua produção não passava pelo chamado “mercado internacional”, sendo vendida, em moeda nacional, para refinarias próprias (da empresa) que por sua vez vendiam seu produto (o petróleo transformado em seus derivados) no mercado interno. Havia alguma influência, pois a Petrobras tinha de importar Petróleo, mas, como afirma um artigo do Jornal do Commercio de 1986 (BUENO, 1986), *“a Petrobrás paga o petróleo em cruzeiros, que transfere para o Banco Central. Este é que libera os dólares para pagar as importações”*. O faturamento da Petrobras era em moeda nacional e o petróleo importado tinha de ser comprado em dólares (o “preço do mercado internacional”), mas seu preço dependia do câmbio e de decisões da política econômica do governo.

Além disso, a expressão “preço do petróleo no mercado internacional” tem três pontos problemáticos: o preço, o petróleo e o mercado. Não há uma “coisa” chamada petróleo! Petróleo é uma denominação comum para diversas misturas heterogêneas de certos compostos químicos (THOMAS et al, 2001). Não há um mercado internacional de petróleo, há vários mercados mais ou menos interligados. E também não há um preço único do petróleo (mesmo sem levar em conta o câmbio) e, em alguns casos, há até divergências sobre se o que é chamado de “preço do barril de petróleo” reflete realmente o conceito econômico de preço (MABRO, 1984, p. 1).

Como observa Annemarie Mol (MOL, 2002, p. 5), os *“objetos surgem — e desaparecem — com as práticas nas quais eles são manipulados. E como o objeto da manipulação tende a diferir de uma prática para outra, a realidade se multiplica”*. O petróleo, o preço e o mercado internacional *“todos estes são mais de um. Mais do que singular. Isso levanta a questão de como eles estão relacionados. Pois mesmo se os objetos diferem de uma prática para outra, há relações entre essas práticas”* (MOL, 2002, p. 5). Desta forma, *“longe de cair necessariamente em fragmentos, os objetos múltiplos tendem a ficar juntos de algum modo”* (MOL, 2002, p. 5).

Assim, vai sendo montada uma colcha de retalhos, um conjunto de elementos heterogêneos que se movimentavam no palco onde se encenavam, em 1986, as decisões que definiam as condições de existência ou não existência do PROCAP e, conseqüentemente, do projeto do robô Tatuí. Como num Rizoma⁹, um emaranhado sem começo, meio ou fim, vai se percorrer um longo caminho para no final voltar ao ponto de partida (sem nunca ter saído de lá). Muitas destas relações e oposições configuram e explicam tanto a história do PROCAP quanto a do robô Tatuí.

1.3 - PROBLEMA DO PROCAP COMO UMA “GRANDE NARRATIVA”¹⁰

Como dito anteriormente, o Robô Tatuí não era um projeto isolado. Era um dos, **cerca de**, 110 projetos que compunham o primeiro PROCAP, lançado pela Petrobras **em algum momento** do ano de 1986.

As duas imprecisões destacadas na frase anterior não são acidentais. Existem divergências entre os diversos autores sobre o número de projetos que havia no PROCAP. Moraes (2013, p. 142), Assayag (2005, p. 30) e Bruni (2002, p. 5) falam em 109 projetos. Já Freitas (1999, p. 97) afirma que *“O PROCAP 1000 foi formado com cerca de 78 projetos, mas durante sua implementação chegou a comportar 116 projetos”*. Até mesmo o superintendente-geral do CENPES, José Paulo Silveira, a quem é atribuída a criação do programa, em seu depoimento ao Museu da Pessoa não quis se comprometer com um número exato, afirmando que *“no seu início, o Procap tinha cerca de 110 projetos – para não errar o número, entre 105 e 110 projetos”* (SILVEIRA, 2009, P. 15). Quanto à data de início, todos concordam com o ano de 1986¹¹, mas ninguém se arrisca a informar a data com maior precisão.

A história do PROCAP pode ser, e tem sido, contada no estilo das “Grandes Narrativas”, uma história heroica, de superação de grandes desafios,

⁹ “[Q]ualquer ponto de um rizoma pode ser conectado a qualquer outro e deve sê-lo. É muito diferente da árvore ou da raiz que fixam um ponto, uma ordem” (DELEUZE e GUATTARI, 1995, p. 14)

¹⁰ Termo cunhado pelo filósofo francês Jean-François Lyotard no livro *“The Postmodern Condition: A Report on Knowledge”* (LAW, 2002, p. 213).

¹¹ Pelo menos um dos projetos começou em 1983 (PETROBRAS, 1988a, p. GER-16).

que termina em um grande sucesso. Este tipo de história costuma fazer simplificações, decidindo ou apagando incertezas, mudanças de planos, negociações. Segundo John Law, as grandes Narrativas (Law, 2002, p. 163):

Distinguem entre - e exigem a distinção entre - realidade e fantasia. Elas apagam o que, depois de Foucault, passamos a pensar como a "microfísica" do poder, ao mesmo tempo em que pressupõem seu funcionamento. Elas decretam e pressupõem que existem lugares políticos especiais e privilegiados. Elas se distribuem entre o que é doravante imaginado como importante e o que é relegado para o suporte do mero detalhe. E pressupõem - e de fato exigem - a singularidade da tomada de decisão ao mesmo tempo em que apagam o que exigem igualmente para a singularidade, ou seja, sua multiplicidade simultânea.

Diversos autores já escreveram sobre este programa (FREITAS, 1993, P. 95-129; FURTADO, 1995, p.148, 181-187; FREITAS, 1999, p. 92-143; ORTIZ NETO, 2006, p. 79-101; MORAIS, 2013, p. 142-148; CNI, 2013, p. 369-394; além de artigos publicados em periódicos), contando sua história e analisando suas realizações. A leitura de muitos destes textos passa a impressão de um projeto, único, coeso, com objetivos bem definidos, que começou em 1986 a partir do plano traçado em um centro de decisão da Petrobras. Parece inevitável que estes planos viessem, *“em anos futuros, a fazer da Companhia uma das mais atuantes no desenvolvimento e uso dessas tecnologias”* (MORAIS, 2013, p. 146).

Os dois primeiros trabalhos mencionados são mais detalhados por terem sido escritos quando o primeiro PROCAP havia recém-encerrado e a continuação do programa estava ainda no começo. Quanto mais nos afastamos no tempo, da época da execução do programa, mais ele vai perdendo espaço e sua história vai sendo resumida, transformada em uma parte de *“algo maior”*. A própria Petrobras ao utilizar o mesmo nome para três programas ajudou a construir esta noção de *“partes de um todo”*. Um exemplo de resumo da história do PROCAP, em estilo Grande Narrativa, é este trecho de um artigo de 2002 do Boletim Eletrônico Infopetro do Instituto de Economia da UFRJ (BRUNI, 2002, p. 5-6, grifo meu):

*A partir de 1984, a empresa começou a realizar importantes descobertas em águas profundas e ultraprofundas e mais tarde, em 1986, viria a criar o PROCAP (Programa Petrobras de Desenvolvimento Tecnológico de Sistemas de Produção em Águas Profundas). Este programa se tornou **um dos maiores programas tecnológicos da história do país**, com a formação de uma grande*

*rede de pesquisa, tendo como principais atores o Cenpes e a UFRJ. Esse programa foi executado em 6 anos e empreendeu 109 projetos interdisciplinares visando melhorar a competência técnica da empresa na produção de petróleo e gás natural em águas com profundidade de até 1000 metros. O **grande sucesso** do PROCAP encorajou a empresa a criar em 1993 o PROCAP-2.000, estendendo as pesquisas para produção de petróleo e gás natural em águas com profundidade de até 2000 metros.*

O mesmo nome esconde as diferenças entre os três programas. Como dito anteriormente, houve três edições: o PROCAP 1000 (de 1986 a 1991), o PROCAP 2000 (de 1992 a 1999) e o PROCAP 3000 (de 2000 a 2010). Os números de 1000 a 3000 estão relacionados com a profundidade limite, em metros, que a tecnologia sendo desenvolvida deveria ser capaz de atingir, mas esta nomenclatura só passou a ser adotada a partir da segunda edição.

Um depoimento de Marcos Isaac Assayag (2005, p. 31), Coordenador dos PROCAPs entre 1989 e 2002, leva a interpretação de que, além da profundidade havia uma diferença de objetivos, pois *“enquanto o primeiro Procap se dedicou mais à capacitação, o segundo programa foi mais voltado pra aplicação de tecnologias para viabilizar a produção a dois mil metros de profundidade”*. Ainda segundo ele, *“o Procap 1000 foi acúmulo de conhecimento. Nós estávamos tateando. Conhecer era estudar. Era **estudo sem muita preocupação com resultado**”* (ASSAYAG, 2005, p. 31 – grifo meu). A frase grifada pode induzir a interpretação de que desde o início não havia a preocupação com o resultado dos projetos, o que justificaria a descontinuidade de alguns deles. Porém, em artigo publicado nas “notícias PROCAP” de dezembro de 1987, logo após a reavaliação do programa, mostra que o resultado dos 61 projetos em andamento, na época, seria utilizado no desenvolvimento dos campos de águas profundas recém-descobertos.

*Um grupo de trabalho formado por técnicos do DEPRO, DEPER, CENPES, SEGEN e SERMAT efetuou uma reavaliação do PROCAP, com base no “Plano de desenvolvimento da produção dos campos de Albacora e Marlin”, preparado pelo DEPRO. [...] Os projetos tiveram seus prazos estabelecidos **de forma que a Companhia utilize seus resultados no desenvolvimento da produção dos campos de Albacora e Marlim**. No momento, o PROCAP está com 61 projetos em andamento pelos diversos órgãos da Companhia.*

Um problema de inserir o PROCAP em uma Grande Narrativa é que um projeto deste tipo costuma ter um documento fundador, indicando prazos e objetivos, e uma data precisa de lançamento. Não foi possível localizar este

documento e, como citado anteriormente, nenhuma das fontes informa qual a data exata do lançamento do programa (apenas o ano). Tudo indica que este “documento fundador” não existe, pois o PROCAP foi se consolidando a partir das reuniões de um *“grupo de trabalho”* (FREITAS, 1999, p. 93-95): a Comissão Interdepartamental para Águas Profundas (CIAP). Esta comissão era composta por representantes de vários setores da Petrobras unidos pelo interesse e pela *“necessidade de viabilizar, técnica e economicamente, esses reservatórios situados entre 300 e 1000 metros de lâmina d’água (LDA)”* (FREITAS, 1999, p. 93-95).

A CIAP era composta por representantes do Centro de P&D da empresa (CENPES), do Departamento de Perfuração (DEPER), do Departamento de Exploração (DEPEX) do Departamento de Produção (DEPRO), do Serviço de Engenharia (SEGEN), do Serviço de Materiais (SERMAT), do Serviço de Planejamento (SERPLAN) e pelo Diretor de Exploração & Produção da BRASPETRO (ESTRELLA e JARDIM, 1992, p. 2; FREITAS, 1999, p. 93-95).

Não era um grande projeto, mas a soma de pequenos projetos integrados ou, utilizando as palavras de Freitas (1993, p. 99), uma *“carteira de projetos”*. A *“CIAP aprovou a criação de um programa tecnológico voltado especialmente para grandes profundidades”* que *“pode ser considerado a primeira iniciativa formal da PETROBRÁS para sistematizar esforços com vistas ao desenvolvimento tecnológico offshore”* (FREITAS, 1999, p. 93-95).

O diferencial e a novidade do programa era o esforço coordenado da CIAP para unir as demandas dos diversos setores envolvidos na pesquisa e na produção em águas profundas. *“A constituição deste programa também traduz um processo mais articulado de harmonizar os interesses de toda a empresa em torno de um objetivo: vencer as barreiras das águas profundas”* (FREITAS, 1999, p. 93-95).

Voltando a Latour (2011, p. 143-144), *“realidade [...] é aquilo que resiste”*. A consolidação do PROCAP foi resultado de muito esforço para buscar um *“consenso”* entre os vários departamentos. Este consenso *“foi atingido, através de reuniões que orientaram a definição de uma agenda*

mínima, que permitisse instalar sistemas de produção para atuação em lâminas d'água de até 1000 metros” (FREITAS, 1999, p. 93-95).

Não havia um “grande centro de decisão” por trás do PROCAP e a partir desta comissão não surgiu um projeto definido, com uma data precisa de início, mas um conjunto de pequenos projetos que foram sendo configurados e integrados a partir do ano de 1986. Havia revisões anuais e os projetos eram criados, encerrados e fundidos. Se procurássemos a todo custo uma data inaugural para o programa poderíamos utilizar as datas informadas na carta de apresentação do relatório final do PROCAP: o “PROCAP foi aprovado pela Diretoria Executiva através da Ata 3573^a, item 4º, de 19.02.87. Em 04.09.87 a Diretoria Executiva, através da Ata 3.600^a, item 3º, aprovou a forma de gerenciamento do PROCAP a nível de Companhia” (ESTRELLA e JARDIM, 1992, p.1). Estas duas datas, porém, são problemáticas já que diversos projetos incluídos no programa começaram em 1986 (como o desenvolvimento do Robô Tatuí) e alguns até mesmo antes daquele ano.

Além dos múltiplos interesses que tinham de ser harmonizados, era inviável existir um “centro de decisão” dentro da Petrobras devido à limitada autonomia financeira e administrativa da empresa, o que foi admitido por uma fala de seu presidente, Hélio Beltrão, em março de 1986: *“O presidente da Petrobrás, sempre fazendo a ressalva de que a Petrobrás não tem o poder de decisão, explicou que para o país é mais negócio continuar investindo em exploração e produção em todos os sentidos”* (THIMOTEO, 1986b, p. 16).

A continuação da estratégia de cortes nos orçamentos das empresas públicas, ao lado das pressões cambiais que o país enfrentou nos últimos anos, tiveram(sic), na opinião de um alto funcionário da empresa, que acompanha de perto sua evolução orçamentária, forte influência na retração dos investimentos. . (THIMOTEO, 1985, p, 37 – grifos meus).

A Petrobras não tinha total controle sobre o seu negócio. Embora produzisse parte do petróleo que enviava para suas refinarias, parte do petróleo era importada e dependia do câmbio fixado pelo governo. O que era produzido pelas refinarias chegava ao mercado em preços controlados, também pelo governo. No caso de um grande programa de investimentos, como este que pretendia criar tecnologia inédita para exploração das águas profundas, necessitava de dinheiro que dependia de decisões governamentais

ou mesmo de aportes financeiros (disputado com outras empresas estatais), como mostra esta reportagem da época (THIMOTEO, 1985, p, 37 – grifos meus):

*Ao que tudo indica, preocupado com os sucessivos cortes e com a atual **política de preços para os derivados de petróleo** (foram praticamente quatro meses congelados entre 28 de fevereiro e 20 de julho), Hélio Beltrão já deixou claro que as atenções estão mais voltadas para o **orçamento de investimentos** de 86, quando a empresa espera poder recuperar o ritmo necessário para realizar, nos próximos anos, o salto já vislumbrado na sua área de planejamento: o da produção em águas profundas.*

Mesmo quando se tratava de receitas próprias, como a que era obtida pela venda dos derivados de petróleo que saíam de suas refinarias, a empresa estava sujeita à política de preços definida pelo governo. Esta fragilidade foi notada em alguns dos trabalhos acadêmicos que estudaram o PROCAP.

1.4 - TRABALHOS QUE CITAM O PROCAP

Devido à sua importância, este programa tem sido objeto de artigos acadêmicos, teses (FREITAS, 1993; FURTADO, 1995; FREITAS, 1999; ORTIZ NETO, 2006, para citar alguns) e livros (NEGRI et. al., 2011; MORAIS, 2013; CNI, 2013). Na publicação da CNI (Confederação Nacional da Indústria), a Petrobrás, por conta dos seus programas de capacitação tecnológica, é listada como um dos 22 casos de sucesso de inovação em grandes empresas do Brasil (CNI, 2013, p. 369-394).

Como dito anteriormente, os trabalhos (acadêmicos) mais antigos dão informações mais detalhadas sobre o programa. A dissertação de Adriana Freitas (1993) buscava a “*compreensão da natureza dos esforços que a Petrobrás vem realizando em E&P, visando entender a **capacitação tecnológica alcançada** para viabilizar a produção de petróleo em águas profundas*” (FREITAS, 1993, p. 4-5, grifo meu). Uma grande ênfase é dada ao PROCAP, descrevendo os diversos órgãos internos da Petrobras que foram sendo mobilizados pelo programa e como ele “*possibilitou uma **mudança na postura da empresa** frente à inovação necessária para intervenção em maiores profundidades*” (FREITAS, 1993, p. 5, grifo meu). A autora fez um excelente trabalho de descrição ao mostrar como se articularam os órgãos

internos da Petrobras no esforço do programa, incluindo uma descrição de cada um dos projetos. No entanto, como destaquei com os grifos, o programa já aparece terminado, com a certeza de seu sucesso garantida. Os consensos já foram obtidos como quando ela fala que, após as discussões iniciais, *“conclui-se que a Petrobrás precisava concentrar seus esforços, no primeiro plano, em tecnologias que permitissem realizar a produção no médio prazo; no segundo plano, considerar estrategicamente as novas concepções para exploração de aplicação mais no longo prazo”* (FREITAS, 1993, p. 98, grifo meu).

Já na sua tese (FREITAS, 1999), defendida seis anos depois e já com o segundo PROCAP em andamento, ela buscou analisar *“os esforços tecnológicos realizados pela PETROBRÁS nas últimas duas décadas, as profundas transformações que a empresa atravessou e suas iniciativas para fazer face aos desafios tecnológicos situados na fronteira do conhecimento offshore”* (FREITAS, 1999, p. 11). Novamente ela mostra como se articularam os órgãos internos da Petrobras no esforço do programa e usa *“o desenvolvimento tecnológico, realizado através dos PROCAP,”* como forma de *“entender a dinâmica do processo de aprendizagem alcançado pela empresa”* (FREITAS, 1999, p. 11).

A dissertação de José Benedito Ortiz Neto (ORTIZ NETO, 2006), muito posterior a estes dois trabalhos e após o final do terceiro PROCAP, teve como objetivo *“analisar a evolução do aprendizado tecnológico, a partir do PROCAP, que permitiu à companhia superar seus entraves tecnológicos e a se tornar uma das líderes mundiais em tecnologias de exploração de petróleo em águas profundas”* (ORTIZ NETO, 2006, p. iv) utilizando um *“instrumental analítico neo-schumpeteriano acerca do progresso tecnológico endógeno”* (ORTIZ NETO, 2006, p. 3). Aqui, mais uma vez, os objetivos do programa aparecem bem definidos e o sucesso garantido (ORTIZ NETO, 2006, p. 2 – grifo meu):

*Dada à falta de tecnologias no mercado que pudessem operar de acordo com as condições dos campos brasileiros, a Petrobrás, através de seu centro de pesquisas (Cenpes), criou em 1986 o Programa de Capacitação em Tecnologia de Exploração de Petróleo em Águas Profundas (PROCAP), para organizar e orientar o trabalho de geração e adaptação de inovações que viabilizassem de maneira técnica e econômica a produção de petróleo em águas profundas. O programa foi iniciado em 1986 **com o objetivo de alcançar a***

profundidade de prospecção de 1.000 metros. Com o sucesso desse objetivo, em 1993 foi dado início à segunda fase do programa, o PROCAP 2000, com objetivo de explorar campos em lâmina d'água de até 2.000 metros. A partir do ano 2000, foi desencadeada a terceira fase do Programa, o PROCAP 3000, com o objetivo básico de explorar campos em até 3.000 metros.

A tese de livre docência de André Tosi Furtado (FURTADO, 1995), orientador dos dois trabalhos de Adriana Freitas, contrasta com estes outros trabalhos, pois para falar da “*trajetória tecnológica da Petrobrás*” ele não se exime de tratar dos problemas econômicos enfrentados pela companhia para levar adiante o programa, como quando ele fala que “[p]ara por em funcionamento o desenvolvimento tecnológico que foi propiciado pelo PROCAP, a Petrobrás teve que superar uma série de dificuldades externas, dentre as quais sobressai a sua **realidade financeira**” (FURTADO, 1995, p. 181 – grifo meu). Neste trabalho, o sucesso do PROCAP não aparece naturalizado (FURTADO, 1995, p. 184 – grifos meus):

*A aprendizagem tecnológica é um processo de natureza cumulativa, que ocorre fundamentalmente dentro da empresa e nos canais de relacionamento com atores externos. Não obstante, embora a trajetória tecnológica da Petrobrás tenha importantes determinantes internos, ela evolui através de uma interação permanente com o ambiente externo. No caso da Petrobrás, as mudanças do macroambiente externo (**evolução da economia brasileira, oportunidades geológicas**) impuseram-lhe desafios que ao nosso entender impulsionaram o seu processo de aprendizagem tecnológica. Nesse sentido, **nos distanciamos da tese que considera a trajetória tecnológica como resultando, fundamentalmente, da dinâmica endógena do processo de aprendizagem; e, também, da que afirma que essa dinâmica siga uma sequência natural.***

Estas “*mudanças do macroambiente externo*” se fizeram sentir ao longo de todo o período de vigência do programa, sendo que a “*evolução da econômica brasileira*” assim como a, não citada, evolução na tecnologia para exploração de petróleo em águas profundas, realizada em outros países, influenciou de forma decisiva para o aproveitamento ou não das tecnologias desenvolvidas por pesquisadores e empresas brasileiras. Este macroambiente externo se fazia manifestar nas reportagens de jornal da época do início do programa, atuando como motor da controvérsia entre o preço do petróleo e os investimentos na sua produção.

1.5 - O GRANDE PROGRAMA NOS JORNAIS

Um programa tão importante como este deveria ter sido anunciado com destaque no seu ano de lançamento. Porém, nos jornais consultados (Jornal do Brasil, Jornal do Commercio, Folha de São Paulo e O Globo) não há uma única referência à sigla PROCAP no ano de 1986 (nem mesmo com outros significados). Não se falava de um “programa de capacitação” da Petrobras, mas genericamente de “investimentos na exploração de águas profundas” e da luta da empresa para que os recursos para estes investimentos não fossem cortados ou diminuídos. Não se falava em PROCAP da Petrobras até a década de 1990. Mesmo o Robô Tatuí aparece em diversas reportagens ao longo da década de 1980, mas em lugar algum se fala que este projeto fazia parte de um grande programa de capacitação.

A sigla PROCAP é bastante mencionada nos jornais ao longo da década de 1980, porém na quase totalidade das vezes com outros significados que não o programa da Petrobras. Nos periódicos consultados foram 87 menções no Jornal do Brasil, 135 menções no Jornal do Comércio¹², 81 menções no jornal O Globo e 22 menções na Folha de São Paulo. Na mesma época, esta sigla era utilizada para o Programa de Capitalização de Empresas Privadas do BNDES e, mais para o final da década, para um Programa de Capacitação de Professores do Estado de Minas Gerais.

Uma das primeiras menções ao PROCAP aparece na mensagem de despedida enviada ao Congresso Nacional pelo Presidente da República, José Sarney. No texto, mesmo antes do fim do programa, já se percebe a construção do “grande sucesso” (BRASIL, 1990, p. 192-193 – grifos meus):

*Trata-se de programa de **cunho estratégico** que mobiliza hoje cerca de 50 entidades brasileiras entre centros de pesquisas, universidades, empresas de engenharia e indústrias de bens de capital, constituindo-se numa **oportunidade inédita de inovação tecnológica** para as empresas que atuam no Setor Petróleo, com seus **reflexos favoráveis** no **aumento da competitividade** da indústria nacional.*

Através da lente da Grande Narrativa, parece que o PROCAP sempre foi um grande sucesso, desde o seu nascimento. A eliminação da “microfísica

¹² Na década de 1990 foram 34 menções no Jornal do Brasil e 107 no jornal do comércio.

do poder”, de que fala John Law (citando Foucault), apaga da história as incertezas que existiam quanto à necessidade, a oportunidade e as chances de sucesso do programa. Diversos interesses dividiam o palco encenando esta microfísica do poder: havia uma disputa de prioridades entre a equipe econômica e o ministério das Minas e Energia (AURELIANO DEFENDE..., 1986, p.13), havia o último governo militar que apostava na autossuficiência em petróleo como um sucesso capaz de ofuscar seu fracasso econômico (RESERVAS..., 1984, p. 17), havia um governo civil com problemas de legitimidade (o presidente eleito faleceu sem tomar posse) e problemas econômicos (GOVERNO..., 1985, p. 19), havia um general ex-presidente (Ernesto Geisel) que mantinha grande influência na área energética (NETO, 1987, p. 14) e, enfim, havia a Petrobras encontrando enormes campos de petróleo num local inacessível na época (PETROBRÁS ENCONTRA..., 1986, p. 22; BARBOSA, 1985, p. 37; PETROBRÁS FALA..., 1985, p. 18).

A exploração de petróleo em águas profundas não era um empreendimento considerado viável como passou a ser a partir da década de 1990. O motivo é que não havia, **em lugar algum**, a tecnologia para retirar o petróleo de profundidades superiores a 300 metros. Por conta disso, a descoberta de um campo gigante de petróleo se torna “*duas notícias, uma boa, outra ruim*”, segundo uma reportagem de 1985 (COSTA, 1985, p. 5 – grifos meus):

*Ao anunciar a duas semanas, a descoberta de um campo gigante de petróleo na bacia de Campos, a Petrobrás deu ao país **duas notícias, uma boa, outra ruim**. A boa é que o campo pode ter em suas entranhas nada menos que 1 bilhão de barris de petróleo (a metade das atuais reservas nacionais). A ruim é que ele fica a uma profundidade média de 930 metros e ainda **não há no mundo** tecnologia capaz de retirar o óleo de tais profundezas. Achar óleo no fundo do mar parece estar sendo bem mais fácil do que trazê-lo para a superfície. As companhias de petróleo estão engajadas na tarefa de desenvolver tecnologias capazes de vencer as limitações do homem e dos equipamentos para resistir às condições de pressão atmosférica no fundo do mar. [...] São dificuldades imensas a serem superadas, mas o chefe da Divisão de Óleo do Departamento de Produção Petrobrás, Roberto Jardim, acredita que dentro de cinco anos será possível por um meio ou por outro, extrair petróleo de poços situados a mil metros de profundidade.*

Se não existe a tecnologia, ela tem que ser desenvolvida ao custo de uma quantidade grande de dinheiro que deve ser investida. Neste momento a economia entra em cena. A construção da viabilidade contou com uma

controvérsia que girou em torno do preço do barril de petróleo e o custo de produção, e envolveu setores do governo federal e a Petrobrás. No início de 1986 ocorreu uma brutal queda no preço internacional do barril de petróleo, como mostra a figura 1.1, publicada no Jornal do Brasil no dia 5 de fevereiro.

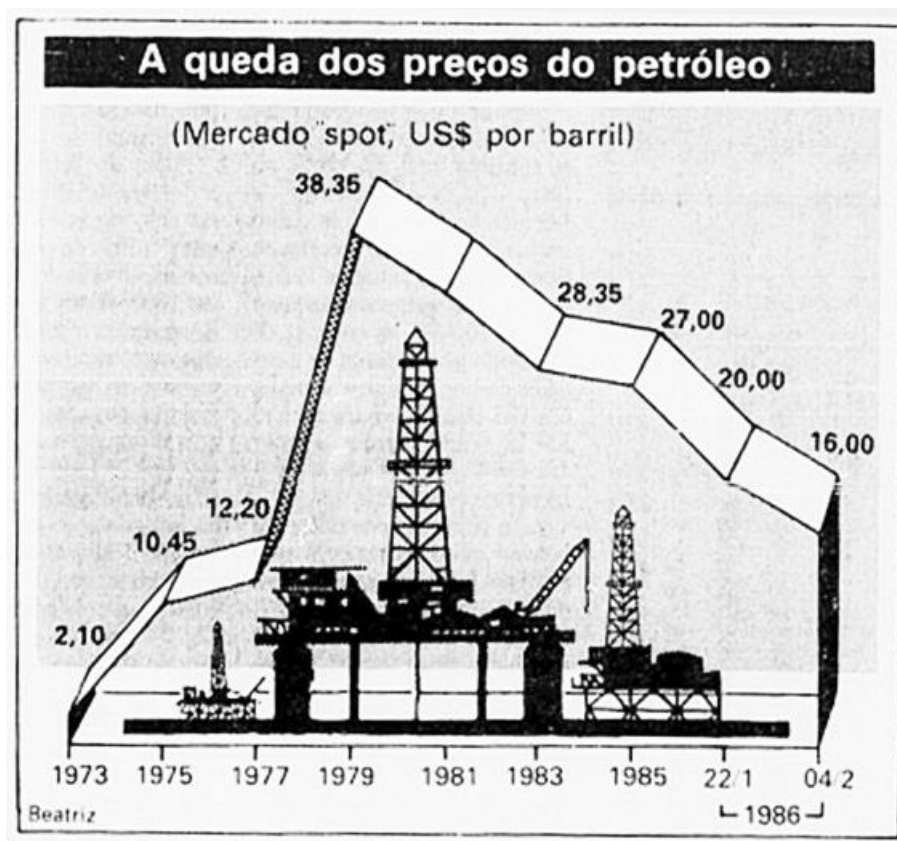


Figura 1.1 – Evolução do preço do barril no mercado SPOT¹³, (1973 a 1986).

Fonte: (PETRÓLEO JÁ..., 1986, p. 16)

Vale a pena investir o dinheiro do país para produzir petróleo quando o preço do barril deste produto está tão barato? É melhor aproveitar o preço baixo e importar mais petróleo? O preço do petróleo vai voltar a subir em breve? Estas eram as perguntas que se faziam entre janeiro e março de 1986. “O que as pessoas querem dizer quando se referem ao ‘preço mundial do petróleo bruto’? O que eles realmente querem dizer quando afirmam que ‘o preço do petróleo subiu’ ou ‘caiu’?” (MABRO, 1984, p. 1 – tradução minha) perguntava o especialista em petróleo, Robert Mabro¹⁴, em um artigo de 1984.

¹³ Mercado de curto prazo.

¹⁴ Especialista em questões de óleo e energia e fundador do *Oxford Institute for Energy Studies*, falecido em 1996. É reconhecido pelo sucesso ao atuar como mediador entre a OPEP e outros produtores de petróleo, ao negociar um corte de produção para aumentar os preços, após a crise de 1997. Fonte: (SAAD, 2016)

Sua conclusão é que “*Existem muitos conceitos diferentes do preço do petróleo, um termo que pode ser enganoso em sua aparente simplicidade*”.

A explicação de Mabro se aproxima muito do conceito de multiplicidade (ou fracionalidade) defendido por John Law e Annemarie Mol, onde um objeto, pelas muitas distintas práticas que o define, pode ser entendido como “*mais que um e menos que muitos*” (LAW, 2002, p. 3; MOL, 2002, p. 54). Ainda segundo Mabro (1984, p. 1-2 – tradução e grifo meus),

*Diferentes conceitos de preços passaram a ser usados em diferentes períodos da história do petróleo. [...] Nas décadas de 1950 e 1960, os preços visíveis do petróleo bruto internacional, então chamados de “Posted Prices”, não eram realmente preços em um sentido econômico claro. Nos anos 1970 e nos anos subsequentes até o presente, os preços visíveis do petróleo bruto internacional tiveram muitos rótulos diferentes. Alguns desses preços são administrados pela OPEP ou por outros governos produtores de petróleo, e outros são determinados em mercados no mercado à vista ou por contrato. Hoje, o palco parece estar ocupado por dois rivais, o chamado “preço de mercado” e o chamado “preço da OPEP”; mas essas são noções simplificadas, convenientes e, portanto, enganosas. Na realidade, há toda uma série de preços da Opep, nem todos administrados rigidamente; e toda uma série de preços de mercado, nem todos puramente determinados pelas **forças do mercado**. E os dois rivais no palco nunca atuam independentemente um do outro.*

O texto de Mabro, publicado dois anos antes do contrachoque do petróleo de 1986, não deixa dúvida sobre a inexistência de uma entidade universal chamada de preço do barril de petróleo, determinada livremente a partir de invisíveis e neutras “*forças do mercado*”. Existem entidades locais que se estabilizam e se tornam hegemônicas globalmente, impondo um sentido de universalidade.

Porém, para além desta oscilação entre singularidade e multiplicidade, um preço que são muitos preços, algo que caracterizou o(s) preço(s) do petróleo foi a oscilação de seu valor, amplificada a partir da década de 1970 (MÁRTIL, 2016 – tradução minha):

Ainda que pareça que vivemos nos últimos meses uma época de baixos preços do petróleo, a sua evolução durante os últimos 50 anos não deve incutir otimismo. A grande volatilidade do preço do petróleo durante o último meio século demonstra que este se move numa autêntica montanha russa, dado o seu carácter estratégico, o que faz que a sua cotação seja extraordinariamente sensível a um grande número de condicionantes que a levam à subida ou à queda em períodos de tempo muito curtos.

O momento em que Ignacio Mártil¹⁵ escreveu seu texto (2016) guarda muita semelhança com o que aconteceu trinta anos antes, em 1986. Em ambos os casos houve uma queda acentuada do preço do petróleo após uma subida vigorosa e inédita¹⁶. Se por um lado, não se tinha ainda a experiência de 50 anos de oscilação como em 2016, por outro lado havia a consciência de diversos fatores de instabilidade que poderiam levar em pouco tempo a novo aumento dos preços: a recorrência de crises na principal região produtora (que representou importante papel nas crises de 1973 e 1979), a estabilização da produção de petróleo nos EUA¹⁷ e a noção de que o petróleo era um recurso finito e que seu fim estava próximo¹⁸. Esta noção, de que o preço voltaria a subir em breve, estava presente entre os diretores da Petrobras, como é sugerido pela fala do superintendente comercial da Petrobrás, Arthur de Carvalho, que em fevereiro de 1986 acreditava na *“avaliação dos analistas estrangeiros, que estão prevendo a continuação da tendência de queda até o final da década e sua inversão no início da próxima”* (THIMOTEO, 1986a).

1.6 - PREÇO BAIXO X INVESTIMENTO

Entre janeiro e abril de 1986, à medida que o preço do barril de petróleo caía, se estabeleceu uma controvérsia entre a área de energia do governo (Ministério das Minas e Energia e a Petrobras) e a área de economia (Ministério do Planejamento e Ministério da Fazenda) sobre se esta queda deveria ou não interromper os planos de investimento da Petrobras, como mostra o trecho a seguir (THIMOTEO, 1986a):

O diretor de exploração, Wagner Freire, e o superintendente comercial da Petrobrás, Arthur de Carvalho, em termos pessoais, manifestaram desacordo com a tese que vem-se difundindo entre as assessorias dos Ministros da área econômica sobre uma eventual redução – ainda este ano – dos investimentos programados em produção e exploração de petróleo no país, como forma de

¹⁵ Professor catedrático de Eletrônica na Universidad Complutense de Madrid e membro da Real Sociedad Española de Física.

¹⁶ *“O preço do barril alcançou o valor máximo [histórico] na primavera de 2008, quando chegou a rondar os 140 dólares”* (MÁRTIL, 2016).

¹⁷ O chamado *“pico do petróleo”* ou *“pico de Hubbert”* foi atingido em 1971 nos EUA (DA ROSA e GOMES, 2004, p. 27).

¹⁸ *“Estamos perante o paradoxo de uns preços muito baixos num tempo em que o fim do petróleo se aproxima a passos de gigante”* (MÁRTIL, 2016).

ajustamento à atual conjuntura de queda dos preços do óleo no mercado internacional.

O acompanhamento das reportagens de jornal deste período mostra como os investimentos da Petrobras na exploração de petróleo em águas profundas oscilaram entre o cancelamento, o desejo e a concretização. Em 28 de janeiro, *“Aureliano prevê revisão nos programas [de investimento] da Petrobrás”* (AURELIANO PREVÊ..., 1986); em 4 de fevereiro, os *“[p]rojetos em águas profundas continuam”* (PROJETOS..., 1986); em 5 de fevereiro, a *“Petrobrás ainda aguarda uma melhor definição no quadro dos preços do petróleo no mercado internacional para decidir qualquer mudança em sua programação [de investimentos] para este ano”* (PETROBRÁS ESPERA..., 1986); em 17 de fevereiro, *“Petrobrás não quer redução nos investimentos para 86”* (THIMOTEO, 1986a).

Ninguém, porém, vai ao supermercado comprar petróleo em seu estado bruto. Quem o compra são indústrias especializadas em transformar o óleo bruto em outros produtos: as refinarias. O que interessa a população em geral é o preço dos derivados do petróleo. Durante a controvérsia dos investimentos, o *“Preço do Barril de Petróleo”* buscou ganhar aliados na opinião pública através da, no mínimo, discutível noção de que a queda do preço do petróleo bruto levaria a redução do preço dos seus derivados¹⁹.

Sem aprofundar nesta questão, basta dizer que o preço internacional do petróleo é apenas um dos componentes do preço final dos derivados e, não necessariamente, o mais importante. Isso, porém, serviu como um desgaste da área de energia do governo que foi obrigada a desfazer esta associação em diversas ocasiões: *“O consumidor [...] só será beneficiado com a queda dos preços do mercado internacional se esta situação provocar uma redução nos índices de inflação”* (PETROBRÁS ESPERA..., 1986), *“não há possibilidade de redução dos preços dos derivados do petróleo a curto prazo”* (AURELIANO DIZ..., 1986), *“Os preços dos derivados de petróleo não serão reduzidos [...] uma diminuição de preços agora seria desastrosa para a estatal, pois reabriria o problema de perda de receita que se criou durante os cinco meses em que os*

¹⁹ Simplificação repetida ainda hoje.

combustíveis tiveram seu custo ao consumidor congelado” (PREÇO..., 1986) e *“Preço dos derivados não cai”*. (PETROBRAS ENCONTRA..., 1986).

No início de março a situação dos investimentos começou a se definir, mas o responsável não foi um aumento do “Preço do Barril de Petróleo” que continuava sua trajetória de baixa. Em 28 de fevereiro foi lançado o Plano Cruzado trazendo a esperança de redução da inflação e estabilização da economia. Em 5 de março, o Ministro das Minas e Energia, Aureliano Chaves, afirmava que caso os preços do barril de petróleo continuassem em baixa, a Petrobrás iria *“reavaliar a produção interna, notadamente em águas profundas, mas continuará investindo na pesquisa de novas reservas, para ampliar a produção, em caso de nova reversão no cenário internacional”* (AURELIANO DIZ..., 1986) e em 26 de março, o presidente da Petrobras, Hélio Beltrão, afirmava que apesar da *“continuação da tendência de queda dos preços internacionais”*, ainda assim *“não é prudente reduzir os investimentos em [produção e exploração de] petróleo”* (THIMOTEO, 1986b) e continuava dizendo que mesmo *“trabalhando com a hipótese de que, na média, os preços do petróleo importado pelo país caíam para 10 dólares (FOB) ou 13 dólares (CIF), ainda assim seria mais conveniente manter a produção interna crescente”* (THIMOTEO, 1986b).

Além da economia (Plano Cruzado), a geologia também deu sua contribuição quando em 26 de abril Hélio Beltrão anunciou que a *“Petrobras encontrou mais petróleo na Bacia de Campos. Desta vez foi através do poço [...] situado no campo de Marlin, que junto com o de Albacora teriam reservas estimadas em cerca de 3 bilhões de barris”* (PETROBRAS ENCONTRA..., 1986). Três dias depois, o ministro Aureliano Chaves, em visita à plataforma central de Enchova-I revelou que a Petrobras iria elevar a produção com a entrada em operação dos *“dois primeiros poços em águas profundas (RJS 293 e RJS 294), localizados no campo de Marimbá, na Bacia de Campos, [...] numa lâmina d’água superior a 400 metros”* (PETROBRAS ELEVARÁ..., 1986). Além disso, *“o Ministro das Minas e Energia disse que pretende assegurar à Petrobras recursos para que não haja interrupção nos programas de pesquisa”* (PETROBRAS ELEVARÁ..., 1986).

Terminou assim a batalha pelos investimentos em águas profundas, sem que contudo tenha terminado a guerra entre a área econômica e a área de energia. Na mesma reportagem, o Ministro Aureliano “descartou [...] a proposta do ministro do planejamento, João Sayad, para que o governo utilizasse o superavit conseguido pela Petrobrás com a queda do preço do petróleo importado, a fim de ajudar outras estatais com problemas financeiros” (PETROBRAS ELEVARÁ..., 1986).



Figura 1.2 – Ozires Silva (à direita) e Hélio Beltrão (à esquerda).

Fonte: (BRAGA, 1986)

O “Preço do Barril de Petróleo”, tendo como porta-vozes os ministros da área econômica, mesmo não conseguindo impedir os investimentos na exploração das águas profundas, impôs uma taxaço aos lucros da Petrobras (consequentemente, reduzindo sua capacidade de investimento). Começava assim uma nova batalha que culminou quinze dias depois no pedido de demissão do presidente da estatal Hélio Beltrão e sua substituição pelo coronel Ozires Silva (figura 1.2). “Após um desgastante processo de discussão interna – que culminou com a saída de Hélio Beltrão do governo – as autoridades econômicas chegaram finalmente a um consenso quanto a necessidade de taxaço dos lucros extras” que Petrobras vinha “obtendo em consequência da queda dos preços internacionais do petróleo” (BRAGA, 1986).

Segundo reportagem da época, o Coronel “*é conhecido pelo prestígio que goza nos meios militares e conta com a experiência de comandar uma empresa [Embraer] que desenvolve um esforço tecnológico de vulto*” (BRAGA, 1986). Além disso, o “*coronel Ozires Silva é identificado como um executivo de formação nacionalista, embora não se enquadre na figura de um ‘xenófobo’*” (BRAGA, 1986). Os militares “*de formação nacionalista*” (ou seus aliados) estavam no comando do Ministério das Minas e Energia (Aureliano Chaves era amigo e aliado do general Ernesto Geisel) e, especificamente, da Petrobras no momento em que os “*investimentos em exploração de petróleo em águas profundas*” iam se transformando em PROCAP. Resta agora recordar a participação dos militares nacionalistas na consolidação do “Petróleo como Projeto Nacional” e qual o papel que a Petrobras foi assumindo no desenvolvimento da tecnologia no Brasil por conta deste projeto.

1.7 - PETRÓLEO COMO PROJETO NACIONAL

Ao longo do século XX, o petróleo foi se configurando no Brasil como um “Projeto Nacional”²⁰, um objeto de desejo, um caminho para um sonhado desenvolvimento econômico que libertaria o país de seu tradicional atraso. Para muitos, mesmo a demora em encontrar o “*líquido precioso*”²¹ no subsolo do país já era considerada um atraso, cujos culpados deveriam ser nomeados: os cientistas estrangeiros contratados para achar o produto, as multinacionais que dominavam a exploração dos derivados ou mesmo o governo que dava a concessão de exploração e fornecia os equipamentos.

Discussões giravam em torno de quem investiria na busca de petróleo e, conseqüentemente, seria o principal beneficiário da riqueza encontrada: o capital estrangeiro através das multinacionais do petróleo (os *trusts*), o capital nacional ou o governo. Muito pouco, ou nada, se falava a respeito da origem

²⁰ Projeto Nacional, neste texto, não deve ser entendido como um projeto definido no sentido estrito da palavra, mas sim um objetivo (ou conjunto de objetivos) adotado por grupos com algum poder de decisão (ou de pressão sobre quem tem poder decisório) e que mobilize setores da população nacional por um tempo considerável, pelo menos até que algum (dos) objetivo(s) seja atingido.

²¹ “Petróleo Nacional”. Jornal do Brasil, 17 de janeiro de 1936. P. 5, acesso em 15/09/2017, Disponível em http://memoria.bn.br/DocReader/030015_05/60991

dos conhecimentos técnicos e dos equipamentos de busca e produção de petróleo, como se fosse da “natureza” que ambos viessem do estrangeiro.

Em relação aos conhecimentos geológicos houve algumas iniciativas governamentais para criar conhecimento nacional acerca das potencialidades do subsolo do país. Geralmente estas iniciativas eram precedidas pela vinda de um estrangeiro contratado para estudar o Brasil e ensiná-lo aos brasileiros. Entre estas iniciativas destacam-se a criação da Escola de Minas de Ouro Preto, em 1875, pelo cientista francês Henry Gorceix (PEYERL, 2014, p. 13), a Comissão White de 1904, chefiada pelo geólogo americano Israel C. White, contratado para estudar a geologia da Bacia do Paraná (PEYERL, 2014, p. 56-59), e a criação do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil (SGMB), em 1907, pelo geólogo americano Orville A. Derby (PEYERL, 2014, p. 59-62).

Estas iniciativas não conseguiram livrar o país da necessidade de “importar” técnicos estrangeiros, no entanto, após a descoberta de petróleo no país em 1939, as importações passaram a não ser muito bem-vistas. Foi o que aconteceu com a contratação dos técnicos americanos, Everett L. DeGolyer e Lewis W. MacNaughton, em 1943, para atuarem como consultores das decisões do Conselho Nacional de Petróleo (CNP). A participação destes técnicos na formulação da Lei do Petróleo, proposta pelo presidente, foi um motivo de indignação que alimentou o movimento “O Petróleo é Nosso” (MIRANDA, 2004, p. 37).

Quanto aos equipamentos para procurar petróleo, não havia investimento em produzir no país estes equipamentos, nem há indícios que houvesse algum interesse nisso. Até, pelo menos, a década de 1940, “a maioria das sondas utilizadas era de percussão (*National Supply Co. e Keystone*) e rotativas (*Ingersoll Rand, entre outras*), importadas dos Estados Unidos, **em grande parte já usadas**” (PEYERL, 2014, p. 44 – grifo meu). Devido à falta de conhecimentos técnicos e recursos materiais, no Brasil se realizavam poucas perfurações, muitas vezes interrompidas sem que se atingisse uma grande profundidade (PEYERL, 2014, p. 44).

1.8 - OS INTERESSES NO PROJETO NACIONAL DO PETRÓLEO

Apesar de todo sucesso dos óleos combustíveis e da gasolina em movimentar motores, esta seria apenas mais uma das aplicações dos derivados de petróleo. Porém algo mudou com a primeira guerra mundial, que foi caracterizada pela utilização em larga escala de veículos movidos a combustíveis derivados de petróleo. Automóveis, navios, submarinos e aviões se tornaram indispensáveis para se lutar uma guerra.

Foi uma guerra que foi travada entre homens e máquinas. E estas máquinas eram alimentadas por petróleo [...]. No decorrer da Primeira Guerra Mundial, o óleo e o motor de combustão interna mudaram todas as dimensões da guerra, mesmo o próprio significado da mobilidade na terra e no mar e no ar. [...] Quanto pode ser carregado, quão longe e quão rápido - tudo isso mudaria com a introdução do motor de combustão interna. (YERGIN, 1991, p. 167-168 – tradução minha).

Não apenas os exércitos ficaram dependentes dos combustíveis, mas as próprias economias dos países. A falta de combustível, não imobilizaria apenas as tropas no campo de batalha, os próprios países ficariam impossibilitados de produzir os bens necessários à sua viabilidade. Ter ou não acesso a fontes de petróleo passou a ser uma questão de segurança energética. *“A competição por novos campos petrolíferos não mais seria essencialmente uma batalha entre empresários dispostos a assumir riscos e homens de negócios agressivos”* (YERGIN, 1991, p. 185-186 – tradução minha), pois o *“controle de fontes de produção de petróleo passou a ser considerado elemento estratégico para garantir a independência das nações”* (MORAIS, 2013, p. 266).

O Brasil, mesmo distante do teatro de guerra e com pequena participação nas operações, sofreu seus efeitos econômicos. O atraso geral do país e, particularmente, o atraso das forças armadas, sensibilizou o meio militar, marcando a década de 1920 com várias rebeliões. Com a revolução de 1930 a questão do petróleo ganhou uma nova importância. De início foram formadas diversas companhias de pequenos investidores privados que tentaram, através de venda de ações, captar dinheiro para exploração de petróleo. Monteiro Lobato foi um destes investidores e porta-voz deste grupo, defendendo a exploração do petróleo por brasileiros e atacando as multinacionais e o governo como culpados pela dificuldade em encontrar

petróleo. Suas polêmicas difundidas por artigos de jornais e livros popularizaram a questão do petróleo, agregando novos setores da sociedade. Por outro lado, o efeito das acusações de inação e a nova guerra que se aproximava fizeram o governo assumir com mais firmeza a tarefa de buscar petróleo.

Até esta época, as empresas multinacionais não demonstravam interesse em procurar petróleo no Brasil, pois, segundo se alegava, as perspectivas geológicas não eram favoráveis. Além disso, estas empresas já dominavam a importação e distribuição de combustíveis desde 1912 e tinham suas próprias fontes de combustível em outros países. Quando finalmente se encontrou petróleo pela iniciativa estatal, as empresas multinacionais, antes indiferentes, passaram a atuar abertamente para modificar a legislação de forma a atender seus interesses.

A partir de 1943, houve uma mudança de orientação na política governamental de petróleo e se começou a buscar uma maior abertura para o capital estrangeiro. A derrubada do governo Vargas e a eleição do general Eurico Gaspar Dutra acentuaram esta mudança, com o novo governo propondo uma lei do petróleo que não apenas abriria o setor, como ofereceria vantagens para as empresas estrangeiras (MIRANDA, 2004, p. 38-39). Debates se seguiram no Clube Militar, levando à criação do movimento “O Petróleo É Nosso”, que agregava, além de militares, estudantes e intelectuais. Toda esta efervescência culminou na criação da Petrobras em 1953, já no segundo governo de Getúlio Vargas.

1.9 - A PETROBRAS

A existência de uma empresa com a dupla função de fazer a exploração de petróleo e planejar a política nacional deste produto e seus derivados (o que não era sua atribuição original) teve como efeito a criação de um território, a delimitação de um espaço quase autônomo, que numa simbiose produziria efeitos no resto do país. O projeto Nacional de Petróleo atingiu seu momento de maior força e estabilidade, porém ao preço de, ao longo do tempo,

romper algumas das relações que haviam sido criadas com a sociedade e que garantiam esta mesma força.

A função de produtora de uma política pública de petróleo²² permitiu que a Petrobras ultrapassasse a fronteira empresarial, o que limitaria sua atuação à busca estrita de lucratividade (imediata ou futura) para seus acionistas, podendo se dedicar a atividades que beneficiariam o país e a economia nacional. Sendo assim, a Petrobras pôde investir na formação de profissionais especializados, o que levou a criação, em 1955, do Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisa de Petróleo (CENAP) com o objetivo de oferecer cursos de treinamento em geologia e engenharia do petróleo, que serviram de base para a abertura destes cursos nas universidades brasileiras (PEYERL, 2014, p. 3, 127, 143), permitindo ao país começar a se livrar da dependência de técnicos estrangeiros. A partir de 1963, com a criação de seu Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (CENPES), “a Petrobras torna-se o carro-chefe da economia e da pesquisa científica, tecnológica e de inovação do país relacionados às Geociências” (PEYERL, 2014, p. 3).

Em 1966 a Petrobras começou a procurar petróleo no mar, uma empreitada arriscada, mas que já vinha sendo tentada em diversas partes do mundo²³. Apesar de não ter total autonomia, pois seu presidente e diretores eram escolhidos pelo governo que assim tinha algum controle sobre suas decisões, o monopólio e as receitas provenientes da exploração do setor permitiram à empresa assumir riscos. Além disso, mesmo antes do golpe militar de 1964, a Petrobras era, em geral, comandada por militares de alta patente²⁴, o que dentro do contexto da época garantia alguma autonomia decisória.

²² Segundo a lei do petróleo de 1953, a função de formulação da política pública em relação ao petróleo seria exercida pelo Conselho Nacional de Petróleo, porém, aos poucos, a Petrobras foi assumindo esta função.

²³ Na Califórnia desde 1897, na Venezuela a partir de 1924, no Golfo do México desde 1938 e no Mar do Norte a partir de 1962 (MORAIS, 2013, p. 97,98,106)

²⁴ Dos nove presidentes da empresa nos governos militares (entre 1964 e 1985), foram 2 Marechais, 3 Generais e 2 Capitães de Mar e Guerra (posto da Marinha equivalente a Coronel do exército). Os demais presidentes eram civis. Fonte: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Lista_de_presidentes_da_Petrobras>, acessado em 6/2/2020.

Em 1968 foi encontrado o primeiro poço no mar de Sergipe numa lâmina d'água de 28 metros e cuja produção começou em 1973 (MORAIS, 2013, p. 111-113). Segundo ASSAYAG (2005, p. 20), o general Ernesto Geisel, como presidente da Petrobras (1969-1973), determinou que o campo fosse explorado mesmo sem a certeza de que a produção seria rentável, pois serviria para o país adquirir experiência na exploração marítima. Todos os equipamentos foram comprados no exterior à *“porta fechada”* e *“tudo foi projetado pelos estrangeiros, até o aço era importado, porque nós não tínhamos conhecimento”* (ASSAYAG, 2005, p. 20). A importação de produtos tecnológicos não era novidade em se tratando da exploração de petróleo no país, mas algo estava mudando com o investimento na formação de profissionais do setor, a criação do CENPES em 1963 (PEYERL, 2014, p. 3) e a posterior criação no centro de pesquisas de um *“núcleo”* de engenharia básica, primeiro para a área de refino, em 1976, e depois para a área de produção, em 1983 (ASSAYAG, 2005, p. 26).

A partir da década de 1980, quando o petróleo passou a ser encontrado em grandes quantidades, em locais inacessíveis para a tecnologia da época, o investimento em desenvolvimento tecnológico tornou-se mandatário. Porém, os anos de governo militar, em que as decisões de política energética ficaram restritas à Petrobras e setores das forças armadas, enfraqueceram os elos desta política em relação ao resto da população. O petróleo como projeto nacional foi se desestabilizando e perdendo espaço para outras preocupações como o preço da gasolina, a inflação, a estabilização da economia e a dívida externa.

Neste contexto travou-se a batalha que opôs a necessidade de investir em tecnologia (longo prazo) à possibilidade de comprar petróleo barato (curto prazo). Naquela ocasião, a promessa dos novos poços descobertos, o Plano Cruzado e a discreta influência militar garantiram a manutenção dos investimentos, permitindo à Petrobras instituir o Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP) conforme visto anteriormente neste capítulo.

O programa, considerado um caso de sucesso de investimento em inovação, trouxe muitos benefícios à Petrobras, que pôde dar prosseguimento

a um aumento constante de sua produção, batendo recordes mundiais de profundidade e garantindo o domínio sobre uma tecnologia estratégica para a empresa e o país. Porém, diversos projetos desenvolvidos por cientistas brasileiros foram considerados inviáveis, sendo substituídos por similares estrangeiros, por vezes especificados pela Petrobras com base em conhecimentos adquiridos nas pesquisas nacionais.

Segundo Furtado e Freitas (2004, p. 63-71), foram vários os motivos para o não aproveitamento destes projetos: as empresas nacionais não conseguiram se adequar às especificações, não se interessaram pela produção ou os custos eram muito altos; o conceito desenvolvido se tornou obsoleto em função da demora de projeto; o novo conceito enfrentou obstáculos de transferência e de passagem para a escala industrial; o Departamento de Produção da Petrobras não se interessou ou se desentendeu com o CENPES; ou simplesmente a Petrobras até hoje não optou por essa tecnologia em nenhum de seus desenvolvimentos em offshore.

Chama a atenção que nenhum destes motivos está necessariamente relacionado à origem nacional destes projetos, podendo facilmente ser invocados em outras situações, outras épocas e outros locais. Talvez apenas os custos muito altos nos remetam a uma questão local. O custo de qualquer coisa, porém, não é uma propriedade imutável, essencial, de qualquer objeto. Sua determinação é dependente de uma série de relações e escolhas políticas e econômicas, como taxas de câmbio, tarifas de importação, subsídios, concorrência externa, políticas públicas, para citar apenas algumas. Além disso, enquanto a Petrobras e as empresas nacionais se capacitavam para trabalhar em águas profundas, outras empresas de outros locais faziam o mesmo, por vezes partindo de condições técnicas e econômicas mais favoráveis, impondo uma concorrência difícil de ser vencida.

Portanto, apesar destas explicações, para se discutir o sucesso ou fracasso de algum produto tecnológico, ou mesmo do programa de capacitação tecnológica da Petrobras, não devem ser desprezadas as transformações políticas e econômicas pelas quais passou o país e o setor de petróleo durante a execução do PROCAP.

1.10 - PROJETO NACIONAL INDUSTRIAL

Apenas o PROCAP e o Projeto Nacional do Petróleo não explicam totalmente o projeto do robô Tatuí, nem seu abandono. É preciso falar de outro “projeto nacional”, sua gênese e desestabilização. Este projeto, que chamarei de Projeto Nacional Industrial, coexistiu e por diversas vezes se misturou com o Projeto Nacional do Petróleo, sendo porém um projeto independente.

Com a aparente falência do modelo neoliberal, que tem estado associado a crises ao redor do mundo, inclusive no Brasil, algumas vozes têm pregado uma volta atualizada ao Projeto Nacional Industrial, com o nome de Nacional-desenvolvimentismo, Neodesenvolvimentismo ou Projeto Nacional de Desenvolvimento (BRESSER-PEREIRA, 2018, pos. 865). Para o período de tempo abordado por esta tese, o termo desenvolvimento se mostra genérico e problemático, pois há quem acredite em outras formas de desenvolvimento que não envolvam necessariamente a industrialização. Segundo Bresser-Perereira (2018, pos. 956), a teoria neoclássica e seu liberalismo econômico “*afirma [...] que não existe relação entre desenvolvimento e industrialização*”, pois, para os liberais, “*basta que um país deixe o mercado alocar os fatores de produção livremente, que ele direcionará a produção para as atividades com maiores vantagens comparativas, e o desenvolvimento acontecerá*” (BRESSER-PEREIRA, 2018, pos. 956).

No momento em que o petróleo começou a ganhar importância no cenário mundial, o Brasil era um país agroexportador e seu principal produto de exportação era o café. O jornalista Elio Gaspari (2014, pos. 6411) conta que o ex-presidente Ernesto Geisel “*costumava repetir que nascera num país que importava manteiga, e orgulhava-se de ter participado da sua transformação numa nação industrializada*”.

O país vinha muito lentamente se industrializando quando a Primeira Guerra Mundial mostrou para alguns setores das classes dominantes, e para a classe militar em particular, o quanto o país estava atrasado em relação aos países centrais. “*Ainda que progressos tenham sido realizados, a sociedade brasileira foi uma sociedade semicolonial, sem uma ideia e um projeto de nação, até 1930, quando, afinal, começa sua revolução nacional e industrial*”

(BRESSER-PEREIRA, 2018, pos. 813). Duas crises abalaram o modelo agroexportador da forma como ele estava estabelecido no Brasil: a Primeira Guerra Mundial desestabilizou o sistema de comércio internacional e a crise de 1929 fez desabar os preços e a procura por café.

Com a chamada Revolução de 30 cristalizou-se a perda de poder da cafeicultura paulista e parte do capital nacional buscou novos destinos, financiando o que Bresser-Pereira (2018, pos. 865) chamou de *“uma clássica revolução burguesa, modernizadora e nacional”*. Ainda segundo o economista, *“dela não participaram os setores oligárquicos envolvidos na exportação de café, cacau e algodão, porque o novo regime usaria as rendas dessas culturas para viabilizar o desenvolvimento industrial”* (BRESSER-PEREIRA, 2018, pos. 865).

Num país que se está industrializando é necessário ter acesso a uma fonte de combustível para movimentar a industrialização. Dessa forma, os dois projetos nacionais encontraram um ponto de contato. Como abordado anteriormente (seção 1.8), dada a ineficácia e até mesmo o desinteresse do grande capital nacional e internacional, o governo após a Revolução de 1930 cada vez mais tomou para si o esforço e a iniciativa de procurar petróleo.

A Segunda Guerra Mundial também representou uma oportunidade bem aproveitada para acelerar o processo de industrialização. Além da necessidade de substituir os produtos que não podiam mais ser importados dos EUA e da Europa, a negociação para a entrada do país no conflito permitiu a implantação de importantes indústrias, como a siderúrgica e a Fábrica Nacional de Motores (PAIVA, 2004, p.110).

O segundo governo de Getúlio Vargas (1950-1954) iniciou um novo ciclo de crescimento liderado pelo estado brasileiro com a criação de diversas empresas estatais, dentre elas a Petrobras, selando a união entre o Projeto Nacional do Petróleo e o Projeto Nacional Industrial. *“Entre 1930 e 1990, o Brasil teve um projeto nacional — a industrialização — e uma estratégia desenvolvimentista para realizá-lo”* (BRESSER-PEREIRA, 2018, pos. 865). Uma política adotada ao longo desse período foi a chamada “substituição de importações”.

Substituição de Importações é uma política que começou a ser aplicada no Brasil (e em outros países) a partir da crise econômica de 1929, após o colapso do modelo exportador primário (CAPELATO, 1973, p. 595; MATTEI e SANTOS JUNIOR, 2009, p. 94; LIMA, 2011, p. 34). A partir de então esse “processo” passou por diversos momentos: substituição de bens de consumo leves (após a grande depressão), investimento estatal em siderurgia (durante a segunda guerra mundial), retomada de importações (1945-1947), controle rígido de importação de bens de consumo não essenciais e barateamento da importação de bens de capital (a partir de 1948) (TAVARES, 1972 apud CAPELATO, 1973, p. 597). Os diversos governos foram levados a essa política por dificuldades de oferta do exterior (na época da guerra) ou por dificuldades internas de financiar as importações. A existência de, pelo menos, um desses dois fatores permitiu que se tentasse “*repetir, aceleradamente, em condições históricas distintas, a experiência de industrialização dos países desenvolvidos*” (TAVARES, 1972, p. 35 apud CAPELATO, 1973, p. 596).

Durante a década de 1970 e de 1980, sobretudo após o choque de petróleo de 1973, sucessivos governos brasileiros enfrentaram o problema dos deficits da balança comercial (gastos com importações menos receitas com exportações)²⁵ através de uma política de *substituição de importações*.²⁶ Segundo o jornalista econômico Aloysio Biondi (1986), o governo não apenas buscou “*combater importações desnecessárias*” como estabeleceu “*programas de substituições de importação*”, forçando “*investimentos para a produção daqueles itens aqui dentro*”. Parte importante da *substituição de importações* envolvia o aumento da produção de petróleo, já que a importação desse produto era um item de peso na balança comercial.

Segundo a economista Maria da Conceição Tavares (1979, p. 38-39), o termo substituição de importações “*é empregado muitas vezes numa acepção*

²⁵ Importações e exportações envolvem o uso de dólares americanos, e o governo, intermediário destas operações, no caso de deficit, tem de adquirir essa moeda, geralmente por empréstimo, aumentando a dívida externa.

²⁶ “*Nos anos 70 e 80 ficou famosa a gaveta de Benedito Moreira, na Cacex - o órgão que autorizava importações. Cada vez que a balança comercial apertava, Benedito trancava a gaveta e tirava férias*”, conta o jornalista Luís Nassif no artigo “A Volta da gaveta da Cacex”, disponível em <https://jornalggn.com.br/blog/luisnassif/a-volta-da-gaveta-da-cacex>, consultado em 14 mar. 2018

simples e literal significando a diminuição ou o desaparecimento de certas importações que são substituídas pela produção interna.” Segundo a autora, esta substituição total só ocorre quando há “restrições do setor externo” (TAVARES, 1979, p. 39) e não é desejável. “Uma extensão deste critério simplista poderia levar a crer que o objetivo ‘natural’ seria eliminar todas as importações” (TAVARES, 1979, p. 39).

O PROCAP ocorreu no final do último ciclo da política de Substituição de Importações, o que influenciou profundamente a forma assumida por essa primeira versão do programa. A transformação nos objetivos perseguidos pelo programa pode ser constatada pela comparação entre documentos produzidos ao longo de sua execução até o seu final (como se verá na seção 1.12).

1.11 - O FIM DOS PROJETOS NACIONAIS

O Projeto Nacional do Petróleo e o Projeto Nacional Industrial, de certa forma, foram vítimas de seu próprio sucesso. No final da década de 1980 a produção das águas profundas começava a fazer diferença, apontando para breve a tão sonhada autossuficiência em petróleo. Por outro lado, o ano de 1986 foi o ano em que se atingiu o maior percentual de participação da indústria no PIB nacional (figura 1.3). No final da década começava-se a dizer que a política de “*substituição de importações*” havia atingido seus objetivos.

Era como se dissessem: “*agora que o Projeto Nacional do Petróleo e o Projeto Nacional Industrial cumpriram suas promessas, está esgotado este caminho, é hora de fazer tudo diferente*”. O que facilitou esse trabalho foi a conversão das classes dominantes brasileiras a um novo credo econômico neoliberal, quando as leis da “*segunda natureza*” (LATOIR, 2014) passaram a ser consideradas por muitos como tão infalíveis quanto se acreditavam que eram as leis da “*primeira*” natureza²⁷. Essas transformações começaram nos

²⁷ “Ele tem o mesmo grau sombrio de realismo do famoso gracejo de Frederick Jameson que diz: ‘Hoje em dia parece mais fácil imaginar o fim do mundo do que imaginar o fim do capitalismo!’ Se você chama o mundo – no sentido do mundo em que vivemos, ‘primeira natureza’ e o capitalismo nossa ‘segunda natureza’ – no sentido daquilo a que estamos totalmente habituados e que foi totalmente naturalizado – então o que essa frase quer dizer é que a segunda natureza é mais sólida, menos transitória, menos perecível que a primeira” (LATOIR, 2014, p. 1 – tradução minha).

países ricos e foram se propagando para países como o Brasil através de antigas e novas relações de dependência.

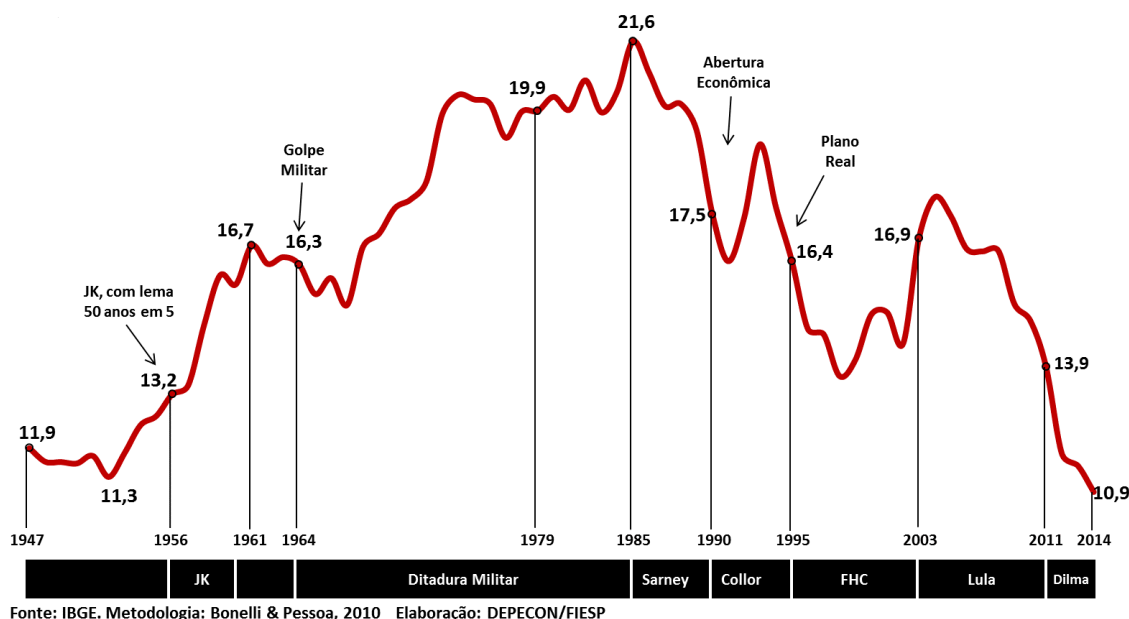


Figura 1.3 – Participação da Indústria de transformação no PIB, em %.

Fonte: FIESP, 2015, p.12

Essa elevação do capitalismo liberal a posição de segunda natureza fez sua estreia *“justamente quando os limites da primeira natureza se tornaram aparentes, por volta de 1945”* em decorrência dos desdobramentos da Segunda Guerra Mundial, *“‘A Economia’ foi inventada de uma vez por todas – um infinito e ilimitado domínio, totalmente indiferente à existência terrestre e à própria noção de limites, e inteiramente autocentrada e autogovernada”* (LATOUR, 2014, p. 6 – tradução minha). Segundo Piketty, *“a economia jamais abandonou sua paixão infantil pela matemática e pelas especulações puramente teóricas, quase sempre muito ideológicas, deixando de lado a pesquisa histórica e a aproximação com as outras ciências sociais”* (PIKETTY, 2014, P. 49).

“Esse processo de desatracação, de infinitização, ocorreu mais uma vez na década de 1970”, quando a nata do capitalismo mundial²⁸ e uma nova geração de economistas *“tentou fazer com que a primeira natureza desse suporte à segunda”* fazendo com que *“em questão de alguns anos, os limites sumissem e qualquer conexão entre a primeira e a segunda natureza*

²⁸ O chamadol *“Clube de Roma”* (LATOUR, 2014, p. 6).

desaparecesse” (LATOURE, 2014, p. 6 – tradução minha). Segundo atesta Piketty, “com frequência, os economistas estão preocupados, acima de tudo, com pequenos problemas matemáticos que só interessam a eles, o que lhes permite assumir ares de cientificidade e evitar ter de responder às perguntas mais complicadas feitas pelo mundo que os cerca” (PIKETTY, 2014, P. 49).

Nessa época, *“convencer as pessoas de que os negócios no estilo americano estavam funcionando, e funcionando bem, se tornou crucial para uma elite conservadora [dos EUA] preocupada com o comunismo” (FOROHHAR, 2013, P. 99). A classe dominante²⁹ conservadora norte-americana, apoiada por uma escola de pensamento econômico totalmente voltado para o interesse de uma entidade abstrata chamada “mercado”, foi obtendo nos países ricos uma economia cada vez mais desregulamentada, visando uma maximização dos lucros. “Os anos de 1970 constituem referência basilar na constatação a respeito da transformação significativa do padrão de acumulação capitalista sob a hegemonia dos Estados Unidos” (POCHMANN, 2016, p. 100).*

Os EUA chegaram aos 1970 com três grandes problemas: estavam gastando uma enorme quantidade de recursos na guerra do Vietnam, atingiram o pico de petróleo (projetando insegurança energética para os próximos anos) e os países ajudados pelo plano Marshall haviam completado sua recuperação, podendo competir por mercados antes dominados exclusivamente pelos norte-americanos.

Em meio aos *“sinais de decadência da hegemonia estadunidense”, que transparecia por uma “economia em fase de estagnação e com alta inflação (estagflação), acrescentada do dólar em descrédito, assim como suas forças armadas e segurança energética”, o governo dos EUA “surpreendeu o mundo com uma inflexão de grande porte” (POCHMANN, 2016, P. 85-86 – grifo meu). Esta “inflexão de grande porte” foi que em “15 de agosto de 1971, o presidente dos Estados Unidos, Richard Nixon, anunciou que o dólar não seria mais conversível em ouro” (GRAEBER, 2011, p. 361 – tradução minha).*

²⁹ Prefiro, sempre que possível, substituir o termo elite por classe dominante, pois o primeiro passa uma errônea ideia de superioridade ou mérito, mesmo quando se refere àqueles que por privilégio econômico e/ou de nascimento exercem poder.

O acordo de Breton Woods, após a Segunda Guerra, havia, entre outras medidas, estabelecido uma relação fixa entre o dólar e o ouro (US \$ 35 a onça) e o compromisso do governo dos EUA de converter dólares em ouro a esse preço. Isso funcionou por mais de duas décadas, até que a crise norte-americana começasse a contaminar outros países ricos. *“Em maio de 1971, com os preços dos EUA subindo a uma taxa anual de 7,2%, os alemães ocidentais [...] deixaram o sistema de Bretton Woods. Seu governo não venderia mais Marcos para sustentar o dólar”* (FRUM, 2008, p. 297 – tradução minha). Outros países seguiram o mesmo caminho: *“os suíços negociaram US \$ 50 milhões por ouro em julho. Os franceses exigiram US \$ 191 milhões em ouro em agosto. As reservas de ouro dos EUA caíram para o nível mais baixo desde 1938”* (FRUM, 2008, p. 298 – tradução minha).

Esta mudança (o fim da conversibilidade fixa do dólar) aumentou as incertezas em relação à economia e à moeda americana, atingindo principalmente os países mais pobres que mantinham reservas em dólar: *“a ordem econômica do pós-guerra estava morta”* (FRUM, 2008, p. 298 – tradução minha). O pacote tinha outras medidas, entre elas um congelamento de preços e salários que aplacou por um tempo a inflação (bem ao estilo do que foi adotado no Brasil no governo Sarney na década seguinte) e foi bem recebida pelo público interno. *“Os americanos do século XXI acreditam na livre circulação de preços da maneira que o homem medieval acreditava na eficácia da oração, mas os americanos de 1971 reagiram aos controles de Nixon em êxtase”* (FRUM, 2008, p. 298 – tradução minha).

Dois anos depois, o primeiro Choque do Petróleo criou as condições para que os problemas do capitalismo americano fossem exportados para os chamados “países em desenvolvimento”, entre eles o Brasil. *“A inflação [dos EUA] da década de 1970 é frequentemente atribuída [...] aos Xequês Árabes do petróleo”, porém “é muito mais próximo da verdade dizer que os choques de petróleo de 1973 e 1979 foram causados pela inflação [dos EUA] da década de 1970”* (FRUM, 2008, p. 298 – tradução minha).

Desatrelado do ouro, o petróleo ajudou a manter o poder de compra da moeda americana. *“O status global do dólar é mantido em grande parte pelo fato de ser, desde 1971, a única moeda usada para comprar e vender petróleo,*

e qualquer tentativa dos países da OPEP” de mudar isso “encontra a teimosa resistência da Arábia e do Kuwait - protetorados militares dos EUA” (GRAEBER, 2011, p. 367 – tradução minha).

“Os ganhos combinados de petróleo dos países exportadores aumentaram de US \$ 23 bilhões em 1972 para US \$ 140 bilhões em 1977” (YERGIN, 1991, p. 634). Esses países “iniciaram um programa estonteante de gastos: industrialização, infraestrutura, subsídios, serviços, necessidades, luxos, armas, desperdícios e corrupção” (YERGIN, 1991, p. 634). Grande parte do lucro dos países produtores era gasto em importação de bens dos países industrializados e o que sobrava era aplicado em investimentos em bancos ingleses e americanos.

“O grupo que mais sofreu [...] foram os países em desenvolvimento que não tiveram a sorte de ser abençoados com petróleo. O choque de preços foi o golpe mais devastador para o desenvolvimento econômico na década de 1970” (YERGIN, 1991, p. 635). Boa parte do lucro dos países produtores que inundava o sistema bancário dos países ricos ia parar nos países em desenvolvimento na forma de empréstimo. “A saída de alguns era pedir emprestado e, portanto, um bom número desses dólares excedentes da OPEP era ‘reciclado’ através do sistema bancário para esses países em desenvolvimento” (YERGIN, 1991, p. 635).

No caso do Brasil, esses recursos foram utilizados para financiar o chamado “milagre econômico” do governo Médici e, no governo Geisel, “parcela importante dos investimentos do II Plano Nacional de Desenvolvimento na segunda metade da década de 1970” foi “financiada com endividamento externo” (POCHMANN, 2016, P. 86). Porém, o que parecia uma grande ideia na década de 1970, financiar o desenvolvimento com empréstimos dos países ricos, se tornou um pesadelo na década seguinte.

Entre 1976 e 1980 a taxa de juros nos EUA (Prime-rate) passou de 6% para 20,2%, retornando aos 6% somente em 1992, o que possibilitou aos mesmos países capitalistas avançados aumentar de 50% para 75% a recepção dos fluxos de capitais mundiais (POCHMANN, 2016, p. 102).

Com a vitória eleitoral de Ronald Reagan, em 1980, houve uma “modificação na configuração do capitalismo mundial assentada no acúmulo do

*poder dos mercados financeiros” (POCHMANN, 2016, p.88). Reagan com “a adoção de medidas monetaristas de forte elevação na taxa de juros e das políticas de oferta e de desregulamentação na economia produziu um novo ciclo de **financeirização** capitalista” (POCHMANN, 2016, p.88 – grifo meu). Isso teve forte impacto nos países que se endividaram na década anterior, como o Brasil, causando primeiro a crise da dívida e depois da inflação.*

A agenda econômica do país passou a ficar subordinada à orientação vinda dos governos dos países credores e de instituições internacionais como o FMI. No início da década, as pressões vinham principalmente no sentido de manter superavit na balança comercial (que gerava excedentes para pagamento dos serviços da dívida externa). Isso, de certa forma, colaborou como o Projeto Nacional do Petróleo e o Projeto Nacional Industrial, como vimos anteriormente, fazendo o governo favorecer a substituição de importações e a buscar cada vez mais petróleo para diminuir sua dependência de petróleo importado.

Ao longo da década de 1980, porém, por influência do interesse dos países ricos, a orientação passou a focar em medidas liberalizantes que eram defendidas como o “segredo do sucesso dos países ricos”. Segundo Ha-Joon Chang (2004, p. 11-12 – grifo no original):

*Atualmente, os países em desenvolvimento estão sofrendo uma enorme pressão, por parte das nações desenvolvidas e das políticas internacionais de desenvolvimento controladas pelo **establishment**, para adotar uma série de ‘boas políticas’ e ‘boas instituições’ destinadas a promover o crescimento econômico. Segundo esta agenda, ‘boas’ são as políticas prescritas pelo chamado Consenso de Washington em geral. Entre elas figuram políticas macroeconômicas restritivas, a liberação do comércio internacional e dos investimentos, a privatização e a desregulamentação. ‘Instituições boas’ são, essencialmente, as existentes nos países desenvolvidos, sobretudo nos anglo-saxônicos. Entre as instituições-chave, incluem-se a democracia, a burocracia ‘boa’, o Judiciário independente, a forte proteção aos direitos de propriedade privada (inclusive a intelectual) e uma governança empresarial, transparente e orientada para o mercado, assim como instituições financeiras (inclusive um banco central politicamente independente).*

O termo “Consenso de Washington” apareceu pela primeira vez em um artigo escrito pelo economista inglês John Williamson, em 1989, onde ele descrevia dez políticas econômicas prescritas – por instituições baseadas em Washington, como o Fundo Monetário Internacional (FMI), Banco Mundial e

Departamento de Tesouro dos Estados Unidos – como o pacote “padrão” de reforma a ser adotado por países em desenvolvimento em crise.

“O objetivo maior do pensamento econômico dominante foi o de restabelecer as melhores condições possíveis para a lucratividade capitalista” (POCHMANN, 2016, P. 85). O lucro das empresas, por sua vez, num mercado cada vez mais “livre” (menos regulamentado) foi sendo direcionado para aplicações financeiras ao invés de ser aplicado na produção de riquezas. Desde então, cada vez mais *“o sistema financeiro dita os termos para as empresas americanas”* e em boa parte do mundo, *“e não o contrário. A criação de riqueza nos mercados financeiros tornou-se um fim em si mesma, e não um meio para o fim da prosperidade econômica compartilhada. A cauda está abanando o cão”* (FOROOHAR, 2013, P. 3 – tradução minha).

Este processo de financeirização ainda está ocorrendo e está ligado às recentes crises econômicas globais. *“Tão recentemente quanto na década de 1970, a maioria do capital proveniente de instituições financeiras era usada para financiar investimentos comerciais, enquanto as estimativas de hoje indicam esse número em torno de 15%”,* pois, *“o restante simplesmente permanece dentro do sistema financeiro, enriquecendo financiadores, titãs corporativos e a fração mais rica da população, que detém a grande maioria dos ativos financeiros nos Estados Unidos e, de fato, no mundo”* (FOROOHAR, 2013, p. 6 – tradução minha).

O foco das empresas na lucratividade fez com que cada vez mais as empresas fossem comandadas por gestores profissionais, genéricos, especialistas não mais no ramo de atividades da empresa, mas em aumentar a lucratividade. Fabricas de automóveis, cimento, tecidos, robôs passaram a genericamente ser fabricas de dinheiro, administradas por pessoas sem maiores vínculos com a atividade-fim. Estas práticas econômicas foram sendo assimiladas nos países periféricos que passaram a privilegiar essa forma de acumulação capitalista.

A financeirização da economia dos países ricos, aliada à liberação dos mercados e do fluxo de capitais, ofereceu uma oportunidade às classes dominantes (donas do capital) de países como o Brasil de obter uma enorme prosperidade sem precisar correr os riscos inerentes às atividades industriais e

de pesquisa científica e tecnológica. Esse foi um dos fatores que colocou em cheque o Projeto Nacional do Petróleo e o Projeto Nacional Industrial.

Segundo Batista Jr. (2006, p. 5-6 – grifo meu):

*Nos países menos desenvolvidos, o projeto nacional está sujeito, entretanto, a contestações permanentes. Não raro, a contestação doméstica é mais agressiva e perigosa do que a estrangeira. O nacionalismo sofre então uma espécie de erosão interna. Grande parte das elites nacionais mostra-se inclinada a formas subordinadas de inserção internacional, atuando, de forma consistente, para bloquear a formulação e implementação de um **projeto autônomo de desenvolvimento**.*

Este abandono de “um projeto autônomo de desenvolvimento” se relaciona com o que o sociólogo peruano Anibal Quijano definiu como “Colonialidade do Poder”. “A dependência dos capitalistas senhoriais desses países” latino-americanos “tinha como consequência uma fonte inescapável: a Colonialidade de seu poder levava-os a perceber seus interesses sociais como iguais aos dos outros brancos dominantes, na Europa e nos Estados Unidos” (QUIJANO, 2005, p. 227).

Ainda no governo Sarney (1985-1989), os ministérios da área econômica assumiam um protagonismo cada vez maior na condução das políticas do governo, o que foi se acentuando nos anos seguintes. Como em outros países periféricos, os “cargos mais importantes e as alavancas decisórias nos Ministérios das Finanças, do Planejamento e nos bancos centrais” foram caindo “nas mãos de uma rede de economistas e outros profissionais que têm ‘trânsito em Washington’, mas pouca identificação real com as nações que supostamente governam e representam” (BATISTA JR., 2006, p. 5-6).

No governo Fernando Collor de Mello (1990-1992) foi-se estabilizando a ideia de que as empresas, mesmo as estatais, deveriam ser “eficientes” (sem que se discutisse o que é eficiência) e “lucrativas” (sem que se discutisse onde seriam aplicados esses lucros). “O treinamento ou adestramento das elites periféricas tem uma dupla dimensão. Envolve não só a transmissão de conhecimentos, técnicas e experiência internacional, como também de valores e padrões de comportamento” (BATISTA JR., 2006, p. 5-6). A Petrobras foi perdendo o interesse de agir como órgão responsável pela política de petróleo

do país, em favor de se tornar mais eficiente em produzir lucros para seus acionistas. O governo Fernando Henrique Cardoso (1994-2002) acentuou mais ainda este processo (FURTADO, 2004, p. 232).

Essas transformações econômicas foram decisivas tanto na configuração da forma inicial do PROCAP como em sua desestabilização e reestabilização em uma nova forma. Voltemos então ao início do programa para reconstruir a historicidade deste processo.

1.12 - METAMORFOSES DO PROCAP

Já foi dito anteriormente que o PROCAP não tem um documento fundador (ou, pelo menos, não foi possível localizá-lo). Devo acrescentar que, na forma em que foi concebido, não havia sentido haver um documento fundador, uma vez que o programa era uma carteira de projetos dinâmica, onde os projetos eram regularmente criados, reavaliados, fundidos e cancelados. Dada a quantidade de reavaliações realizadas e, conseqüentemente, de relatórios produzidos (a última reavaliação realizada em outubro de 1990 foi a sétima segundo PETROBRAS, 1990, p. 1) não é exagero dizer que foram vários documentos fundadores (ou refundadores).

As múltiplas reavaliações não serviram apenas como correção de rumo dos projetos do PROCAP, os próprios objetivos do programa foram adaptados às circunstâncias, valores e padrões de comportamento vigentes.

Um folheto promocional produzido em 1988 mostra como o PROCAP estava sintonizado tanto com o Projeto Nacional do Petróleo quanto com o Projeto Nacional Industrial: “O PROCAP é um programa criado para maximizar a **capacitação tecnológica nacional** relacionada com os sistemas de produção de óleo e gás natural para águas profundas, que se mostrem mais convenientes para a PETROBRÁS e o **país**” (PETROBRAS, 1988b, p. 4 – grifos meus). Outro trecho a seguir reforça mais ainda que o programa não visava apenas atender aos interesses da empresa, mas também servir de indutor do processo de industrialização do país:

*O PROCAP foi concebido não só para atender às necessidades da PETROBRÁS, como também para **colaborar com a evolução da indústria e da comunidade científica e tecnológica do Brasil.***

*Esse programa surge num momento especialmente importante para o País, ocasião em que estamos completando nosso processo de industrialização, mediante a **substituição de importações** e caminhando para um novo estágio, em que a capacitação tecnológica será essencial (PETROBRAS, 1988b, p. 5 – grifos meus).*

Em 1988 participar do esforço de substituição de importações e atender aos interesses do país, em pé de igualdade com as “necessidades da PETROBRÁS”, era parte importante dos objetivos do programa. Em outro ponto do folheto, na página 6, onde se descreve a articulação com a comunidade tecnológica nacional, o texto faz um histórico do “ciclo de substituições de importações”, situando o programa na “*terceira fase, atual, a partir de 1983, caracterizada pelo estímulo à exportação, pelo esforço do aumento da competitividade e pela consciência da necessidade de incrementar a **capacitação tecnológica nacional***” (PETROBRAS, 1988b, p. 6 – grifo meu).

Esta sintonia do programa de capacitação com o projeto nacional industrial também estava presente na divisão da participação de cada setor no programa: “*em 70% de seus projetos haverá a participação da indústria nacional; em 60% a participação de centros de tecnologia e universidades nacionais; em 40% a participação de firmas de engenharia nacionais e em 55% a participação de companhias internacionais*” (PETROBRAS, 1988b, p. 11). Embora estes números não mostrem com clareza o grau de sofisticação das atividades realizadas por cada setor, pelo menos eles demonstram a importância que era dada à participação dos setores nacionais no programa.

É difícil acompanhar a transformação dos objetivos do programa ao longo do tempo, pois os relatórios de reavaliação se limitam a falar dos projetos. Porém, a carta de apresentação do relatório final mostra como estes objetivos eram entendidos em 1992:

*Em face do significado econômico do aproveitamento das reservas situadas em águas profundas, a PETROBRÁS criou o PROCAP – Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas, visando maximizar a **capacitação tecnológica da Companhia**, relacionada com os sistemas de produção de óleo e gás natural, de modo a permitir a produção deste petróleo em profundidades superiores a 400 metros de lâmina d’água, possibilitando à **PETROBRÁS alcançar suas metas empresariais** (ESTRELLA e JARDIM, 1992, p. 2 – grifos meus).*

O PROCAP de 1992 não é mais o mesmo que o de 1988, pelo menos em termos de seus objetivos. Em 1992 desaparece a substituição de

importações, a capacitação tecnológica nacional se transforma na capacitação tecnológica da Companhia e o que objetivava ser “*conveniente para a PETROBRÁS e o país*” passa meramente a possibilitar “*à PETROBRÁS alcançar suas metas empresariais*”. O interesse nacional não está sequer subordinado aos interesses da Petrobras, ele desapareceu por completo.

Num folheto promocional do PROCAP 2000, possivelmente de 1992, ao fazer a recapitulação do “PROCAP original”, o texto resgata o “*conveniente para a PETROBRÁS e o país*”, porém os objetivos do novo PROCAP são todos voltados apenas para a empresa:

A fim de dar continuidade ao esforço de capacitação estabelecido no PROCAP, foi criado o PROCAP-2000, com os seguintes objetivos: a) Focalizar o esforço de inovação tecnológica (tecnologias inéditas em todo o mundo) e de desenvolvimento avançado (tecnologias utilizadas em âmbito mundial, mas que a PETROBRÁS não domina integralmente), com os objetivos de reduzir custos de investimentos e operacionais dos sistemas de exploração em águas profundas (300 a 1.000 metros LDA) e aumentar a recuperação final de óleo e gás e a vida útil dos poços nos campos situados em LDA superior a 300 metros. b) Desenvolver tecnologias (extensão ou inovação) de perfuração e produção de petróleo no mar, de modo a permitir que as reservas situadas em águas ultra profundas (1.000 a 2.000 metros de LDA) possam vir a ser produzidas (PETROBRAS, 1992?).

Interessante mencionar que apesar de utilizar a sigla PROCAP, o programa agora se tornou o “*Programa de Inovação Tecnológica e Desenvolvimento Avançado em Águas Profundas e Ultra profundas*” (PETROBRAS, 1992?). A ausência de menções ao país nos objetivos declarados leva a crer que a “*Inovação Tecnológica e o Desenvolvimento Avançado*” são destinados apenas aos interesses da Petrobras.

1.13 - INVESTIDURAS

Esta priorização dos interesses imediatos da empresa sem a preocupação o interesse nacional embora, num primeiro momento, possa parecer entregar melhores resultados em curto prazo, não leva em conta os benefícios, por vezes indiretos, obtidos pela agregação de outros atores nacionais aos projetos da empresa. Furtado e Freitas (2004, p. 55-56, 71-72), ao realizar o estudo sobre os “*impactos econômicos resultantes de diversas*

formas de aprendizado que derivaram da execução de projetos tecnológicos” do primeiro PROCAP, chegaram à conclusão que “*os impactos econômicos superaram em mais de sete vezes os custos dos projetos*”. E “*embora a maior parte dos impactos tenha ocorrido na Petrobras, os fornecedores que participaram dos projetos obtiveram ganhos substanciais*” (FURTADO e FREITAS, 2004, p. 72). Mesmo em relação àqueles chamados pelos autores de “*projetos nacionalistas*” (entre eles o projeto do robô Tatuí) que “*quase não tiveram aplicação comercial direta*” e cujos “*impactos diretos foram pouco significativos*” não deixaram de obter ganhos. Porém, nestes casos, “*a maior parte dos impactos foram indiretos, ou seja, resultaram de aplicações que fugiam ao escopo inicial dos projetos*” (FURTADO e FREITAS, 2004, p. 72).

Dois destes benefícios indiretos apontados por Furtado e Freitas são o aumento da capacidade de negociação de Petrobras devido à maior oferta de empresas qualificadas à realização de serviços (segundo os autores, a simples existência de um concorrente nacional pode levar ao barateamento dos similares estrangeiros) e a formação de uma “*massa crítica*”, ou seja, a maior oferta de mão de obra especializada (“*equipes de engenharia com competências-chave*”) (FURTADO e FREITAS, 2004, p. 72).

Estes dois resultados são também altamente benéficos para o país. Segundo Bresser-Pereira (2018, pos. 1003):

“Há duas maneiras de aumentar a produtividade de um país: ou aumentando a produtividade na produção dos bens e serviços, ou transferindo mão de obra de setores com baixo valor adicionado per capita, baixa sofisticação tecnológica e baixos salários para setores nos quais as qualidades inversas estejam presentes”.

Esta “*transferência de mão de obra*” se dá através do investimento na qualificação desta mão de obra, o que a Petrobras realizou durante o primeiro PROCAP sem prejudicar os interesses da empresa.

Segundo Marques (2002, p. 24), as relações econômicas têm passado por um processo de “*informacionalização*”, que consiste num “*aumento da quantidade de trabalho sobre a informação em relação à quantidade de trabalho sobre a matéria*”. Ao participar das pesquisas, a Petrobrás adquiriu conhecimentos que permitiram a ela influir nas especificações de produtos ou mesmo impor modificações em seus projetos. Muitas vezes, a própria

Petrobrás fez em parte, ou totalmente, o trabalho de informatização, entregando para outras empresas um projeto pronto ou quase pronto.

Uma vez que se está falando em “*investimento econômico*” em capacitação tecnológica, se torna conveniente utilizar o conceito definido por Marques (2002, p. 86-87) de “*investidura informacional*” para qualificar este investimento. Marques identifica a “***investidura informacional de uso***” como a “*maneira como as empresas se posicionam em relação às tecnologias de suas atividades-meio. [...] Sua familiaridade e seu interesse nas tecnologias [...] não ultrapassam o aproveitamento das facilidades de seu uso*” (ibid., p. 87). Já na “***investidura informacional de ‘materialização’***” a empresa se limita a realizar a parte “material” do processo de criação de um produto, como no caso das montadoras de veículos que pegam um projeto de automóvel pronto e “montam” suas partes, tarefa cada vez mais automatizada. Por último, a “***investidura informacional de virtualização***” diz respeito à capacidade de construir as concepções, os projetos e as marcas dos produtos e dos processos de produção” (ibid., p. 87).

Ao se utilizar este conceito de “*investidura informacional*” percebe-se que, se a Petrobras for gerida como uma empresa privada de petróleo, sem se preocupar com seu papel no desenvolvimento do país e voltada apenas para sua própria viabilidade econômica e lucratividade imediata, ela estará restringindo seus investimentos à “*investidura de uso*” (a simples utilização de uma tecnologia importada). Neste caso, o país e a empresa corre o risco de voltar à situação de usuário de sondas e equipamentos importados e, por vezes, obsoletos.

A lógica envolvida na criação da Petrobras e na criação do primeiro PROCAP foi outra. O PROCAP foi concebido não só para dotar a Petrobras de “*investidura de virtualização*” (relação completa com a tecnologia, do projeto à materialização), como para utilizar esta empresa para capacitar outras empresas nacionais e universidades a adquirir esta investidura.

É importante notar que estas três investiduras não são excludentes. Não se espera que uma empresa produza todos os equipamentos que necessita para sua operação. A menos que seja seu ramo de atividade, uma empresa vai utilizar *investidura informacional de uso* para computadores,

telefones ou maquinário pesado. A Petrobras, desde o início do PROCAP, não pretendia projetar seus próprios robôs submarinos. Buscava dominar a tecnologia envolvida nestes robôs para direcionar a compra ou aluguel destes equipamentos para melhor atender os interesses da empresa. Desde o início pretendia uma *investidura informacional de uso* para os robôs.

Um robô submarino, assim como um automóvel, é formado pela montagem de muitas peças que podem ser adquiridas de outras empresas seguindo um projeto pronto. Dependendo da demanda, a *investidura informacional de materialização* pode induzir a criação de uma série de empresas especializadas em produzir estas peças realizando *investidura informacional de virtualização*.

Como se verá no próximo capítulo, antes do início do projeto do robô Tatuí houve uma empresa norte americana (HoneyWell) que cogitou transferir sua fábrica para o Brasil para montar os seus robôs (BRASIL..., 1985; HONEYWELL..., 1985) – *investidura informacional de materialização*. A HoneyWell, porém, acabou desistindo desses planos, o que abriu espaço para a CONSUB realizar uma *investidura informacional de virtualização*.

2 - TRABALHANDO NO FUNDO DO MAR

Antes de contar a história do Robô Tatuí e tentar entender por que ele foi abandonado é importante conhecer mais alguns enredamentos de interesses que antecederam a sua construção. Como foi se tornando desejável para uma empresa de petróleo, em 1986, utilizar submarinos robôs? Que outras opções havia para realizar trabalhos em águas profundas? Após os avanços tecnológicos em termos de robótica, é possível dizer que os robôs substituíram os humanos no ambiente de trabalho no fundo do mar?

Não vai se buscar, neste texto, chegar a uma resposta definitiva a estas perguntas, mas sim questionar algumas certezas que existiam, e ainda existem, a respeito da exploração dos recursos do fundo do mar. Fronteiras, divisões, diferenças foram construídas, outras tornadas nítidas. Encontros, junções, convergências de interesses demarcaram estas fronteiras. Estes questionamentos vão nos levar a fronteiras e encontros que contribuíram para que a Petrobras contratasse uma pequena empresa³⁰ do Rio de Janeiro para construir um robô submarino. Fronteiras e encontros que nos levarão a falar também de invisibilidades, lembranças e esquecimentos.

A primeira e mais imediata é a fronteira que separa a exploração de petróleo em terra da exploração no mar, um ambiente com características desafiadoras que torna necessária a utilização de toda uma fauna de equipamentos adaptados às suas condições. Na mudança de um ambiente para o outro ocorre um processo de tradução dos objetivos de cada ator. Mudam os aparelhos e mudam os humanos que lidam com eles. Aos operários de macacão, comuns na exploração em terra, juntam-se outros operários com roupa de mergulho na exploração marinha. Aos operadores de máquinas, parecidas com aquelas utilizadas em terra, juntam-se os operadores de robôs submarinos.

A exploração de petróleo no mar nos induz a pensar em outras fronteiras e novas traduções. Costumamos falar de mar como uma singularidade, porém há uma multiplicidade de mares, com características

³⁰ Diversas publicações definem a CONSUB como uma “*pequena empresa*” no início do projeto do robô Tatuí (por exemplo: PETROBRÁS CONSTRUIRÁ..., 1986; CNI, 2013, p. 378).

distintas. Explorar petróleo no Mar do Norte (é semelhante, mas) não é igual a explorar petróleo no Golfo do México, como também não é igual a explorar petróleo na costa brasileira. São necessárias traduções que vão além das línguas dos humanos envolvidos na exploração, mas passam também por traduções de técnicas, equipamentos e métodos.

Indo cada vez mais fundo no mar vai se construindo uma fronteira difusa, móvel, separando humanos e máquinas. Esta fronteira é criada por exigências biológicas, mas também por questões políticas e econômicas. A importância relativa que vai se atribuindo a cada uma destas áreas ao longo do tempo vai determinar, sempre provisoriamente, a fronteira e os papéis reservados a humanos e máquinas no fundo do mar.

A década de 1980 promoveu o encontro de três grandes novidades: a exploração de petróleo em águas profundas (que no Brasil redundou no primeiro PROCAP abordado no capítulo anterior), a exploração do fundo do mar e os robôs submarinos. O robô submarino Tatuí se situa na interseção destas novidades e é fruto deste encontro.

Antes de ir mais a fundo na história do robô submarino torna-se necessário responder a algumas perguntas: como se consolidou na indústria de petróleo a ideia de utilizar robôs submarinos a partir da década de 1980? Essa era a única opção? O que contribuiu para que os robôs submarinos estivessem tão em evidência nessa época? Como uma pequena empresa do Rio de Janeiro se mostrou qualificada para desenvolver o primeiro robô submarino brasileiro?

2.1 - FUNDO DO MAR

O fundo do mar há muito tem despertado o interesse dos humanos, e vem de muito longe a criação de dispositivos que permitem levar pessoas a profundidades cada vez maiores. Com o desenvolvimento da microeletrônica a partir da década de 1970, se tornou possível (e foi se tornando cada vez mais barato) construir máquinas, cada vez mais autônomas, para visitar esses locais inacessíveis aos humanos e enviar para a superfície imagens, amostras e objetos recolhidos nas profundezas.

As primeiras aplicações para essas máquinas foram militares e científicas. No mar, até hoje, essa fronteira militar/científica não se mostra muito clara devido à participação de pessoas, navios e equipamentos das marinhas nacionais nas expedições científicas³¹. Pelo lado dos militares, categoria que lida com fronteiras e domínios, o interesse se justifica como forma de obter domínio e vantagens estratégicas num ambiente que une e separa diversos países. Pelo lado dos cientistas, a participação militar se justificava, pois o custo desses equipamentos era tão alto e o retorno, em termos de lucratividade, tão incerto que cabia apenas nos orçamentos militares.

Os primeiros desses veículos, robôs submarinos, eram meras câmeras de televisão, por vezes dotadas de um motor para movimentação no fundo do mar e presas a um navio por um cabo flexível, por onde podem ser enviados comandos aos motores e recebidos os sinais da TV. Na página do Woods Hole Institute sobre a história da localização dos restos do naufrágio do Titanic, em 1985, o robô submarino Argos é referenciado como um “*sistema de câmeras de televisão e sonares que ajudou a encontrar o Titanic*” (SHIPS..., 2017). Com o tempo esses veículos passaram a também contar com “braços” articulados para realizar pequenas operações e auxiliar na recolha de objetos.

Na década de 1980 e 1990 era comum diferenciar os equipamentos apenas para visualização (só com câmera ou com um braço simples) daqueles capazes de realizar operações mais complexas (com um ou dois braços mais funcionais). Os primeiros eram chamados de RCV (ou VCR em português) de *Remote Controled Vehicle* e os segundos de ROV (ou VOR) de *Remote Operated Vehicle* (AZPIAZU e SANT’ANNA, 1988, p. 150). Ambos, porém, também eram chamados genericamente de robôs submarinos. Já há alguns anos surgiu uma nova classe de veículos, os AUV (*Autonomous underwater vehicle*), que dispensam o controle por um operador humano.

O Manual do ROV, principal obra de referência deste tipo de equipamento, define esses robôs submarinos como “*Veículos subaquáticos robóticos não tripulados (ou ‘desabitados’) teleoperados de navegação livre (free-swimming)*” (CHRIST e WERNLI SR., 2014, p. 5 – tradução minha). Hoje

³¹ Ao longo do texto será possível constatar, quando se falar das expedições científicas, este entrelaçamento de interesses.

em dia é possível encontrar diversos sistemas para classificar os robôs submarinos. Um sistema que tem ganhado adeptos ultimamente os divide em três categorias segundo seu tamanho e peso (CHRIST e WERNLI SR., 2014, p. 5-7, p. 69):

1. *Observation Class ROVs (OCROV)* ou ROVs de observação, veículos pequenos que pesam até 200 lb (cerca de 100 kg). São veículos baratos, com baixo custo de operação e que, hoje em dia, se limitam à profundidade de 300 metros.
2. *Mid-sized ROVs (MSROV)* ou ROVs de tamanho médio com peso variando entre 200 lb e 2000 lb (cerca de 1000 kg). São versões maiores dos OCROVs com cabo umbilical mais longo e motores mais potentes, podendo atingir profundidades maiores e realizar algumas tarefas com seus manipuladores.
3. *Work Class ROVs (WCROV)* ou ROVs de trabalho, veículos grandes com peso acima de 2000 lb (cerca de 1000 Kg), com braços manipuladores e motores potentes, capazes de atingir grandes profundidades, realizar tarefas pesadas e transportar cargas.

Ao longo da década de 1980, a tecnologia foi se consolidando, permitindo o barateamento da produção dos veículos submarinos (SWANN, 1985). Paralelamente, o setor altamente lucrativo do petróleo se direcionava cada vez mais para o fundo do mar em profundidades cada vez maiores e começava a achar atrativa a utilização de robôs para auxiliar a exploração.

2.2 - FAUNA MARINHA DO PETRÓLEO

A exploração de petróleo na água começou perto da costa e em profundidades muito baixas. O equipamento utilizado era o mesmo da exploração de petróleo em terra, ou seja, basicamente plataformas de madeira e sondas comuns. Quando se passou a procurar petróleo em locais mais longe da costa e em profundidades maiores foi necessário desenvolver equipamento específico. Segundo Paulo Tupinambá, fundador da empresa CONSUB, os problemas técnicos eram muito frequentes devido ao pouco conhecimento, por

parte dos técnicos, do que hoje é chamado de engenharia submarina. “É conhecida a afirmação de que o ambiente submarino é tão hostil a equipamentos mal desenhados quanto o é ao homem” (TUPINAMBÁ, 1989, p. 157).

Fatores como a velocidade dos ventos, a altura das ondas, as direções das correntes marinhas, as tempestades, as pressões hidrostáticas decorrentes da coluna d'água, as baixas temperaturas no fundo do mar, a natureza maleável da camada de sal, as condições estruturais do solo marinho, a composição e o grau de porosidade das rochas sedimentares, entre outros, constituem fenômenos ou características das naturezas marinha, climática e geológica que, ao impor dificuldades técnicas, muitas de alta complexidade, determinam grande parte dos desafios a serem superados e os rumos dos desenvolvimentos tecnológicos na exploração e na produção de petróleo no mar (MORAIS, 2013, p. 85)

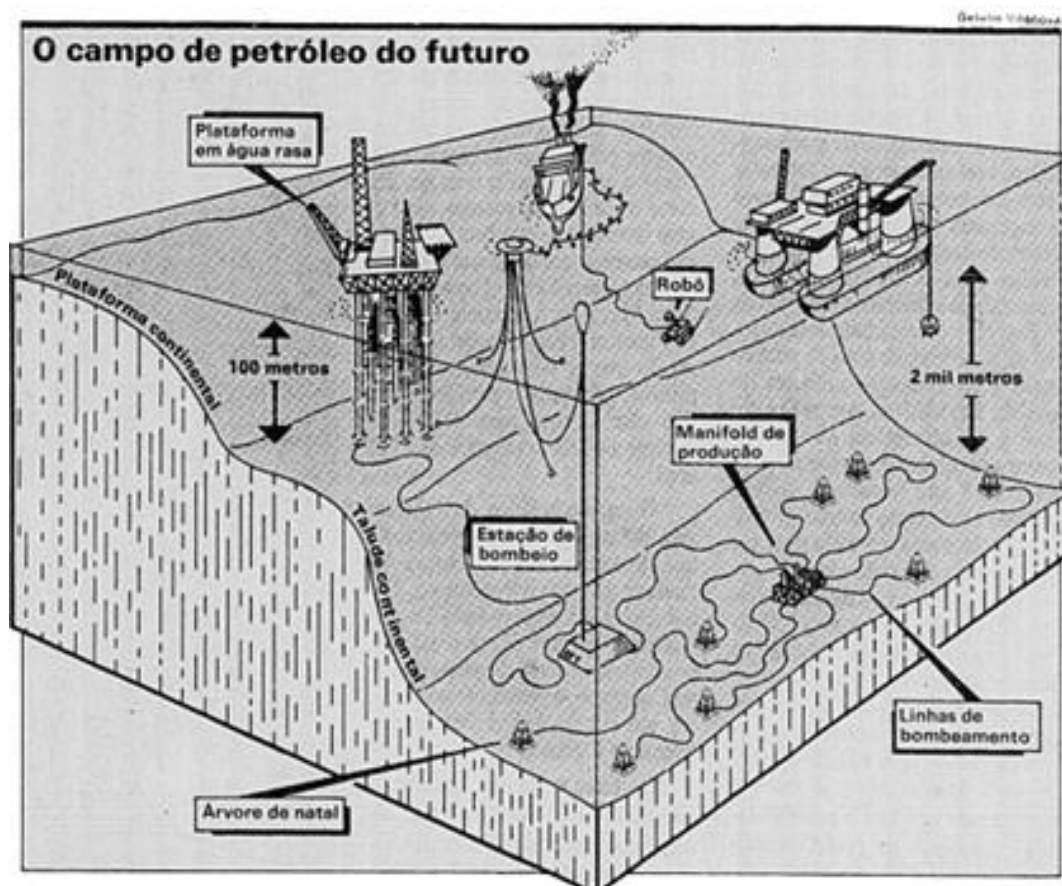


Figura 2.1- Fauna tecnológica usada na exploração de petróleo no mar.

Fonte: CALIFE, 1992

Resumindo, a exploração de petróleo no mar enfrenta diversos problemas que não existem na terra firme. Na superfície as condições meteorológicas (tempestades e ventos) e as condições do mar (ondas) afetam a estabilidade das plataformas e dificultam o trabalho. Abaixo da superfície, a

exploração de petróleo tem de lutar com as correntes marinhas, temperatura da água, falta de luz e, à medida que aumenta a profundidade, a pressão. Nos dois ambientes, abaixo e acima d'água, é preciso enfrentar a corrosão provocada pelo sal, que aumenta o desgaste dos materiais. Além disso, no fundo do mar, a fauna do petróleo tem de conviver com a fauna nativa, biológica, cuja interação com os equipamentos instalados pode gerar interrupções nos trabalhos de exploração e produção.

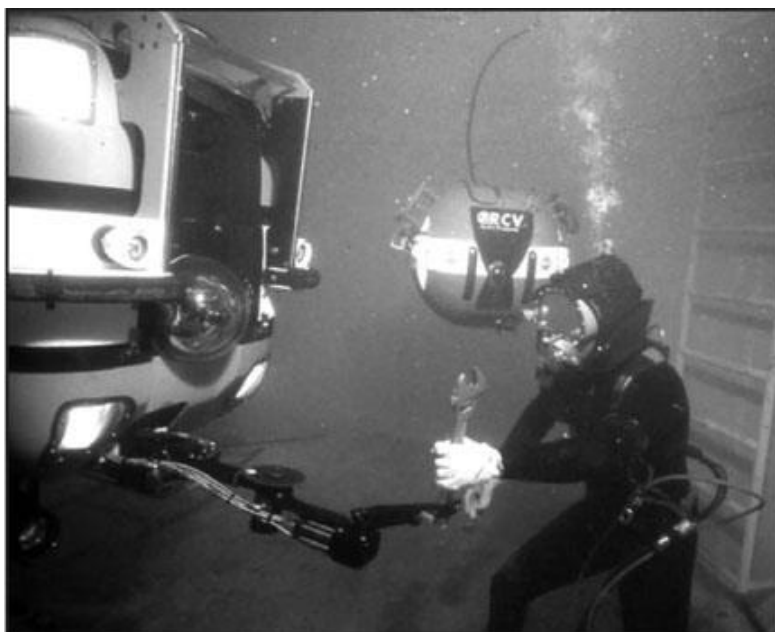


Figura 2.2 – Passando o bastão³². Fonte: CYBERNETICZOO, 2015a

Uma verdadeira fauna tecnológica (figura 2.1) foi desenvolvida para a exploração de petróleo no fundo do mar: diversos tipos de plataforma (fixa, flutuante, semissubmersível, de pernas tensionadas), *Risers* (tubulação flexível que liga o poço à plataforma), *Manifolds* (conjunto de válvulas que concentram a produção de vários poços e enviam para a superfície) e *Árvores de Natal Molhadas*³³ (conjunto de válvulas que ficam na boca do poço e controlam o fluxo do que entra e sai do poço). O trabalho de instalar esses equipamentos no fundo do mar, conectá-los e fazer sua manutenção durante certo tempo foi realizado exclusivamente por mergulhadores humanos. A partir da década de

³² Legenda original “Esta foto de 1980 de um mergulhador entregando uma ferramenta a um RCV 150 enquanto um RCV 225 observa é uma perfeita ilustração da ‘passagem do bastão’ do homem para a máquina”. Fonte: (CYBERNETICZOO, 2015a – tradução minha)

³³ Árvore de Natal é uma referência às torres de exploração de petróleo, cuja forma, ao longe, lembra uma árvore de natal. Quando a “árvore” está no fundo do mar passa a ser chamada de “molhada”.

1980, essa fauna de equipamentos recebeu o acréscimo dos robôs submarinos que foram substituindo os mergulhadores em profundidades maiores. Mas será que esta substituição foi total como a figura 2.2 parece indicar que se imaginava na época? Houve uma “passagem de bastão” (total) do humano para máquina?

A imagem da figura 2.2 tem um caráter simbólico evidente e vai ser abordada mais adiante neste texto. Antes disso, porém, será preciso seguir o mergulhador que trabalha para a empresa de petróleo, dentro e fora da água, para tentar descobrir: a substituição do humano pela máquina era mesmo inevitável como sugere a figura? Não se vislumbravam alternativas aos robôs submarinos na época? Como foi sendo construído o caminho para esta “passagem de bastão”? Quais são as condições de trabalho do mergulhador e o que faz este trabalho ser tão especial?

2.3 - HUMANOS X MÁQUINAS

Nas águas rasas da exploração de petróleo conviviam (e ainda convivem), interagindo, homens e máquinas em fronteiras, aparentemente, bem delimitadas. Os primeiros pertenciam aos serviços submarinos, realizados pela “*Diving Companies*” (Companhias de Mergulho), e os outros pertenciam aos serviços de engenharia submarina, realizados pelas empresas de “*Underwater Engineering*” (Empresas de Engenharia Subaquática). Segundo afirmava, em 1989, Paulo Tupinambá, presidente da CONSUB, nos “*países mais desenvolvidos tecnologicamente, as empresas de ‘Underwater Engineering’ estão, na grande maioria dos casos, perfeitamente diferenciadas das ‘Diving Companies’*” (TUPINAMBÁ, 1989, p. 159).

Dividir as companhias nessas duas categorias tem sua utilidade por ajudar a tornar nítidas as fronteiras: alta/baixa tecnologia ou nacional/internacional no texto de Tupinambá, homem/máquina neste texto. No entanto, é necessário olhar com alguma desconfiança esta “*perfeita diferenciação*”. Uma reportagem de 1977 (LUXENBERG, 1977) sobre as companhias de mergulho dos EUA a serviço da indústria petrolífera³⁴, divide o

³⁴ Numa época onde ainda não se falava de robôs submarinos nesta atividade.

mercado dessas companhias entre quarenta pequenas empresas, que, por ter pouco acesso às mais avançadas (e caras) tecnologias do mergulho, trabalhavam em pequenos serviços em águas rasas, e sete grandes empresas, que faziam os projetos maiores em águas profundas³⁵ (LUXENBERG, 1977). Diversas destas grandes companhias também atuavam como (ou eram subsidiárias de) companhias de engenharia subaquática.

Tupinambá utilizava esta divisão para defender o apoio à sua própria empresa de engenharia submarina, a CONSUB³⁶, afirmando que, apesar da *“grande interação entre estas atividades”*, era fundamental, *“principalmente no caso do Brasil”*, que ficasse claro o *“reconhecimento das fronteiras de cada uma”*, pois somente após este reconhecimento seria possível *“focar os esforços e recursos necessários para alçar a engenharia submarina ao nível que o país precisa”* (TUPINAMBÁ, 1989, p. 159).

A fronteira homem/máquina desta maneira se transforma, ou se traduz, em uma fronteira tecnológica e geográfica, pois, ainda segundo Tupinambá, em *“nosso território é possível encontrar empresas de serviços submarinos, genuinamente brasileiras, equiparáveis às melhores existentes no mercado internacional”*, porém, em relação à *“engenharia submarina, se retirarmos os equipamentos e projetos estrangeiros operando no país, constataremos que estamos com uma grande defasagem e que muito precisa ser feito para corrigir essa distorção”* (TUPINAMBÁ, 1989, p. 159).

Em relação à fronteira homem/máquina, esta divisão é apenas aparentemente bem delimitada, pois não é possível realizar mergulhos profissionais sem o auxílio de equipamentos sofisticados³⁷ e sem que o próprio humano seja modificado, como um ciborgue³⁸, para se adaptar às condições de

³⁵ Porém, não tão profundas quanto aquelas que motivaram a criação do PROCAP.

³⁶ A fala de Tupinambá no artigo também pode ser entendida como uma referência ao processo de criação de sua empresa que surgiu em 1983 a partir do departamento de engenharia de uma empresa de mergulho (assunto abordado no capítulo 4, seção 4.6).

³⁷ Salvo no caso de trabalhadores que realizam mergulhos em apneia, em águas rasas, para recolher pérolas, esponjas e outros recursos marinhos em diversas áreas ao longo do mundo.

³⁸ *“Para o complexo organizacional exogenamente estendido funcionando como um sistema homeostático integrado inconscientemente, nós propomos o termo 'Ciborgue' [Cyborg]. O Ciborgue incorpora deliberadamente componentes exógenos que estendem a função de controle autorreguladora do organismo para adaptá-lo a novos ambientes”* (CLYNES & KLYNE, 1960, p. 27)

trabalho no fundo do mar. É neste sentido que deve ser entendida a “*grande interação*”, citada por Tupinambá, entre as empresas de engenharia submarina, fornecedoras dos equipamentos, e as companhias de mergulho, fornecedoras do material humano.

Onde quer que as gigantescas corporações petrolíferas saiam em busca de gás e petróleo offshore, elas dependem de uma raça robusta de trabalhadores que podem operar nas profundezas do mar. Desde o estágio de exploração até a última gota ter sido bombeada de um poço, o papel dos mergulhadores comerciais é crucial.
(LUXENBERG, 1977)

O mergulhador que trabalha para a indústria de petróleo é um operário altamente especializado, “*um operário muito especial*” (POÇO..., 1984), não tanto pelo trabalho realizado em si, mas pelas condições de trabalho muito rigorosas a que tem de se submeter. Antes que alguém se aventure a ganhar a vida realizando trabalhos no fundo do mar, mesmo em profundidade baixa, ele tem que se submeter a um longo treinamento e acumular muita experiência de mergulho. Como sua especialização é na técnica do mergulho, a cada nova missão é necessário realizar um treinamento “*com técnicos da companhia de petróleo que explicam os equipamentos e os possíveis problemas*” (LUXENBERG, 1977).

Em terra firme eles se preparam para o trabalho, por vezes simulando problemas que poderão enfrentar no fundo do mar. “*A tripulação pratica o manuseio do maquinário, e, como eles podem estar trabalhando em água barrenta ou sua visão pode estar obstruída por canos, os homens às vezes aprendem a manipular o equipamento com os olhos vendados*” (LUXENBERG, 1977). A visibilidade, porém, é apenas um dos problemas que precisam ser superados por estes trabalhadores.

2.4 - NO FUNDO, PROBLEMAS

A água turva é um possível problema de difícil solução que pode acontecer a qualquer profundidade, porém não é o único problema possível de visibilidade. “*Até certa profundidade a invisibilidade é resolvida com o uso de iluminação artificial e de câmeras de televisão portáteis, levadas por mergulhadores a até cerca de 300 metros*” (MORAIS, 2013, p. 91). O

mergulhador, à medida que desce mais fundo, tem cada vez menos acesso à luz do sol, ficando dependente de iluminação artificial. Segundo uma reportagem publicada no Jornal O Globo, a *“escuridão é completa a partir dos 150 metros de profundidade. A luz do sol não penetra no local de trabalho destes mergulhadores. Somente as **lanternas dos capacetes** e do **robô que grava os mergulhos** iluminam as horas passadas no fundo do mar”* (ALMEIDA, 2010 – grifos meus). Os grifos mostram o ambiente marinho cada vez mais habitado por não humanos, acompanhando e dando um suporte indispensável à presença dos humanos.

O maior problema trazido pela profundidade, porém, é a pressão que faz com que o corpo do mergulhador tenha de suportar o peso de toda a água, desde o ponto onde ele está até a superfície. A pressão, medida em atmosferas (ATM), tem o valor de 1 ATM em terra firme e aumenta na razão de 1 ATM para cada 10 metros (PRADO, 1991). *“No corpo humano apertado pelo mar, o que sofre são as cavidades recheadas de ar, como os pulmões e os ouvidos”* (PRADO, 1991).

É como uma *“guerra do homem contra seu maior inimigo aquático, que pode **deixar como saldo alguns mortos e feridos**, ainda que com pouca frequência”* e que *“começa assim que se pula na água”* (PRADO, 1991 – grifo meu). A exposição prolongada a altas pressões ataca os ouvidos (muitas vezes causando surdez) e os ossos (causando osteonecrose – necrose dos ossos), fazendo que, durante sua vida profissional, o mergulhador tenha de passar regularmente por rigorosos exames médicos (ALMEIDA, 2010).

2.5 - MODIFICANDO O HUMANO

O ambiente do fundo do mar é tão hostil ao humano que mesmo algo básico à sobrevivência, o ar que se respira, tem de sofrer modificações na composição ou proporção dos seus componentes. A necessidade de modificar a composição do ar respirado cria, pela normatização, uma fronteira entre o Mergulhador Raso, Mergulhador que *“opera”* com (trabalha respirando) Ar Comprimido e é qualificado para *operar* até a profundidade de cinquenta metros e o Mergulhador Profundo, que *opera* com uma Mistura Respiratória

Artificial e é qualificado para *operar* em profundidades maiores que cinquenta metros (NORMAS..., 2016, p. 6(1)).

O ar, ao nível do mar, é composto por cerca de 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio e 1% de outros gases (MARQUES, 2004). A fronteira de cinquenta metros é o limite (consenso) atual para a utilização dessa mistura de gases, que deve estar comprimido em cilindros carregados pelos mergulhadores. A partir dessa profundidade tanto o nitrogênio como o próprio oxigênio, nessas proporções, começam a causar efeitos que podem pôr em risco a realização da tarefa que motivou o mergulho e, até mesmo, a saúde e a vida do mergulhador.

O Nitrogênio, a partir de certa profundidade, começa a se tornar tóxico, ao se acumular “*na bainha de mielina, uma camada gordurosa que envolve as células nervosas*”, atrapalhando “*a transferência de cargas elétricas e o caminho do estímulo nervoso*” (PRADO, 1991), o que causa uma forma de narcose, que leva à perda de orientação do mergulhador. Por isso, para o mergulho profundo, uma opção comum é retirar este elemento, substituindo-o por outro mais leve, como o hélio. Este tipo de mistura é chamado de Heliox (ABRAHAMSON, 1981).

O hélio, porém, apesar de resolver o problema da narcose, à medida que a profundidade aumenta, está associado a outros problemas. Abaixo dos 180 metros (600 pés), o mergulhador respirando Heliox pode começar a apresentar distúrbios neurológicos, uma síndrome chamada HPNS (*high-pressure nervous syndrome*), caracterizada por tremores, náusea, vômitos e letargia. Na década de 1960, a partir da observação de que os efeitos da HPNS eram, de certa forma, opostos à narcose provocada pelo nitrogênio, começou-se a adicionar pequenas quantidades deste elemento à mistura. Esta nova mistura é chamada de Trimix e as proporções de hélio, oxigênio e nitrogênio variam conforme a profundidade do mergulho (ABRAHAMSON, 1981; TENENGE-COMEX, 1985, p. 1).

A TENENGE, subsidiária brasileira do grupo francês COMEX, enviou a Petrobras, em 1985, um relatório sobre as atividades da empresa francesa que afirmava que “*desde 1976, a COMEX, **juntamente com a Marinha Francesa**, vem realizando uma série de mergulhos simulados e também em alto mar (JANUS IV - ENTEX 5, 8, 9), todos na faixa de 450 metros de profundidade*”

(TENENGE-COMEX, 1985, p. 1 – grifo meu). O trecho grifado mostra mais um exemplo como os interesses militares, científicos e comerciais estão interligados quando se trata da exploração marítima. Outro ponto relevante são as profundidades que estavam sendo atingidas, mesmo nos testes em alto mar.

O objetivo dos experimentos da COMEX era *“suprimir ou pelo menos minimizar os sintomas da ‘Síndrome Nervosa da Alta Pressão’ (HPNS), apresentadas por mergulhadores expostos a grandes profundidades, e que reduz notadamente seu desempenho e sua capacidade de trabalho”* (TENENGE-COMEX, 1985, p. 1). Através destes experimentos *“foram obtidos alguns resultados positivos através de procedimentos de compressão específicos e da introdução da ‘TRIMIX”* (TENENGE-COMEX, 1985, p. 1). Segundo o relatório, porém, o Trimix não resolvia completamente os problemas do mergulho profundo e seu *“principal inconveniente”* relacionava-se *“com um dos fatores limites das grandes profundidades: a densidade do gás. O aumento da densidade do gás afeta a ventilação pulmonar humana, reduzindo, em consequência, sua capacidade de trabalho”* (TENENGE-COMEX, 1985, p. 1).

As experiências anteviam a necessidade de mandar o ser humano a profundidades cada vez maiores, pois segundo o relatório, já em 1985, *“as operações de mergulho profundo são efetuadas para além da plataforma continental. É preciso, portanto, preparar mergulhadores para intervenções a profundidades de 450-500 e até 600 metros”* (TENENGE-COMEX, 1985, p. 2). A COMEX então estava testando a utilização de um *“novo gás de mergulho, o hidrogênio, que pode ser respirado sob altas pressões”* (TENENGE-COMEX, 1985, p. 2).

Em março de 1988, a COMEX realizou, na costa de Marselha (França), a *“fase VIII do projeto HYDRA”*, que buscava substituir as *“misturas respiratórias hélio-oxigênio (heliox) por misturas hidrogenadas (hidreliox), com o objetivo de alcançar maiores profundidades (até 700 metros), sem os inconvenientes causados ao homem pela elevada pressão parcial do gás hélio”* (SERRA, 1988). O Hidreliox é uma mistura de Hidrogênio, Hélio e Oxigênio (COMEX, 1988), com uma proporção fixa de 49% de hidrogênio, 50,2% de

Helio e 0,8% de oxigênio³⁹, que “*permite que o homem trabalhe bem abaixo do limite de mergulho de 450 a 500 metros imposto pela respiração com hélio*” (COMEX, 1988).

A Petrobras estava interessada neste experimento, por acreditar que a “*aplicação de misturas hidrogenadas constitui uma **alternativa ao apoio submarino por veículos de controle remoto** no programa de águas profundas, prevendo-se a adaptação do centro hiperbárico para seu uso*” (SERRA, 1988 – grifo meu). Por conta deste interesse, a empresa enviou “2 representantes **do DEPER**” (SERRA, 1988 – grifo meu) para acompanhar o experimento, desde “a pressurização das 2 equipes de 3 mergulhadores (4 da Comex e 2 da Marinha Francesa) ao nível de vida de 500 metros, até o final da operação no mar” (SERRA, 1988). A operação durou “6 dias”, onde “foram realizados mergulhos alternados das 2 equipes, sobre a plataforma de trabalho suspensa do DSV Orelia, posicionado dinamicamente em lâmina d’água de **530 metros**” (SERRA, 1988 – grifo meu). A descompressão durou 17 dias (SERRA, 1988).

Os grifos do parágrafo anterior mostram que dois anos após o início do projeto do Tatuí pela CONSUB, o DEPER, para onde se destinaria o equipamento, ainda se mostrava interessado em alternativas ao “*apoio submarino por veículos de controle remoto*”.

O Hidreliox teve utilização restrita a mergulhos simulados da COMEX e a experiência Hidra VIII. Já o Heliox e o Trimix são utilizados nos mergulhos comerciais até os dias de hoje. Apesar de serem conhecidas por um nome único, cada uma destas misturas, Heliox e Trimix, é também uma multiplicidade (*mais que um, menos que muitos*). Os gases que as compõem são sempre os mesmos, mas as suas proporções necessitam de um ajuste conforme a profundidade do mergulho que se deseja realizar.

O oxigênio, por exemplo, em grandes quantidades é tóxico para o organismo, sendo que a proporção de 21% deste elemento no ar é adequada para a pressão existente na superfície. À medida que a pressão aumenta durante o mergulho, é preciso ajustar a proporção de oxigênio na mistura

³⁹ Disponível em <<https://en.wikipedia.org/wiki/Hydreliox>>, consultado em 06/05/2020.

respiratória para evitar os efeitos tóxicos deste elemento⁴⁰. “Um percentual de oxigênio entre 2,5% e 0,6% permite respirar com segurança dentro de uma faixa de profundidade de 70 a 700 metros” (TENENGE-COMEX, 1985, p. 3).

O Hidrogênio, utilizado nas experiências da COMEX, também requer cuidados específicos, pois “é um gás muito ativo e altamente inflamável” (TENENGE-COMEX, 1985, p. 3). A necessidade de manter baixo o percentual de oxigênio acaba sendo positivo, pois “a fim de prevenir qualquer possibilidade de acidente durante o uso da mistura respiratória hidrogenada, a concentração de volume de oxigênio tem que ser mantida abaixo de 4%” (TENENGE-COMEX, 1985, p. 3).

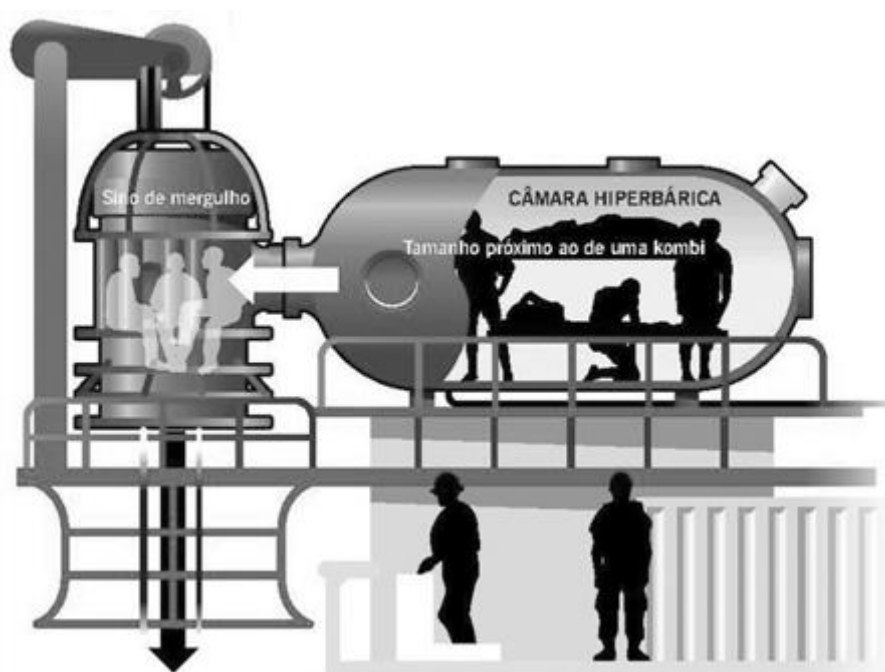


Figura 2.3 – Câmara hiperbárica e sino de mergulho. Fonte: ALMEIDA, 2010

Os problemas, porém, não se limitam e não se resolvem apenas variando a mistura de gases que o mergulhador vai respirar. O gás hélio tem uma “alta condutividade de calor” (PRADO, 1991), maior que a dos outros gases da respiração, que, junto com a baixíssima temperatura do fundo do mar, pode baixar perigosamente a temperatura do corpo do mergulhador. Para evitar isso, a roupa de mergulho “possui uma espécie de véu transpassado por serpentinas” (PRADO, 1991) por onde circula água quente bombeada

⁴⁰ “Os cálculos são um pouco mais complexos e devem levar em conta três fatores: toxicidade pelo oxigênio, narcose pelo nitrogênio e tempo de descompressão (uma consequência direta dos dois primeiros fatores)” (CUNHA, 1996)

diretamente do navio de apoio. O hélio também causa um problema de comunicação ao afetar o funcionamento das cordas vocais, causando um efeito apelidado de “voz de Pato Donald”, o que é resolvido por meios de aparelhos que desfazem a distorção da voz (ABRAHANSON, 1981).

Mesmo com todo equipamento para sobrevivência no fundo do mar, o mergulhador não pode passar imediatamente da pressão da superfície para a pressão enfrentada num mergulho profundo. Por isso, antes (e depois) de cada missão, o mergulhador tem de passar horas dentro de uma câmara hiperbárica (figura 2.3), onde a pressão é aumentada até se igualar àquela da profundidade da missão. Quanto maior a profundidade, maior o tempo de preparação antes do mergulho e maior o tempo de recuperação do mergulhador depois da missão (MERGULHADOR SE..., 1986).

Da câmara hiperbárica o mergulhador passa para o sino de mergulho⁴¹, onde cabem de duas a três pessoas, que o leva até o fundo do mar (figura 2.3). No fundo do mar, um dos mergulhadores fica dentro do sino, enquanto o outro sai para o trabalho, não podendo ficar fora do sino mais de seis horas, dependendo da profundidade. Quanto maior a profundidade, menor o tempo (ALMEIDA, 2010).

Em 1974, os mergulhadores operavam às profundidades de 180 metros a 250 metros, mas o relatório do Departamento do Interior dos Estados Unidos informa que a profundidade operacional para a instalação de equipamentos submarinos era de até 100 metros, uma vez que em profundidades maiores o tempo de permanência do mergulhador no solo marinho reduzia-se a, no máximo 30 minutos; muitos dos mergulhos acima de 100 metros eram destinados a trabalhos de observação. O documento registra que, no ano seguinte, foram realizadas experiências com mergulhadores a 326 metros (1.069 pés) em operação de resgate de um blowout preventer em águas marítimas na Ilha de Labrador, Canadá, para a British Petroleum (MORAIS, 2013, p.106)

Dez anos depois isso não havia modificado significativamente. Em 1984, uma reportagem do Jornal do Brasil explicava que em “*águas de 300 metros de profundidade, ele [o mergulhador] não consegue passar mais de meia hora no fundo por causa da pressão; em profundidades menores, após*

⁴¹ A CONSUB também fabricou este tipo de equipamento para Marinha do Brasil, segundo uma reportagem do Jornal do Brasil de 1991 (HOMEM..., 1991; TUPINAMBÁ, 2018, p. 33-35). No capítulo 4, seção 4.15, este sino (figuras 4.20 e 4.21) será abordado mais detalhadamente a partir do depoimento de Paulo Tupinambá.

um período de adaptação de alguns dias, ele [o mergulhador] pode passar até seis horas” (POÇO..., 1984).

Para executar serviços de reparo, manutenção e operação de dutos e poços submarinos, os mergulhadores enfrentam maratonas de até 28 dias de isolamento, dos quais passam apenas algumas horas efetivamente debaixo da água. A maior parte do tempo é gasta mesmo nas câmaras hiperbáricas, ambientes vedados, com escotilhas no lugar de portas. (MENCHEN, 2015)

Os problemas biológicos vão se misturando cada vez mais com os problemas econômicos, embaralhando e diluindo cada vez mais essas fronteiras. Uma típica missão de mergulho, como o reparo de uma plataforma de petróleo, pode durar muitos dias e envolve várias equipes de mergulhadores que se revezam. Ao longo da missão, o mergulhador, quando não está realizando o trabalho, fica confinado num ambiente pressurizado durante vários dias. O confinamento, porém, não pode ultrapassar 28 dias e, após esse tempo, cada trabalhador desfruta de um período igual de descanso em terra firme. Para que o trabalho não seja interrompido, enquanto uma equipe está no fundo do mar trabalhando, outra equipe já está se preparando para o próximo turno. Todas essas esperas, descansos, interrupções e aumentos de equipe se traduzem em custos.

Com isso, apesar do experimento Hydra VIII ter sido bem-sucedido e ter provado que era possível o ser humano atingir profundidades tão grandes quanto 500 metros trabalhando por seis dias, aparentemente os custos e os riscos desta operação se mostraram demasiados altos, não permitindo que os humanos respirando hidrelíox se tornassem uma “*alternativa ao apoio submarino por veículos de controle remoto*” (SERRA, 1988) conforme se especulava em 1988.

Com tantas dificuldades, parece que a biologia está gritando que o fundo do mar deve ser deixado para os não humanos, os animais das profundezas e os robôs submarinos. Porém antes de aceitar esse fatalismo biológico é necessário investigar outros motivos que levaram à adoção dos robôs submarinos para a exploração de petróleo. Em primeiro lugar, qual o limite de profundidade a que um humano pode mergulhar (e realizar algum trabalho)?

2.6 - FRONTEIRAS (LIMITES DE PROFUNDIDADE)

Essa é uma pergunta difícil de responder, pois a resposta depende dos recursos técnicos disponíveis em uma determinada época, do propósito do mergulho, do limite de risco ao qual se tolera expor o mergulhador e das normas locais. Sem o auxílio dos dispositivos de respiração artificial, alguns mergulhadores atingem profundidades de até 30 metros para recolher pérolas ou esponjas.

As normas atuais da Marinha Brasileira, por questões de segurança, delimitam em 50 metros a profundidade de mergulho máxima utilizando a respiração de ar comprimido, o chamado Mergulho Raso (NORMAS..., 2016, p. 6(1)). Já para o Mergulho Profundo, utilizando Misturas Respiratórias Artificiais (como algum tipo de Trimix), a mesma norma cria três faixas: Saturação Padrão, até 180 metros, Saturação Profunda, de 180 a 300 metros, e Saturação Excepcional, de 300 a 350 metros (NORMAS..., 2016, 1(10)). Cada uma dessas faixas exige qualificações específicas do mergulhador, diferenças na preparação e limitações no tempo de permanência no fundo do mar.

A norma brasileira atual resolveu provisoriamente a questão, estabilizando o limite de profundidade de mergulho em, no máximo, 350 metros, porém, saindo deste recorte de tempo e local (o Brasil de 2016), é possível perceber como esse limite é provisório e os esforços que têm sido feitos para expandi-lo.

Conforme abordado na seção anterior, há muitos anos, em diversos laboratórios, sobretudo em países desenvolvidos interessados na exploração petrolífera em grandes profundidades, vêm sendo realizadas experiências com seres humanos (pesquisadores e mergulhadores profissionais) buscando testar os limites e as técnicas de adaptação do humano ao trabalho no fundo do mar. Esses experimentos são chamados de “mergulhos simulados” e já atingiram “profundidades simuladas” bem maiores que 350 metros da norma brasileira atual ou os 530 metros do experimento francês da COMEX (Hydra VIII).

Em 1981, duas reportagens do jornal *New York Times* (ABRAHAMSON, 1981; SULLIVAN, 1981) documentaram a quebra do recorde de profundidade realizada no laboratório da Duke University, na Carolina do

Norte (EUA), onde, num experimento que durou 28 dias, os participantes atingiram uma profundidade simulada de 2250 pés (cerca de 686 metros). Essa marca durou até 1992, quando o atual recorde mundial foi atingido em um laboratório de Marselha (da COMEX), onde um pesquisador, após vários dias numa câmara hiperbárica, respirando Hydrelíox, permaneceu por duas horas “trabalhando” a uma pressão equivalente a de uma profundidade de 701 metros (TECHNOLOGY..., 1992).

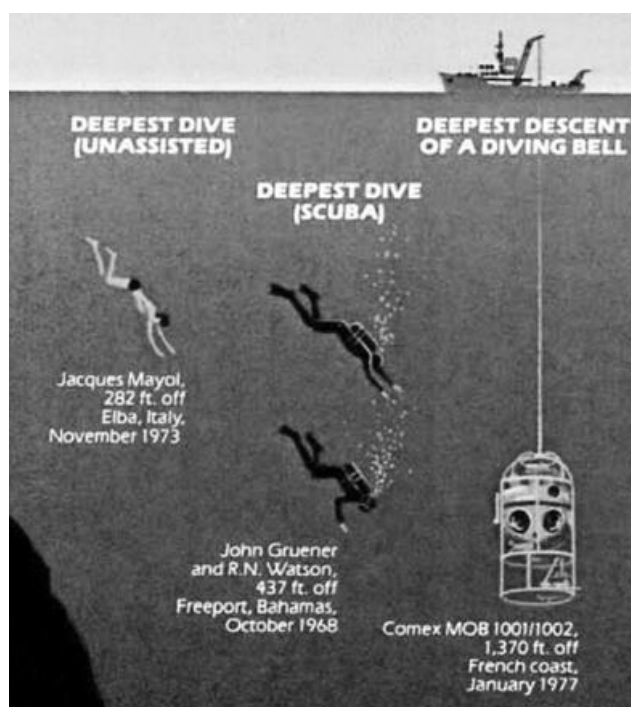


Figura 2.4 – Recordes de mergulho em 1985⁴². Fonte: SAUNDERS, 1985

Todos esses números, normas, simulações e profundidades, porém, não contam toda a história dos limites até onde pode chegar o corpo humano no fundo do mar. Até este ponto do texto busquei fazer uma delimitação abordando apenas os números oficiais para mergulhos profissionais (comerciais) regulares, onde um grupo de trabalhadores desce até o fundo do mar e tem de lá permanecer por algum tempo para realizar tarefas para empresas de algum setor econômico (como no caso da indústria petrolífera). Nos mergulhos esportivos, militares e científicos, muitas vezes estes limites de profundidade são ignorados, no primeiro caso com grande alarde, geralmente para superar algum recorde anterior (figura 2.4).

⁴² Recordes mostrados na figura, com profundidades convertidas em metros: 86m em apneia, 133m com ar comprimido e 418m com sino de mergulho.

Há, porém, um caso documentado em que empresas de petróleo na Noruega, nos anos 1980, enviaram mergulhadores para trabalhar instalando tubulações a profundidades próximas dos 500 metros. Desde 2004 a Noruega vem sendo julgada em tribunais europeus, inclusive o Tribunal Europeu dos Direitos Humanos, tendo já sido condenada a indenizar estes mergulhadores pelas sequelas neurológicas que sofreram devido às condições de trabalho a que foram expostos (MENCHEN, 2015; RICKETT, 2014). *“As autoridades norueguesas já aceitaram a responsabilidade e pagaram indenizações substanciais após uma decisão proferida há dois anos [2013] pelo Tribunal Europeu dos Direitos Humanos”* (MURRAY, 2015 – tradução minha). Há evidências de que essas condições de trabalho foram compartilhadas por mergulhadores americanos (RICKETT, 2014) e ingleses (MURRAY, 2015) no Mar do Norte, sem que, no entanto, isso tenha implicado, até o momento, em sanções para estes países ou suas empresas.

Se por um lado a modificação do ser humano para trabalhar a altas pressões enfrenta cada vez mais dificuldades e riscos, sugerindo que o limite já foi atingido, há outras formas do humano ir ao fundo do mar contornando o problema da pressão, utilizando submarinos, mini submarinos, batiscafos e trajes atmosféricos (ADS). Nesses casos, os limites saem dos domínios da biologia e passam rapidamente para os domínios da economia.

Em 2012, o cineasta e mergulhador James Cameron, numa expedição patrocinada pela revista científica *National Geographic*, atingiu um local chamado *Challenger Deep*, no fundo das Fossas Marianas, o ponto mais profundo do oceano terrestre, numa profundidade de cerca de onze quilômetros, a bordo de um submersível construído especialmente para esta proeza (THAN, 2012). Este tipo de equipamento, construído para realizar um mergulho promocional/científico, planejado para ser realizado apenas uma vez, envolve outros custos inviáveis para o trabalho industrial e persegue outros objetivos:

*Ao devolver os humanos à chamada zona hadal - o nível mais profundo do oceano, abaixo de 20.000 pés (6.000 metros) - a expedição Challenger Deep pode representar um renascimento na exploração em alto mar. Enquanto os **veículos remotamente operados, ou ROVs, são muito menos caros do que os submarinos tripulados**, "o mais importante é [...] olhar ao redor e observar o relacionamento dos organismos em uma comunidade e*

*seu comportamento – [...] não assustar os animais, para que eles se comportem normalmente. Isso é quase impossível de se fazer com um ROV”, disse Fryer, geólogo marinho do Instituto de Geofísica e Planetologia do Havaí. Andy Bowen, gerente de projetos e principal desenvolvedor do Nereus, um ROV que explorou o Challenger Deep em 2009, disse que uma missão tripulada também tem o **potencial de inspirar a imaginação do público de uma maneira que um robô não pode** (THAN, 2012 – tradução e grifos meus).*

A questão de “*inspirar a imaginação*” do público tem muita importância, sobretudo no caso de expedições científicas, que dependem de altos investimentos sem retorno econômico direto. Muitas vezes o retorno econômico depende do interesse despertado no público em geral, que leva a novos financiamentos. Já as empresas de petróleo estão mais interessadas em custos baixos e retorno rápido dos investimentos do que observar animais e inspirar a imaginação do público. Porém, as tecnologias desenvolvidas e testadas em expedições científicas, como no caso dos ROVs, podem ser empregadas em produtos que atendam aos interesses das empresas. Desta forma, o fato de os robôs submarinos, sobretudo na década de 1980, terem o poder de despertar a imaginação do público contribuiu indiretamente para viabilizar esses produtos para o uso futuro das empresas petrolíferas.

Outra forma de levar o humano a grandes profundidades no fundo do mar contornando o problema da pressão são os Trajes Atmosféricos (Atmospheric Diving Suits ou ADS) que são submarinos antropomórficos articulados, verdadeiras armaduras, que protegem o mergulhador mantendo-o a uma pressão de 1 ATM (como na superfície).

Em 1986, uma reportagem do jornal O Globo anunciava que a Monocean, uma subsidiária da Montreal Engenharia, pretendia comprar dois trajes atmosféricos submarinos, um modelo chamado WASP (figura 2.5), capazes de levar um trabalhador a profundidades de até 660 metros para trabalhar em poços da Petrobrás (MERGULHADOR PODERÁ..., 1986). O Engenheiro Ney Robinson, que na época trabalhava naquela empresa, confirma que “A Monocean trouxe para o Brasil um [traje de mergulho WASP] para fazer testes. Ela não precisou comprar por conta da sociedade [com a Oceaneering]. Era só trazer e depois devolver” (REIS, 2018, p. 14).

Este tipo de traje continua sendo desenvolvido hoje em dia, porém ainda não se tornou uma opção viável para trabalho no fundo do mar. “*Eu acho*

que numa determinada situação, que seja um ponto fora da curva, você possa usar o traje, mas não é uma coisa que gerou uma confiança a ponto de você ter isso na linha de trabalho das empresas” (REIS, 2018, p. 15). Trajes como esse continuam sendo uma opção muito cara, reunindo as desvantagens do robô – “O homem não toca nas coisas que ele está trabalhando. Manipula determinadas garras dentro daquele invólucro e do lado de fora tem um gancho, uma pinça. Não é uma coisa assim que você consiga fazer um trabalho refinado” (REIS, 2018, p. 15) – e as desvantagens de colocar a vida de um humano em risco – “Escutei que em operações com este tipo de traje no mar, vira e mexe o ROV tinha que ir lá salvar o mergulhador, por que o cara caia e ficava igual a tartaruga. Não conseguia se virar” (REIS, 2018, p. 15).

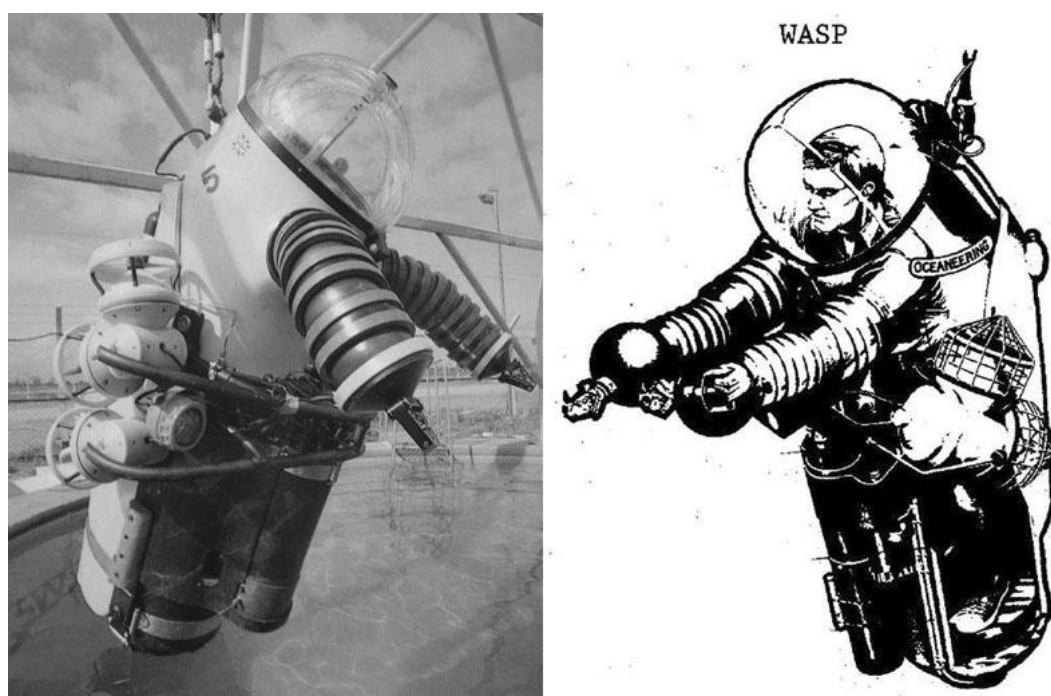


Figura 2.5 – Traje de mergulho WASP⁴³. Fonte: CYBERNETICZOO, 2015b

Em meados de 1986 ocorreu uma história que ilustra bem como foi a transição das operações de exploração de petróleo para as águas mais profundas e quem foi se firmando como opção mais viável. A Petrobras estava se preparando para começar a produção em um poço a uma profundidade de 411 metros. A retirada de uma pesada válvula utilizada na perfuração (BOP – Blowout preventer) danificou dois postes que seriam utilizados para fixar a

⁴³ “O WASP da Oceaneering foi originalmente projetado por Graham Hawkes e construída pela Osel Ltd em meados da década de 1970. Atualmente, existem sete WASP 2As em serviço e dois em desenvolvimento, conhecidos como WASP 3” (CYBERNETICZOO, 2015b).

Árvore de Natal no fundo do mar, A empresa se viu então diante do problema de não perder o investimento que já havia sido feito naquele poço.

A primeira opção cogitada foi mandar mergulhadores fazer o reparo, apesar da profundidade inédita. *“Para consertar uma avaria na base de um dos poços da Bacia de Petróleo de Campos, um grupo de mergulhadores fará o maior mergulho da história mundial das operações subaquáticas: descerão a 411 metros de profundidade”* (BRASILEIROS..., 1986). Uma operação destas, porém, não é simples de realizar e envolve *“recursos vultosos e meses de preparação”* (BRASILEIROS..., 1986), além de uma longa negociação com o sindicato dos mergulhadores por envolver *“riscos para a vida humana ainda desconhecidos pela ciência”* (BRASILEIROS..., 1986). O sindicato e os mergulhadores exigiram um longo período de treinamento e adaptação e um grande seguro de vida. *“O sindicato e os mergulhadores pediram este tempo de treinamento, um seguro que era assim estúpido, [...] eles já estavam prevendo que iam morrer e queriam que a família ficasse bem. Então teve toda uma negociação”* (REIS, 2018, p. 15).

Segundo Paulo Tupinambá, nesta época, houve *“alguns acidentes importantes com mergulhadores”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 24), o que contribuiu para o abandono da opção de utilizar mergulhadores humanos para realizar o conserto, *“embora não tenha sido a causa principal. Porque os acidentes com mergulhadores não eram uma coisa tão frequente assim. [...] Mas sempre causava uma comoção”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 24). Um deles, em especial, foi muito marcante: *“Teve um acidente com um mergulhador da COMEX que respirou gás sulfídrico do poço. [...] Já tinha um RCV-225 acompanhando o mergulho e foi filmada toda a morte do mergulhador embaixo d’água”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 24).

A repercussão do acidente chegou às instâncias decisórias da Petrobras causando uma comoção, pois *“tudo [foi] filmado pelo robô. Nunca tinha sido filmado. O impacto foi outro. Uma coisa é falar: ‘morreu lá embaixo’... A diretoria da Petrobras vendo a cena. Aquilo foi forte... Teve divulgação. Aquilo foi muito ruim”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 24).

Quer tenha sido pelo impacto da morte documentada de um mergulhador ou por outro motivo, *“um dia chegaram a conclusão que: não ia*

dar para fazer com mergulho. Então decidiram cortar o mergulho da opção e teria de ser teleoperado. Foi aí que nós entramos com mais empenho no trabalho” (REIS, 2018, p. 15). A Petrobras reuniu as empreiteiras para encontrar uma solução e a Montreal Engenharia sugeriu utilizar seus ROVs para realizar o conserto. Ney Robinson foi um dos encarregados de projetar as ferramentas que seriam utilizadas pelo ROV para cortar os postes e instalar outros no lugar. Este foi um marco do início da utilização dos ROVs pela Petrobras em profundidades superiores a 300 metros.

O conserto foi realizado com sucesso por um robô, mas o seu trabalho teve de ser supervisionado por dois humanos num batiscafo (um deles o próprio Ney Robinson). Na primeira descida, o robô não conseguia fixar a ferramenta para começar o trabalho e a câmera não tinham nitidez suficiente para permitir uma avaliação do problema, o que obrigou a intervenção presencial do humano, mesmo que mediado pela escotilha do batiscafo.

Hoje em dia está estabilizado o limite de 300 metros para o mergulho profissional humano e não se cogita mandar um mergulhador abaixo desta profundidade. Na época do início do projeto do robô Tatuí, mesmo com o conhecimento dos riscos envolvidos, ainda se podia cogitar esta possibilidade. Ainda muito tempo depois, continuaram os testes com misturas respiratórias em mergulhos simulados. Desta forma se pode concluir que o limite não é determinado apenas por condições biológicas, podendo ser modificado por condições econômicas, tecnológicas e sociais, com diversas interferências entre cada um desses campos. Naquela época (e ainda hoje) havia outras formas de presença e intervenção humana através de trajes atmosféricos, batiscafos e pequenos submarinos, que, no entanto, não se mostraram viáveis para uso comercial, como se mostraram os robôs.

Mesmo o limite não sendo apenas biológico, não há dúvida que existem dificuldades técnicas, econômicas e jurídicas para os humanos trabalharem em profundidades superiores a 300 metros. Os *“cientistas que se dedicam a desenvolver novas técnicas e aprimorar instrumentos acham que o futuro é deles. Seu argumento é forte: os mergulhadores não podem descer a mais de 300 metros”* e, no entanto, *“as descobertas de lençóis de petróleo no mar exigem braços e mãos certamente mecânicos, capazes de suportar uma*

pressão em dobro de profundidade” (OLIVEIRA, 1985). Será, então, que se cumpriu a “*passagem de bastão*” mostrada na figura 2.2? Será que os robôs deixaram os mergulhadores procurando emprego como mostra a figura 2.6?

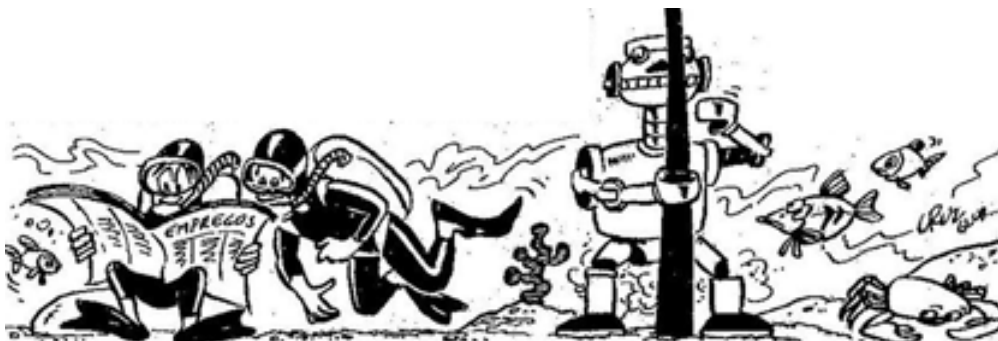


Figura 2.6 – Robôs trabalhando e humanos procurando emprego.

Fonte: OLIVEIRA, 1985

O título da reportagem do jornal O Globo em outubro de 1985 (um ano antes do início do projeto do robô Tatuí), “*Robôs substituirão mergulhadores na extração de petróleo sob a água*” (OLIVEIRA, 1985), não deixava margem para dúvida. Apesar do título, o resto da matéria mostrava que isso não era um consenso:

*Para a relativamente pequena elite de mergulhadores profissionais, não há **nada mais eficaz** nos trabalhos no equipamento de exploração e petróleo sob [a] água – seja em lagos ou em mar aberto – do que sua **destreza para movimentar cabos e executar reparos** a consideráveis profundidades. Para a indústria de equipamentos controlados remotamente, o futuro lhes pertence. Nos dois casos, os **interesses traduzidos em números são suficientemente altos** para acentuar os esforços em defesa dos argumentos próprios. (OLIVEIRA, 1985 – grifo meu)*

Ao citar “*números altos*”, porém, a reportagem não se referia apenas à profundidade. Em outro trecho fica claro que a perspectiva privilegiada não era a biológica ou física, mas econômica: “*usuários dos serviços de mergulhadores estão comparando custos e vantagens, para justificar a decisão, **aparentemente inevitável**, de recorrer à máquina para o mergulho requerido pela indústria*” (OLIVEIRA, 1985 – grifo meu).

Enquanto a biologia respondia pela aparente inevitabilidade, a economia apresentava o problema em termos mais “pragmáticos”, pois, segundo a reportagem, os “*mergulhadores movimentam um mercado de trabalho mundo afora que vale cerca de US\$ 150 milhões anuais*”, enquanto “*as indústrias de robôs subaquáticos estimam o valor de seu **mercado em***

potencial numa escala, **por ora**, bem mais modesta: algo em torno de US\$ 60 milhões” (OLIVEIRA, 1985 – grifos meus).

Este “mercado em potencial” estava bastante subestimado, uma vez que a indústria de robôs submarinos estava apenas começando, as grandes reservas de petróleo em águas profundas não haviam sido encontradas e ainda havia a esperança de que outros avanços fossem feitos para que humanos pudessem mergulhar mais fundo. Não se deve esquecer, também, que nessa época noruegueses, ingleses e americanos estavam expondo humanos a profundidades de até 500 metros no Mar do Norte (sem levar em conta que isso poderia resultar em sanções futuras).

Não deve ser desprezado o peso da economia na opção pelos robôs submarinos. Por todo lado abundam os dados relativos aos custos dos mergulhadores. Segundo um artigo na revista Popular Science de 1985, um mergulhador custa “US\$ 200 a US\$ 2000 por dia – não incluindo os US\$ 5000 por dia que pode custar o transporte de equipamento de suporte como cilindros com mistura de gases, compressores, e câmaras de descompressão” (SWANN, 1985). Na mesma época, um artigo do jornal O Globo mostrava números parecidos no Brasil: “sabe-se, por exemplo, que custa entre US\$ 4500 e US\$ 8000 a hora de trabalho de um mergulhador, porque ele deve ser acompanhado por uma embarcação de apoio com câmaras de descompressão” (OLIVEIRA, 1985).

A questão econômica, porém, não se reduz apenas ao custo do trabalho do mergulhador e da infraestrutura envolvida, que sobem à medida que aumenta a profundidade. A eficiência do mergulho é comprometida também, pois grande parte da missão é gasta na preparação (compressão e descompressão, cujo tempo varia conforme a profundidade) e em longos períodos de descanso entre poucas horas trabalhadas. Por exemplo, está estabelecido nas normas brasileiras atuais, para mergulhos entre 180 e 300 metros, que:

O período de permanência dos mergulhadores no sino/água, entre desfazer e refazer o selo sino/câmara, não poderá exceder a oito horas por cada período de 24 horas, garantido nesse período um descanso ininterrupto de doze horas. [...] Os períodos de permanência dos mergulhadores na água, dentro do período de selo a selo, estão limitados a: seis horas na faixa de zero a 210 metros,

cinco horas na faixa de 211 a 260 metros e quatro horas na faixa de 261 a trezentos metros (NORMAS..., 2016, 4(10)).

Essas exigências legais foram sendo estabelecidas, muitas vezes, empiricamente ao custo de muitos acidentes. E mesmo com todas as medidas de segurança os riscos são muito grandes. Uma reportagem de 1997 do jornal O Globo noticia a morte do mergulhador Homero Higino de Souza, vítima de uma explosão a 293 metros de profundidade enquanto consertava uma Árvore de Natal Molhada (BALBI e LEITE, 1997). Segundo a reportagem, *“além de ser um dos melhores mergulhadores do país, Homero era um contundente crítico da falta de segurança”*, tendo gravado um vídeo dois anos antes do acidente, para denunciar a pressão exercida pelas empresas de mergulho que obrigavam *“os mergulhadores a se arriscarem nas plataformas, desobedecendo às normas de segurança”*. Homero afirmava no vídeo que *“os profissionais têm que mergulhar à noite, o mergulho muitas vezes excede o tempo recomendável e o suprimento de oxigênio reserva não é suficiente para atender a uma emergência”* (BALBI e LEITE, 1997).

Ainda segundo a reportagem, de 1977 até 1997 morreram 22 mergulhadores por motivos como eletrocussão, explosão ou falha na descompressão. Estes acidentes não ocorrem apenas no Brasil. Segundo o periódico Daily Express, *“entre 1974 e 1983, cerca de 25 mergulhadores morreram na plataforma continental do Reino Unido, enquanto muitos outros ficaram feridos”* (MURRAY, 2015). Além das mortes, *“dezenas de mergulhadores também sofreram de doenças causadas pela descompressão e desenvolveram problemas de saúde a longo prazo”* (MURRAY, 2015).

Os robôs, porém, não substituíram os humanos em trabalhos em profundidades menores que 300 metros, mesmo hoje em dia e apesar de todos os riscos. Em uma reportagem de 2015, onde diversos mergulhadores contavam experiências ruins e sequelas que tiveram mergulhando, descobrimos que pelo menos *“300 mergulhadores em todo o Brasil estão aptos a descer até 300 metros de profundidade para consertar tubulações petrolíferas”* (MENCHEN, 2015). Os robôs são vistos como necessários, mas ineficientes. Hoje *“é comum que mergulhadores que atuam na Bacia de Campos, no litoral do Sudeste do País, cheguem a profundidades de até 300*

metros – o recorde nacional atual é de 326 metros. Para profundidades maiores são utilizados robôs, que, infelizmente, **não são tão eficientes**” (MENCHEN, 2015 – grifo meu). Para mergulhos entre 300 e 350 metros, a norma prevê como requisito “*utilizar o acompanhamento por RCV/ROV e manter os registros de som e imagem por um período mínimo de um ano a contar do término das operações ou por cinco anos em caso de ocorrência de acidente/incidente*” (NORMAS..., 2016, 4(10)).

Diferentemente dos submarinos tripulados, que na verdade são exíguos elevadores capazes de transportar um ou dois cientistas para algum local do fundo do mar, onde ficam no máximo algumas horas, os novos robôs podem mergulhar a grandes profundidades, examinar muitos quilômetros quadrados do fundo e permanecer embaixo d’água durante semanas – enquanto os cientistas, trabalhando na segurança do navio base, vão recebendo os dados da pesquisa na sala de controle do navio (SULLIVAN, 1985a).

Eficientes ou não, com a barreira dos 300 metros de profundidade se estabilizando, os ROVs foram se consolidando como a melhor opção, sobretudo em termos de custos, como atesta a mais recente edição do Manual do ROV: “*No atual estado da tecnologia para telepresença com sistemas robóticos móveis, um mergulhador será muito mais capaz do que uma máquina*”, porém “*os custos e o perigo de colocar o homem no ambiente de trabalho de alta pressão do fundo do mar são consideráveis*” (CHRIST e WERNLI SR., 2014, p. 9 – tradução minha).

Havia ainda outra questão. A classe dos mergulhadores era muito combativa e, num período de abertura política como o início da década de 1980, via espaço para reivindicar melhores condições de trabalho em função dos riscos que enfrentava e de sua importância para a indústria do petróleo. Tupinambá conta que nesta época, a Petrobrás e a indústria do petróleo em geral “*se sentia um pouco refém do mergulhador. Se acontecesse alguma coisa lá embaixo [...] dependia do mergulhador para ir lá. [...] Isso incomodava a Petrobras. [...] A indústria inteira do petróleo não queria ficar na mão do mergulhador*” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 22).

Tupinambá fez também o relato de uma história não presenciada por ele, mas que ficou muito conhecida na época (meados da década de 1980), e que se passou durante uma longa greve de mergulhadores:

*Teve um diretor da Petrobras [...], que era muito espirituoso e um cara muito difícil. Ele tinha um robô, um RCV-225 [como o da figura 2.2.], que tinha feito um vídeo de um tubarão-martelo que ficou preso nas mangueiras de uma Árvore de Natal. Se um tubarão ficar preso morre asfixiado. Ele chamou o pessoal das empresas [de mergulho para ver o vídeo] e falou: “o tempo dos tubarões acabou (referindo-se aos donos das empresas de mergulho ali presentes). **Agora é a vez do robô submarino...** Os ‘tubarões’ mergulhadores não tem mais vez aqui na Petrobras”. Então a Petrobras engrossou com a greve. [...] Se a Petrobras não reconhece o tempo parado, a empresa de mergulho quebra, pois se a greve era declarada legal a empresa era obrigada a pagar todos os salários do embarcado. O custo era um absurdo. Mas a Petrobras, pelo contrato com a empresa, não era obrigada a pagar o serviço não prestado (TUPINAMBÁ, 2019, p. 22-23 – grifo meu).*

É difícil verificar a exatidão deste relato, pois embora os jornais falem de muitas greves de mergulhadores na década de 1980, não encontrei especificamente menção a este vídeo. Porém, o relato ilustra uma “vantagem” dos operários robóticos em relação aos operários humanos segundo o ponto de vista das empresas de petróleo: os robôs não faziam greve e quando eles paravam podia facilmente se substituídos por outros robôs.

Os “tubarões” que morreram não foram os mergulhadores humanos (que tiveram seu mercado de trabalho reduzido, mas continuaram a trabalhar, como se abordará na próxima seção), mas as empresas de mergulho nacionais. “E se a Petrobras não reconhecesse [os dias parados], a empresa [de mergulho] ficava com a conta... Só multinacional que aguentava. A Subaquática⁴⁴ foi embora [faliu] numa dessas” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 23).

Na década de 1980, a melhoria da eficiência e a baixa dos custos foram alguns dos fatores que permitiram a estabilização dos robôs, mesmo havendo outras opções sendo estudadas. Com o aumento de atividades em grandes profundidades e com os avanços na robótica, esses equipamentos começaram então a disputar o espaço dos humanos na exploração do petróleo (sem substituí-los completamente), ganhando mais importância à medida que a profundidade aumentava.

⁴⁴ Subaquática Engenharia, empresa onde Paulo Tupinambá trabalhou e de onde ele saiu para fundar a CONSUB em 1983 (como será abordado no capítulo 4, seções 4.3 a 4.6).

2.7 - PARECE VIDEOGAME, MAS É TRABALHO

Portanto, diferente do que mostra a figura 2.2, não houve uma “*passada de bastão*”, uma substituição total do humano pelo robô. Não se pode esquecer, mesmo a operação de um ROV ou RCV exige um operador humano. Neste caso, porém, substitui-se uma equipe de profissionais, altamente treinados e especializados, por outros poucos com, possivelmente, menos qualificações. Segundo informações de 2011, o “*segmento de óleo e gás, aqui no Brasil, exige que o piloto ou trainee seja inscrito no CREA, com, no mínimo, formação técnica em áreas como eletricidade, eletrônica, hidráulica, mecânica ou mecatrônica*”, porém, “*em outros países, basta que o aluno comprove ou ateste experiência em alguma dessas áreas*” (STARTPRESS, 2011).

Entre os apelos da opção pelos robôs está a simplicidade de uso. Em um artigo de 1985 para a Popular Science, o repórter Christopher Swann conta que, apesar de “*nunca ter jogado um videogame*”, ao ter nas mãos o controle de um mini submarino robô *Phantom 500*, se espanta por ser “*surpreendentemente fácil*” controlá-lo. Segundo Swann, “*ao manipular os dois joysticks do console de controle remoto, eu pude fazer o submarino avançar, fazer o movimento reverso, virar, subir e baixar. Uma rápida olhada nas indicações de rumo e profundidade no console me ajudou a guiar os movimentos do veículo*” (SWANN, 1985).

A analogia com um videogame faz sentido para uma geração que estava entrando no mercado de trabalho tendo passado a adolescência jogando videogames e manipulando joysticks. A década de 1980 marca o início de uma cultura *nerd*, de videogames e computadores pessoais. O cinema refletiu isso em filmes como TRON (1982), onde um rapaz é transportado para dentro de um videogame, e Jogos de Guerra (1983), onde um adolescente invade um sistema ultrassecreto do Pentágono e, imaginando estar jogando, quase inicia uma guerra nuclear. São filmes de ficção que dialogam com o universo daqueles que seriam os futuros operadores de ROV.

Swann não foi o único a comparar a experiência de controlar um ROV a um videogame, o que se faz até hoje. Um artigo de divulgação publicado pela NUTECMAR, uma empresa especializada em tecnologia subaquática, através

de sua assessoria de imprensa, em 2011, começa afirmando que “*operar um submarino robô que navega pelo fundo do mar. Acompanhar seus movimentos em terra firme e direcioná-los através de um controle remoto. Pode até parecer videogame, mas é trabalho*” (STARTPRESS, 2011 – grifo meu).

A associação entre lazer e trabalho não é uma novidade para aqueles que ganham a vida visitando o fundo do mar. Muitos mergulhadores encaram seu trabalho não apenas como uma forma de ganhar dinheiro, mas também como uma atividade prazerosa, como um “esporte radical”, que os leva a continuar mergulhando mesmo em seus momentos de lazer. Uma reportagem de 2010, que entrevistou quatro mergulhadores sobre a profissão, afirma que “*todos são unânimes em afirmar que o mergulho é uma 'caçaça'*” (ALMEIDA, 2010). Um deles, Marcos Pedrosa, conta que “*nas folgas do mesmo tamanho do período de confinamento, diverte-se fazendo caça submarina*” (ALMEIDA, 2010). Paulo Tupinambá, ao falar de sua vida antes da CONSUB, destaca seu prazer associado às atividades no mar: “*Eu gosto muito de estar no mar. Velejei a minha vida inteira, mergulhei. Sempre gostei muito de estar no mar. [...] Tinha muita experiência de mar, de instalar equipamento, retirar equipamento, mergulhar, enfim*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 6).

A associação da profissão de “piloto” de ROV com os videogames, por sua vez, também evoca prazer, uma ligação automaticamente realizada por uma nova geração que cresceu vivendo grandes emoções no ambiente, controlado e de baixo risco, dos videogames.

Embora os robôs não tenham substituído os mergulhadores, conforme sugere a figura 2.2, pode se dizer que provocaram uma diminuição do seu mercado de trabalho. A figura 2.6, portanto, ilustra de forma mais plausível uma nova configuração da relação entre humanos e máquinas, com (alguns) mergulhadores procurando emprego, o que levou algumas pessoas a fazer uma mudança de rumo na vida buscando se adaptar aos novos tempos. Um artigo do Jornal do Brasil em 2003 conta a história de um mergulhador profissional, que trabalhou na Bacia de Campos entre 1997 e 1999, que se tornou “piloto” de robô submarino. Segundo o mergulhador/piloto, “*além de mais segura, a robótica submarina possui [...] um plano de carreira melhor do que o mergulho profissional*” (FARIA, 2003 – grifo meu).

A segurança conta e muito, porém, a remuneração não é a mesma. Uma reportagem de 2010 fala que um mergulhador de grande profundidade chegava a ganhar, na época, até R\$ 36.000,00 por missão, tendo uma remuneração fixa de R\$ 4.000,00 nos períodos de descanso (ALMEIDA, 2010). Uma tabela, publicada numa empresa de treinamento de profissionais para a indústria petroleira (Shelter), mostra que, atualmente (2018), um operador de ROV ganha de R\$ 3.000,00 a R\$ 8.000,00, enquanto um mergulhador pode ganhar de R\$ 12.000,00 a R\$ 20.000,00 (SALÁRIOS..., 2018).

Numa perspectiva econômica, em termos do interesse do país, parece ser uma troca desvantajosa, uma vez que envolve uma diminuição da qualificação/remuneração da mão de obra empregada. Neste sentido, o desenvolvimento de um robô submarino por uma empresa brasileira reduziria um pouco este prejuízo, tanto através do emprego de projetistas na própria empresa, quanto pelos empregos gerados em empresas que fossem produzir peças para os robôs.

A mera substituição por robôs importados implica em outra forma de prejuízo para o país dado que a importação/aluguel de robôs é feita em divisas (moeda estrangeira), afetando a balança comercial. Na década de 1980, com a crise da dívida externa, isso era um fator importante a considerar. Porém, antes de ameaçar o emprego dos mergulhadores, os robôs submarinos percorreram um longo caminho até despertar o interesse das companhias de petróleo.

2.8 - ROBÔS SUBMARINOS

Os robôs submarinos comerciais da década de 1980 foram o resultado do encontro do interesse militar, que vinha desenvolvendo estes equipamentos desde a década de 1960, do barateamento e miniaturização dos componentes eletrônicos, de uma fascinação generalizada por robôs, que dava prestígio aos países que possuíam este tipo de tecnologia e servia de justificação dos investimentos perante o público em geral, e das duas crises do petróleo da década de 1970, que viabilizaram a exploração de petróleo no mar. As empresas se viram estimuladas a realizar esse alto investimento por terem a perspectiva de obter grande retorno, dado o preço maior dos combustíveis.

Os primeiros submarinos robôs operacionais surgiram nas décadas de 1960 e 1970 e foram desenvolvidos pela marinha dos EUA para realizar operações militares⁴⁵. Nessa época foram criados os robôs chamados CURV (*Cable-controlled Underwater Research Vehicles*) que se destacaram por participar do resgate de uma bomba atômica, submersa a uma profundidade de 869 metros na costa da Espanha em 1966, e pelo resgate dos dois tripulantes do submersível *Pisces III*, preso no fundo do mar a uma profundidade de 480 na Irlanda em 1973 (CHRIST e WERNLI SR, 2014, p. 56).

Os investimentos da marinha dos EUA impulsionaram os primeiros fabricantes comerciais de robôs nos EUA: *Hydro Products* (que criou os robôs RCV 150 e RCV 225 mostrados na figura 2.2), AMETEK e *Perry Offshore*. (CHRIST e WERNLI SR, 2014, p. 58-59).



Figura 2.7 – Capa do DVD da série, volume 1. Fonte: site “Mercado Livre”

Programas militares e científicos, que dependem de financiamento estatal, precisam ganhar aliados na opinião pública para justificar os enormes gastos. Séries de TV da década de 1960 como “*Viagem ao Fundo do Mar*” (figura 2.7), “*Perdidos no Espaço*” e “*Os Jetsons*” prepararam a população pagante de impostos para um futuro onde os humanos visitariam regularmente o fundo do mar (no primeiro caso) ou viveriam cercados de robôs, alguns deles

⁴⁵ O engenheiro Ney Robinson, quando trabalhava para a Monocean, participou, como operador de ROV, numa operação para localizar um torpedo na Baía de Guanabara para a Marinha do Brasil (REIS, 2018, p. 28).

antropomorfos⁴⁶, que realizariam suas tarefas (os dois outros). Essas imagens foram se propagando pelo tempo e influenciando gerações. Na década de 1980 esse futuro parecia estar chegando rapidamente, com a divulgação das missões científicas submarinas, realizadas por robôs.

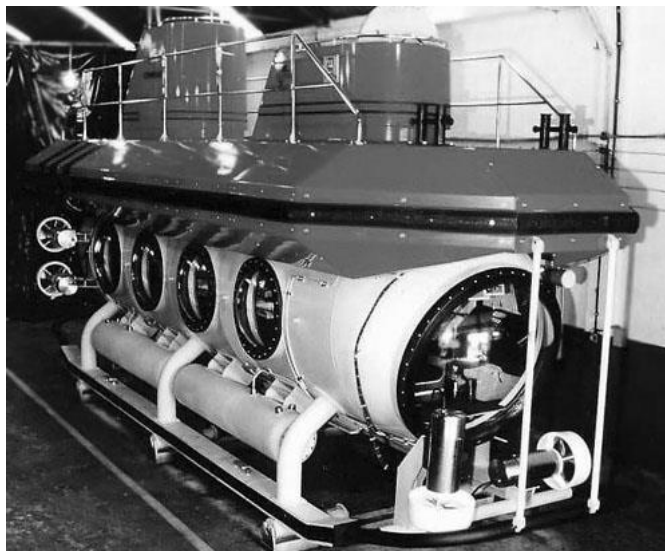


Figura 2.8 – Submarino Argos – ST100. Fonte: Site do Grupo Synthesis⁴⁷

Em 1993, a CONSUB construiu um submarino de passeio de 14 lugares para levar turistas para conhecer o fundo do mar da Baía de Angra dos Reis. O ARGOS ST 100 (figura 2.8) foi “o primeiro submersível de turismo fabricado na América Latina. Era capaz de transportar com segurança 14 passageiros em passeios submarinos até 100m de profundidade [...] [e tinha] grandes visores acrílicos propiciando visão panorâmica”⁴⁸.

Numa reportagem da época divulgando o submarino encontramos vestígios dessas imagens na descrição de como dois pilotos controlavam a embarcação “sentados frente a uma grande janela de acrílico, parecida com aquela do seriado **Viagem ao fundo do mar**” e guiavam “o submarino através de um Joystick, **como nos videogames**” (GIGLIOTTI, 1993, p. 37 – grifos meus).

⁴⁶ O robô antropomorfo estava tão marcado no imaginário que robôs submarinos eram retratados como humanoides em algumas reportagens da década de 1980 como mostra a figura 2.6.

⁴⁷ Foto publicada no site do Grupo Synthesis, empresa atual de Paulo Tupinambá. Disponível em: <<http://www.gruposynthesis.com.br/pt/historico>>, acesso em 02 maio 2018

⁴⁸ Texto publicado na seção histórico do site do Grupo Synthesis, empresa atual de Paulo Tupinambá. Disponível em <<https://www.gruposynthesis.com.br/pt/historico-synthesis-paulo-tupinamba>> acesso em 4 Nov. 2018.

Durante a década de 1970, porém, outro público foi tendo o seu interesse despertado para os robôs submarinos. A indústria petroleira, até essa época, operava em baixas profundidades, aonde o trabalho vinha sendo realizado por mergulhadores humanos. No estágio tecnológico da época, os primeiros robôs submarinos, além de ineficientes, eram um luxo caro e desnecessário. Os choques da década de 1970 (1973 e 1979), porém, aumentaram os custos do barril de petróleo, viabilizando maiores gastos na exploração desse produto. Foi possível então procurar, encontrar e planejar explorar poços de petróleo em profundidades maiores.

Por outro lado, o desenvolvimento de componentes eletrônicos menores e mais confiáveis permitiu a construção de robôs com preços mais acessíveis. Nesta época, *“os avanços tecnológicos necessários para levar os ROVs da adolescência à maturidade começaram. Isso foi especialmente verdadeiro na indústria eletrônica, com a miniaturização dos sistemas embarcados e sua maior confiabilidade”* (CHRIST e WERNLI SR, 2014, p. 59).

Estes dois fatores combinados – o interesse de um setor altamente capitalizado como o petrolífero e o desenvolvimento tecnológico dos componentes eletrônicos – mudaram o perfil da indústria produtora de robôs submarinos. O Manual do ROV (CHRIST e WERNLI SR, 2014, p. 58-59) estima que, entre 1953 e 1974, haviam sido construídos 20 veículos, sendo que a quase a totalidade destes foi financiada por diversos governos (entre eles França, Finlândia, Reino Unido, Escócia e URSS), já entre 1975 e 1982, a grande maioria dos 350 veículos construídos era destinado à indústria.

2.9 - CONSTRUTORES DE SUBMARINOS

De 1982 a 1989, a indústria de ROV cresceu rapidamente. A primeira ROV Conference, ROV'83, foi realizada com o tema “Uma tecnologia cujo tempo chegou!” As coisas mudaram rapidamente desde 1970, quando havia apenas um fabricante comercial de ROVs. Em 1984, havia 27. As empresas norte-americanas (Hydro Products, AMETEK e Perry Offshore) foram responsáveis por 229 dos 340 veículos industriais produzidos desde 1975. (CHRIST e WERNLI SR, 2014, p. 59 – tradução minha)

Nesta época, além de novas empresas norte-americanas entrarem no mercado, diversos países começaram (ou continuaram) a fabricar robôs

submarinos. O Manual do ROV (CHRIST e WERNLI SR, 2014, p. 59) cita Canadá, França, Itália, Holanda, Noruega, Suécia, Reino Unido, Japão e Alemanha, uma extensa lista de países sem nenhuma referência ao Brasil, à CONSUB ou ao Robô Tatuí. Esta é uma publicação recente e mostra o processo de apagamento que sofreu o robô Tatuí e a indústria de robôs do Brasil ao longo dos tempos. Uma publicação internacional da época em que o Tatuí ainda estava em utilização, o *ROV Review 1993-94* (publicada no ano de 1992), registra a existência do robô brasileiro (ROV, 1992, p. 45). Não se pretende aqui sugerir que havia um “reconhecimento mundial” da indústria brasileira de robôs submarinos, sobretudo porque essa publicação apresentava dados fornecidos pelos próprios fabricantes, porém sua existência mostra que essa informação estava disponível internacionalmente.

O interesse por robôs submarinos não passou despercebido no Brasil mesmo fora dos envolvidos neste setor de atividades. Os jornais brasileiros passaram a relatar, em reportagens cada vez mais detalhadas, a notícia do desenvolvimento de alguns desses robôs. Em 1982 uma pequena nota informava que a URSS estava desenvolvendo um robô submarino “capaz de fotografar o fundo de oceanos e mares”, cujo computador permitia, “automaticamente, escolher a distância e o ângulo de enfoque necessários a tomada de uma foto” (RUSSOS..., 1983).

Em 1984 o jornal O Globo informava, com um pouco mais de destaque, que a França estava construindo um submarino capaz de levar três homens a uma profundidade de até 600 metros, o que permitiria testar “**robôs teleguiados, geradores de energia e sistemas de propulsão no fundo do mar**” (FRANÇA..., 1984 – grifo meu) com o de fazer a pesquisa e exploração de jazidas de petróleo. Já em 1985, uma reportagem um pouco maior informava que o Japão estava desenvolvendo um robô para atuar na indústria petroleira “fazendo a inspeção, reparo e conservação das bases de perfuração de petróleo” (JAPÃO..., 1985) em profundidade de até 200 metros. Ainda segundo a reportagem (JAPÃO..., 1985):

O Ministério da Indústria e Comércio do Japão está se empenhando no desenvolvimento do robô submarino, prevendo uma grande procura no mercado futuro, devido à tendência não só da ampliação da profundidade das perfurações, como também do aumento do

número de plataformas [que] atualmente[sic] existem no mundo [cerca de] cinco mil unidades em operação.

Nessa época, uma empresa americana de computadores, a Honeywell, demonstrou interesse em construir robôs submarinos no Brasil. *“O Brasil poderá estar fabricando, em breve, um submarino-robô idêntico ao utilizado para localizar no fundo do mar a caixa preta do Boeing da Indian Air Lines acidentado recentemente”* (BRASIL..., 1985). A imprensa vinha dando grande destaque a utilização de robôs nestas operações de resgate e localização.

“A produção do submarino-robô no Brasil só deverá começar depois que a Honeywell tiver concretizado um joint venture com uma empresa nacional de informática” (BRASIL..., 1985). Segundo a reportagem, a empresa buscava uma sócia nacional para poder se adequar a lei da reserva de mercado e obter a aprovação da SEI – Secretaria Especial de Informática (HONEYWELL..., 1985).

O objetivo declarado pela empresa era *“baratear custo, já que no Brasil o preço da mão de obra e da matéria prima é inferior”* (HONEYWELL..., 1985). A operação no Brasil visaria principalmente o mercado externo e, segundo o gerente da subsidiária brasileira – Pedro Falconer, a empresa iria *“exportar 80% da produção”* (HONEYWELL..., 1985). Depois dessas reportagens não se falou mais no assunto do robô da Honeywell nos jornais. No ano seguinte, o robô submarino brasileiro voltou a ser assunto, porém agora os protagonistas de sua construção seriam a Petrobrás, a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e uma pequena empresa brasileira, a CONSUB.

Segundo o Manual do ROV, nesta época houve um movimento de fabricantes de robôs se dirigindo para próximo dos grandes clientes, as empresas de petróleo, ou fechando as portas. A *“taxa de câmbio dólar/libra fez com que a base de tecnologia de ROV fosse transferida para o Reino Unido em apoio às operações de petróleo e gás no Mar do Norte”,* pois *“era mais barato fabricar veículos no Reino Unido”,* o que fez com que *“a outrora dominante indústria norte-americana de ROV”* fosse *“logo dizimada”* (CHRIST e WERNLI SR, 2014, p. 59 – tradução minha).

Essa mudança de mercado fez com que os *“únicos sobreviventes da América do Norte”* fossem *“a ISE (devido à sua diversificada linha de sistemas*

e à atitude de poder do dono) e Perry, que sabiamente se uniu a seus concorrentes europeus para se firmar no Mar do Norte” (CHRIST e WERNLI SR, 2014, p. 59 – tradução minha). Esta desestabilização da indústria de robôs submarinos americana guarda alguma semelhança com o que aconteceu com a CONSUB e o sonho de se desenvolver uma indústria de robôs no Brasil, e mostra a dificuldade de consolidar um setor industrial mesmo em mercados mais desenvolvidos. Mostra também a importância competitiva de estar instalado próximo aos promissores mercados que começavam a se configurar (o que podia ter sido mais bem aproveitado pelo Brasil se tivesse dado mais proteção e incentivo à sua indústria).

Mas enquanto essa reviravolta ocorria com a indústria de robôs voltados para a exploração de petróleo, os jornais passaram a dar destaque a outros robôs submarinos que estavam realizando façanhas inéditas.

2.10 - EXPEDIÇÕES

Em meados da década de 1980 já existia tecnologia para construir robôs submarinos capazes de ir até profundidades muito grandes, porém esses submarinos eram muito raros e caros, foram desenvolvidos para aplicações militares e, por vezes, eram emprestados para instituições científicas para realizar tarefas civis ou pesquisas (cujo resultado, eventualmente, poderia reverter para os interesses militares).

Em Julho de 1986, o Jornal do Brasil publicou uma reportagem sobre os robôs submarinos que haviam sido encomendados pela Petrobras à CONSUB. Além de falar do projeto dos robôs, a reportagem apresentava ao público o diretor da empresa, Paulo Mancuso Tupinambá. Numa rápida biografia, o leitor é informado que Tupinambá é “[f]ormado em física na Universidade de São Paulo, com passagem pelo Woods Hole Oceanographic Institution, dos EUA, que organizou a expedição ao casco do **Titanic**” (CONSUB..., 1986, grifo no original). Outra reportagem de 1992 fala do robô “Tatuí, apelido dado ao VCR-01/1000, um pequeno robô equipado com câmera de televisão” que tem como característica ser um “primo do Jason [Jr.], o robô submarino utilizado para investigar o Titanic” (EMPRESA..., 1992). Em ambos

os casos se estava fazendo referência às expedições submarinas que localizaram e filmaram o navio Titanic no fundo do mar. Além dessas, outras expedições, entre 1985 e 1987, ganharam destaque e trouxeram grande divulgação aos robôs submarinos.

Em agosto de 1985 o robô submarino francês “*Scarab*” ajudou a localizar os destroços e a recuperar partes de um avião indiano que caiu na costa da Irlanda. O avião estava a uma profundidade de 2040 metros. (SUBMARINO RECUPERA..., 1985; SULLIVAN, 1985a). Em fevereiro de 1986, o robô submarino “*Gemini*” ajudou a recuperar partes do ônibus especial Challenger, que explodiu em janeiro daquele ano. Os restos da espaçonave estavam a 64 km da costa, a uma profundidade de 360 metros, porém foi utilizado um submarino robô que podia atingir uma profundidade de até 1000 metros (NASA..., 1986).

Nenhuma exploração marítima, porém, foi tão comentada como as expedições que, entre 1985 e 1987, localizaram, filmaram e recolheram restos do navio Titanic. A busca do Titanic começou em agosto de 1985 quando dois grupos, um dos EUA e outro da França, se dirigiram à área onde o navio havia naufragado em 1912. Ambas as expedições levaram para o local a mais moderna tecnologia da época em equipamentos como sonares de alta potência, robôs submarinos, câmeras de televisão e sistemas fotográficos, adaptados para suportar as altas pressões do fundo do mar.



Figura 2.9 – Foto do Submersível Argo. Fonte: SHIPS..., 2017

Os franceses chegaram primeiro ao local utilizando o navio de pesquisas Suroit, vasculharam o fundo do oceano com um sonar submarino de alta potência e câmeras. No dia 2 de setembro, o navio de pesquisas americano Knorr localizou os destroços a 3965 metros de profundidade. O

submersível Argo (figura 2.9) foi enviado ao fundo do mar e voltou com horas de filmagem e 12 mil fotos dos destroços (DROGIN, 1985).

A interligação dos interesses militares e científicos está documentada na configuração de equipamentos e de pessoal das expedições. O Knorr era um navio de pesquisas da marinha americana cedido ao Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI)⁴⁹, uma instituição científica dedicada ao estudo dos oceanos, que organizou a expedição, chefiada por Robert Ballard, um oficial aposentado da marinha americana⁵⁰ (SULLIVAN, 1985c; SHIPS..., 2017).

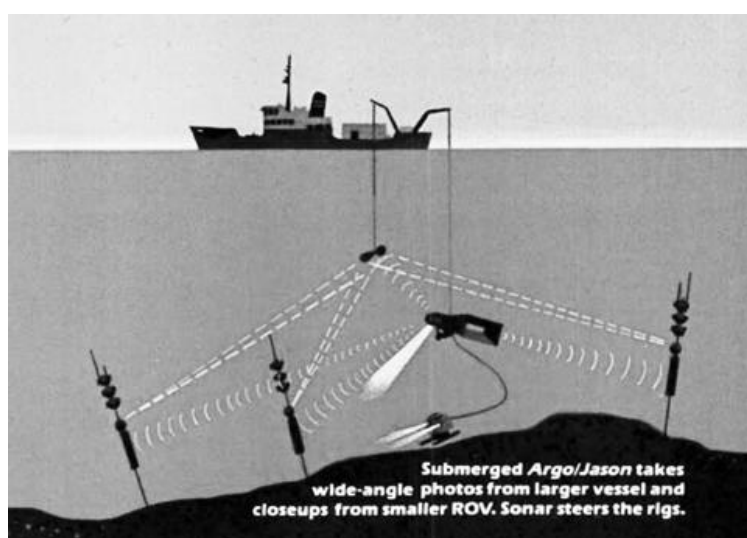


Figura 2.10 – Sistema Argo/Jason e Alvin/Jason Jr.. Fonte: SAUNDERS, 1985

A bordo do Knorr, os cientistas puderam acompanhar pela TV as “*nítidas imagens coloridas do Titanic*” mostradas pelas câmeras de televisão instaladas no robô submersível Argo (SUBMARINO BUSCARÁ..., 1985). Essa expedição marcou “*a estreia, e os primeiros testes de campo do novo robô Argos para exploração submarina em grandes profundidades*” (SULLIVAN, 1985a).

O Argo, porém, não era exatamente um “robô submarino”, podendo ser mais bem descrito como uma plataforma de observação, dotada de equipamentos para observar o fundo do mar. Originalmente ele foi pensado

⁴⁹ Disponível em <<http://www.whoi.edu/>> acesso em 17 nov. 2017

⁵⁰ Disponível em <<https://www.history.navy.mil/content/history/museums/nmusn/education/museum-field-trip/to-the-ends-of-the-earth/undersea-exploration/biography--dr--robert-ballard.html>>, acesso em 5 nov. 2018

como parte de um sistema que envolvia um veículo de operação remota (VOR ou, no inglês, ROV) chamado Jason (figura 2.10) que ainda não estava pronto na época da expedição.

2.11 - ROBÔ JASON JR.

No ano seguinte, o Woods Hole Institution e o professor Ballard retornaram ao local do naufrágio do Titanic em uma nova expedição, desta vez com novos equipamentos. O impacto causado na opinião pública mundial pelo encontro do famoso navio naufragado no ano anterior fez com que a segunda expedição tivesse uma enorme divulgação, sendo acompanhada por diversos jornais e redes de televisão, sobretudo nos EUA. No Brasil, o jornal O Globo publicou uma série de reportagens.

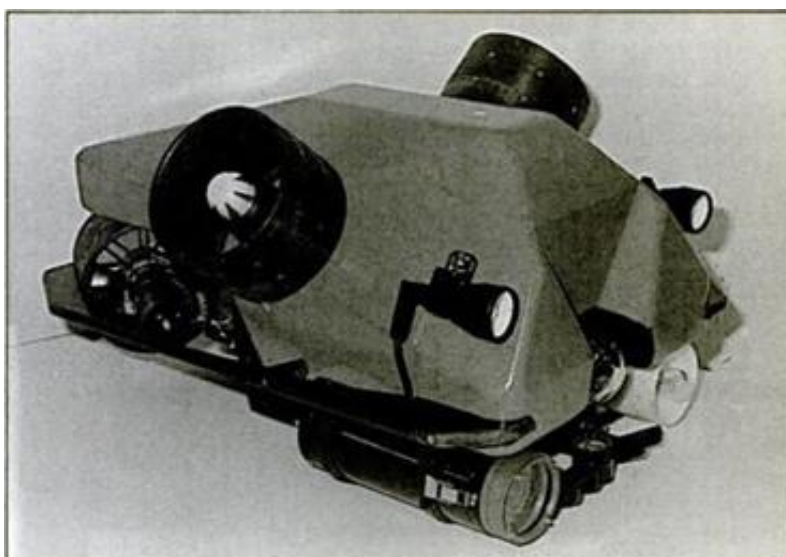


Figura 2.11 – Foto do Jason Jr. Fonte: MACKENZIE, 1986

Desta vez o próprio Ballard foi ao fundo do mar, junto com outro cientista e um piloto, a bordo do submersível Alvin. Através do submersível, os humanos poderiam observar panoramicamente o naufrágio, porém foi necessário utilizar um “*protótipo do robô – de propulsão independente – Jason Jr.*” (figura 2.11) para que, com suas câmeras, fizesse a exploração do “*interior dos restos do transatlântico*” (EXPEDIÇÃO..., 1986). O Jason Jr. “*entrou no transatlântico por um rombo existente, onde antes do desastre existiam vários vitrais. Dali ele pode chegar à primeira classe, com seus camarotes e o salão de festas*” (FOTOS..., 1986). “*Equipados com 13 câmeras, o submarino e o*

robô” (FOTOS..., 1986) produziram “57 mil fotos e horas de vídeo” (SULLIVAN, 1986e) que foram exibidas na televisão dos EUA (TV..., 1986). Apesar do sucesso da expedição, nem tudo aconteceu conforme o planejado:

***Problemas com os motores** impossibilitaram o robô Jason Jr. de sair de sua nave mãe, o submersível de três tripulantes – Alvin, **em quatro mergulhos**. Mas no mergulho final, quinta-feira, seu desempenho foi “admirável”, disse Ballard. [...] Foi “claramente o melhor mergulho de toda a série” [...] Jason Jr. foi enviado para o convés fechado de passeio e encontrou a porta que levava à ponte [...]. No mergulho de quinta-feira, **pelo menos pela segunda vez**, o cabo de 200 pés de Jason Jr. ficou **enredado em destroços**. Como em um mergulho anterior, no entanto, foi possível libertar o obstáculo. (SULLIVAN, 1986e – grifos meus)*

Mesmo assim, estes contratempos não afetaram a fama do robô, que continuou sendo lembrado, mesmo anos depois, pelo seu papel na expedição do Titanic.

2.12 - JASON JR. COMO REFERÊNCIA PARA O ROBÔ NACIONAL

Como mencionado anteriormente, a descoberta de petróleo em águas profundas brasileiras levou a Petrobras a investir em diversos projetos de desenvolvimento tecnológico, o que mais tarde foi conhecido como PROCAP (Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas). Em uma reportagem do Jornal do Commercio em 1986, o presidente da Petrobras na época, Hélio Beltrão, frisou, “entre outras coisas, que a companhia investirá este ano [1986] mais de US\$ 2 bilhões, dos quais cerca de 90% serão destinados às áreas de exploração e produção” (NORUEGA..., 1986). Dentre os projetos do PROCAP estava o investimento em uma empresa do Rio de Janeiro, a CONSUB, para produzir dois robôs submarinos para trabalhar em águas a profundidades maiores que 300 metros.

Entre os projetos do PROCAP, o robô Tatuí possivelmente foi o que despertou maior interesse na população em geral e frequentou as páginas dos jornais por quase uma década, impulsionado pelo apelo futurista da palavra Robô na década de 1980 e pelas “proezas” que estavam sendo realizadas por robôs submarinos ao redor do mundo (como a localização de restos de acidentes aéreos e a de barcos naufragados, dentre eles o Titanic).

*Ele vai mergulhar até mil metros, quando os **mergulhadores só podem descer no máximo a 400 metros**; seu único braço ainda é pequeno e por isso vai cortar apenas cabos submarinos, mas vai enxergar tudo e tirar fotos. Não vai porém buscar tesouros perdidos no fundo do mar, **como seu parente distante que encontrou o Titanic**, vai trabalhar duro para auxiliar o homem a encontrar e depois produzir petróleo em grandes profundidades, fazendo inspeções, montando equipamentos ou reparando defeitos. (PETROBRÁS DESENVOLVE..., 1986 – grifos meus)*

Jason Jr. serviu como referência para a divulgação do robô Tatuí, pelo menos quando este assunto era abordado pela imprensa. Por vezes esta referência era feita de forma direta, com a reportagem citando várias vezes o robô estrangeiro (CALIFE, 1991) ou, até mesmo, apresentando o robô brasileiro como “parente” do robô estrangeiro (PETROBRÁS DESENVOLVE..., 1986; EMPRESA..., 1992). Outras vezes, era feita de forma mais sutil ao lembrar que o diretor da CONSUB, Paulo Tupinambá, estudou no Woods Hole Institution. Esta associação era explicitada com tanta frequência que uma retrospectiva da década de 1980, publicada no jornal O Globo no final de 1989, também a repete:

***Robôs** – Assim como expandiu suas fronteiras no espaço, o homem ampliou também as descobertas submarinas nos anos 80. Mas isso só foi possível com o auxílio da robótica. O Jason, um robô do instituto Woods Hole (EUA) trouxe à tona os mistérios do Titanic e do encouraçado alemão “Bismarck”. Até mesmo o Brasil construiu seu primeiro robô submarino para plataformas de petróleo (AVANÇOS..., 1989 – grifo do original)*

A história e o projeto destes dois robôs apresentam semelhanças e diferenças. Ambos eram considerados protótipos, porém foram utilizados em missões de grande importância e, apesar de apresentar problemas de funcionamento, foram bem-sucedidos nas missões que participaram. O Jason Jr. *“foi lançado quatro vezes de sua ‘garagem’ na proa do Alvin, controlado remotamente por um cabo de 200 pés. Estes foram os primeiros testes do Jason Jr. sob a extrema pressão da água que existe a 12.500 pés abaixo da superfície, e o robô sofreu vários problemas mecânicos”* (SULLIVAN, 1986f). E os robôs Tatuí, *“instalados em sondas semi-submersíveis de perfuração na Bacia de Campos, [...] mergulharam 300 vezes, indo de 100 a 440 metros de profundidade. As operações foram consideradas satisfatórias”* (PETROBRÁS APROVA..., 1990).

O Jason Jr., assim como o robô Tatuí (figura 2.12), era um robô de observação. No caso Jason Jr., as primeiras expedições do WHOI ao Titanic foram cercadas de restrições éticas. Havia receio de que as imagens captadas mostrassem restos dos corpos das pessoas que morreram a bordo do navio. *“Ballard, que descobriu o ‘Titanic’, a quatro mil metros de profundidade, em setembro do ano passado, disse que ficou satisfeito por não terem sido encontrados a bordo restos das 1513 pessoas mortas no naufrágio”* (EXPLORADORES..., 1986; TV..., 1986). Utilizar um robô observador era uma garantia que o túmulo dessas pessoas não seria profanado.

Havia também uma preocupação que a expedição não fosse interpretada como uma caça ao tesouro. *“O Dr. Ballard acredita que a seção da proa foi dividida em várias partes, complicando ainda mais qualquer esforço de resgate. ‘O Titanic vai se proteger’ dos caçadores de tesouros, disse ele”* (SULLIVAN, 1986f – tradução minha).



Figura 2.12 – ROV Tatuí. Fonte: TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 198

O robô Tatuí foi encomendado pelo departamento de perfuração para realizar tarefas que um relatório interno da Petrobras, de 1988, classificava como de *“uma faixa intermediária de complexidade que pode ser coberta pelos VCR de inspeção, desde que equipados com acessórios adequados”*, ou seja,

com “ferramentas que permitam remoção de detritos, limpeza, manipulação, colocação de lingadas e corte de cabos” (AZPIAZU e SANT’ANNA, 1988).

O Jason Jr. era um protótipo, um modelo para testar tecnologias que seriam utilizadas no desenvolvimento de um robô maior de médio porte – chamado Jason – que foi efetivamente construído e entrou em operação no final da década de 1980. Para a missão do Titanic, o tamanho reduzido do robô era uma vantagem, pois ele precisaria navegar entre escombros e entrar em frestas apertadas. Mesmo assim, como atesta a reportagem do New York Times, ele chegou a ficar, pelo menos duas vezes, “*enredado nos destroços*” (SULLIVAN, 1986e – tradução minha) e outra reportagem, do jornal O Globo, conta que os pesquisadores tentaram, “*sem êxito, fazer o ‘Jason Jr.’ entrar no transatlântico por uma de suas escotilhas*” (EXPLORADORES..., 1986).

O Robô Tatuí também foi concebido como um protótipo e, para muitos, continuou sendo referenciado dessa forma mesmo após ser aprovado nos testes e entrar em operação. O robô observador fazia parte do processo de aprendizado para a posterior construção de um robô maior, com braços manipuladores. Dizia uma reportagem da época que “*futuramente, em uma segunda etapa do contrato, está prevista a fabricação de **um segundo robô de porte maior** que terá dois braços*” (PETROBRÁS DESENVOLVE..., 1986 – grifos meus). Esse robô maior não chegou a ser construído. O grupo de robótica da UFRJ fez uma proposta de adaptação de um braço mecânico funcional ao robô que foi apresentada à Petrobras (COPPETEC, 1987), mas não foi realizada, e, posteriormente, realizou pesquisas com o próprio robô Tatuí sobre a adaptação de um braço passivo para a realização de medições (HSU et. al., 1994).

À época em que foram construídos, tanto o Jason Jr. quanto o Tatuí seriam enquadrados na mesma categoria de RCV ou robôs de observação. Pelos critérios adotados hoje em dia, no entanto, eles seriam enquadrados em categorias distintas. Enquanto o Jason Jr. foi descrito como pesando 150 libras (68 kg) e tendo o tamanho de um “*cortador de grama*” (DROGIN, 1986a), o que o colocaria na categoria de um OCROV, o Tatuí tinha um peso de 250 Kg e dimensões de 1,50 m de comprimento, 1 m de largura e 70 cm de altura (TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 205), o que o classificaria como MSROV.

Uma grande diferença entre os dois era a forma de lançamento na água e de onde eles eram controlados. O Jason Jr. operava em conjunto com o submersível tripulado Alvin. O Alvin era lançado ao mar a partir de um navio de apoio ao qual era ligado por um cabo umbilical. O Jason Jr. era lançado ao mar e controlado pelo submersível Alvin, ao qual era ligado por um cabo umbilical, um sistema semelhante ao conjunto Argo/Jason mostrado na figura 2.10. Este sistema é compatível com o tamanho reduzido do Jason Jr. e com o objetivo científico de sua missão. Para a indústria de petróleo seria inviável em termos de custo manter diversos submersíveis tripulados em operação, sendo muito mais vantajoso comandar os ROVs a partir da superfície.

O ROV Tatuí utilizava um sistema diferente, o mais comum hoje em dia para robôs de seu tamanho (MSROV), que consiste no lançamento vertical a partir do navio de apoio, dentro de uma gaiola conectada por um umbilical a este navio. Uma vez atingida a profundidade desejada, o robô é lançado a partir da gaiola, ao qual fica conectado por outro umbilical (figura 2.13).

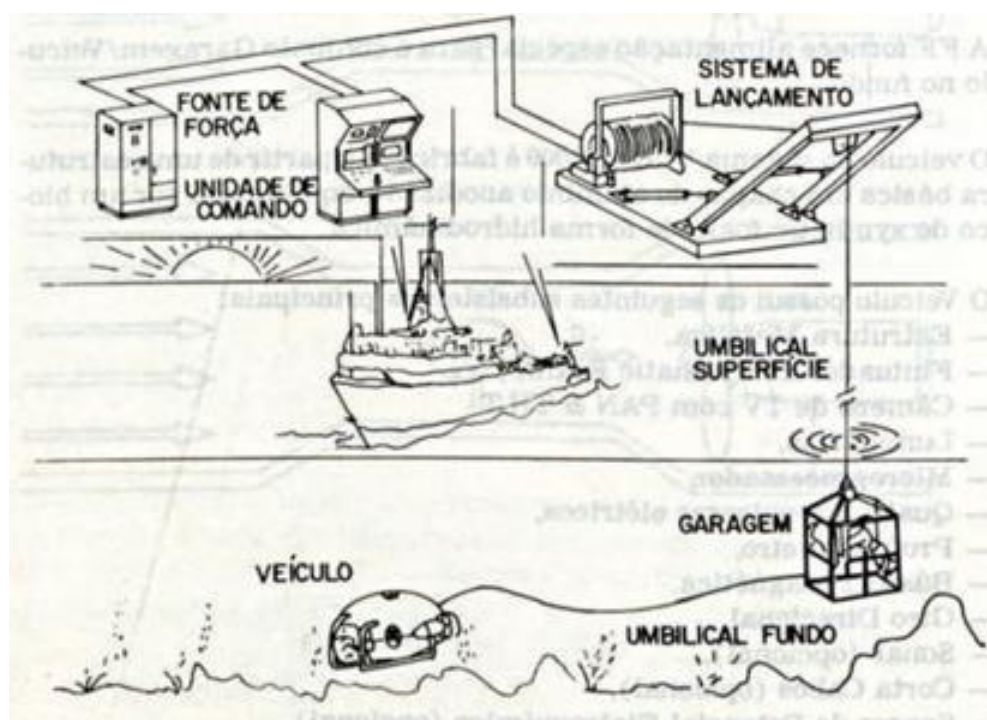


Figura 2.13 – ROV Tatuí operando a partir de um navio de apoio.

Fonte: TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 204

O controle é feito a partir do navio de apoio, com a comunicação sendo realizada através destes umbilicais. Este sistema permite a utilização de umbilicais distintos adaptados aos problemas particulares de cada situação. O

umbilical de superfície tem de ser adaptado a diferentes pressões e também à força de arrasto exercida pelas correntes marinhas existentes entre a superfície e o fundo. Já o umbilical de fundo pode ser adaptado à pressão na qual o robô vai trabalhar.

2.13 - CONSUB

A Petrobras “vai acertar, para as próximas semanas, o estabelecimento de um outro contrato, com uma **pequena empresa carioca**, para a construção de dois protótipos de veículos a controle remoto (VCR)” (PETROBRÁS CONSTRUIRÁ..., 1986 – grifo meu). A reportagem fala da CONSUB e a descreve como uma “pequena empresa carioca” e é difícil não percebê-la desta forma na época. A utilização desta categoria “*‘Tamanho’ cria uma unidade, um todo que torna simples e combinável a complexidade e a heterogeneidade não só de uma empresa mas de todo o processo econômico*”, porém, “*é um matematismo que supõe, para o seu cálculo, empresas com fronteiras bem delimitadas que identificam claramente o que está dentro e o que está fora delas*”. (MARQUES e SEGRE, 2003, p. 348).

A categorização da CONSUB a partir dos seus dados numéricos no ano de sua criação, 1983, funcionando em um “*edifício cinzento numa rua de Bonsucesso, na Zona Norte do Rio de Janeiro*” (CALIFE, 1991), com seus “6 empregados e US\$ 50,000 de faturamento”⁵¹ anual (CNI, 2013), a coloca inevitavelmente no rol de pequena empresa. Segundo uma reportagem, a empresa foi fundada por Paulo Tupinambá com o dinheiro da venda de um carro e o fundo de garantia recebido após ele ter deixado um “*confortável posto de gerente de projetos na Subaquática Engenharia*”⁵² (FERREIRA, 2009).

Porém, não é possível desenvolver um robô submarino sem fazer parte de uma rede muito maior. A empresa tem de ter acesso a componentes como “*câmeras de TV submarinas, cabos e conectores especiais, motores submersíveis, manipuladores eletromecânicos estanques, e outros*

⁵¹ Disponível em <http://www.gruposynthesis.com.br/pt/historico>, Acessado em 05 Jul. 2018.

⁵² Tupinambá em seu depoimento contou uma história um pouco diferente, com a CONSUB sendo criada a partir da divisão de projetos da Subaquática, que durante algum tempo foi a maior cliente da nova empresa (TUPINAMBÁ, 2018, p. 9,14).

componentes e subsistemas desenhados especificamente para utilização em grandes profundidades oceânicas” (TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 196-197). Num país “*onde a engenharia submarina*” encontrava-se mais desenvolvida, como os EUA, existiam já naquela época “*diversos fabricantes*” destes equipamentos, o que tornava a produção de um ROV, “*basicamente, um trabalho de integração*” (TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 196-197). “*Cabe ao projetista de um ROV, nesse caso integrar adequadamente tais componentes de modo a obter o nível de desempenho desejado*” (TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 196-197).

O governo brasileiro daquela época, porém, adotava uma política de “substituições de importações”, o que criava grandes dificuldades para que a CONSUB se integrar nesta rede já criada internacionalmente. No Brasil, “*até o início do programa VCR, inexistia um mercado de componentes e subsistemas, de forma que o desenvolvimento do robô brasileiro necessariamente passou pelo desenvolvimento de diversos itens básicos*” (TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 196-197). Sem poder se integrar à rede internacional, a saída era construir sua própria rede, o que só era possível com a participação de um parceiro muito maior como a Petrobras. Com a ajuda da Petrobras, outras empresas se juntaram à rede e se capacitaram para produzir partes do robô, entre elas: câmera de TV submarina com sensibilidade aumentada, motores elétricos submersíveis, blocos de espuma de flutuação, hélices de perfil simétrico e alta rotação, luminárias halógenas submarinas, domos de acrílico hemisféricos de grande espessura e umbilicais eletromecânicos (TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 198).

Outras empresas nacionais⁵³ de maior porte participavam (e até mesmo dependiam) de projetos da Petrobras, inclusive no PROCAP, como mostra a comemoração do vice-presidente do grupo Villares, Carlos Villares, após assinar um contrato com a empresa para desenvolvimento e produção de Árvores de Natal Molhadas, onde afirmava que: “*agora somos sócios da Petrobrás*” (LOBO, 1986). A “*frase reflete a história de boa parte da indústria*

⁵³ “Até 1988, a nacionalidade de [...] pessoas jurídicas era dada, em sede ordinária, pelo Art. 60 do Dec. Lei 2.627/40, mantido em vigor pela Lei. 6.404/76: ‘São nacionais as sociedades organizadas na conformidade da lei brasileira e que têm no país a sede de sua administração’” (BARBOSA, 1996, p. 2)

nacional – e também de muitas multinacionais que aqui se instalaram – que seguem o rastro dos projetos da Petrobras” (LOBO, 1986). Isso mostra o importante papel desempenhado pela Petrobras na manutenção do parque industrial brasileiro e na realização do Projeto Nacional Industrial.

2.14 - PAULO TUPINAMBÁ

O maior capital de Tupinambá, porém, era a rede de contatos que ele havia começado a construir alguns anos antes, quando fazia mestrado na Universidade de São Paulo (USP). *“A rede de contatos, construída na academia e no setor privado, fizeram a diferença”* (FERREIRA, 2009).

Buscando seguir os passos do físico Paulo Tupinambá (formado pela USP em 1974) vamos encontrá-lo em 1978 terminando o curso de mestrado em Oceanografia Física na USP e, no mesmo ano, realizando uma especialização no internacionalmente prestigiado Woods Hole Oceanographic Institution⁵⁴ (WHOI)⁵⁵, o mesmo instituto que mais tarde construiu o Jason Jr. e realizou a expedição que encontrou o Titanic (DROGIN, 1986a, 1986b; HILTS, 1986a, 1986b; KEVLES, 1986; SMOLLAR, 1986; SULLIVAN, 1985a, 1985b, 1985c, 1986a, 1986b, 1986c, 1986d, 1986e, 1986f, 1987; SUBMARINO BUSCARÁ..., 1985; CONSUB..., 1986; RESGATE..., 1987). Oito anos após sua passagem pelo WHOI, ter seu nome associado a essa instituição conferia prestígio a uma empresa que pretendia construir o primeiro robô submarino brasileiro (CONSUB..., 1986).

Logo após voltar ao Brasil, Tupinambá pôde pôr em prática seus conhecimentos participando, como pesquisador da USP, do desenvolvimento e testes do *“único batiscafo do Brasil produzido em uma universidade”* (figura 2.14), o BATISUSP⁵⁶ (TUPINAMBÁ, SOUZA e MESQUITA, 1979; MESQUITA, 2000, p. 118; SOARES, 2003; SALEH, 2009). Realizar um desvio da história da CONSUB para contar a história do BATIUSP é plenamente justificável, pois é

⁵⁴ Disponível em: <<http://www.whoi.edu/>>, Acessado em 01 fev. 2018

⁵⁵ Informações do perfil de Paulo Tupinambá no LinkedIn, disponível em <<https://br.linkedin.com/in/viewpaulotupinambaprofile>>, Acesso em 01 fev. 2018

⁵⁶ O nome original dele era Minus, segundo Paulo Tupinambá (2018, p. 1).

possível traçar muitos paralelos entre a história deste batiscafo e a história do robô Tatuí.

Um batiscafo é um veículo submersível, composto basicamente de uma cabine sustentada por flutuadores, utilizado em aplicações científicas e militares para levar pessoas ao fundo do oceano sem que sofram os efeitos da pressão. O primeiro veículo deste tipo foi construído pelo inventor suíço Auguste Piccard após a Segunda Guerra Mundial.

Piccard se tornou mais conhecido por ter projetado o batiscafo Trieste, que em 1960 levou seu filho, Jacques Piccard, e Don Walsh (oceanógrafo e oficial da Marinha dos EUA) às Fossas Marianas, o ponto mais profundo da superfície do planeta, com uma profundidade de cerca de 10.900 metros⁵⁷ (MESQUITA, 2000, p. 118). A descida durou 5 horas para que os pesquisadores ficassem apenas 20 minutos no fundo do oceano⁵⁸.

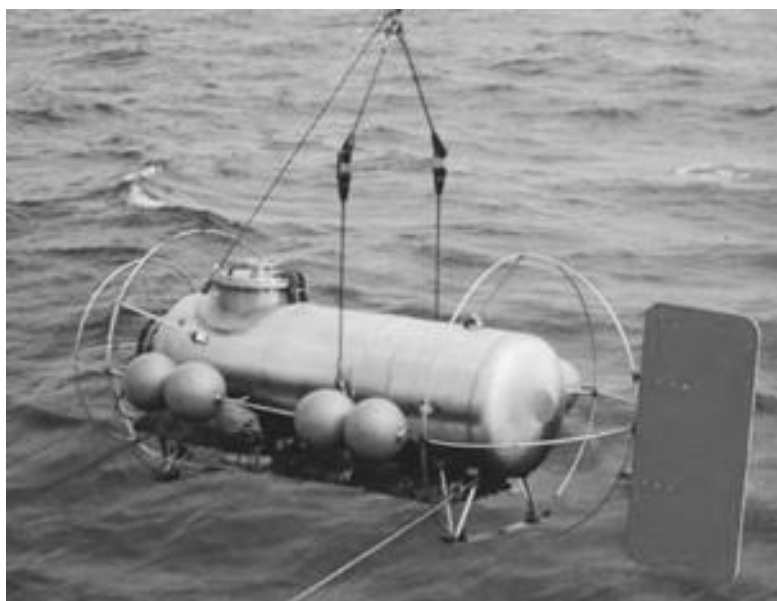


Figura 2.14 – Batiusp (MESQUITA, 2000, p. 126)

O projeto do batiscafo da USP surgiu a partir de um acidente que colocou em risco os dados coletados ao longo de meses por um experimento montado no meio do oceano Atlântico, a cerca de mil quilômetros da costa brasileira. Esse experimento fazia parte de um programa de pesquisas de 15

⁵⁷ Disponível em <<https://en.wikipedia.org/wiki/Bathyscaphe>>, Acessado em 2 Fev. 2018

⁵⁸ PICCARD, J. Man's Deepest Dive. Originalmente publicado em Agosto de 1960 na National Geographic magazine. Disponível em <<http://www.deepseachallenge.com/the-expedition/1960-dive/>>, acesso em 2 Fev. 2018.

anos de duração (1967-1982), o GARP (*Global Atmospheric Research Programme*), promovido pela organização intergovernamental *World Meteorological Organization* (WMO)⁵⁹ (ROBERTS, 1975, p. 35-36).

Entre janeiro e julho de 1979, estava sendo realizada no litoral brasileiro a Primeira Experiência Global do GARP (FGGE - *First GARP Global Experiment*), com a participação de pesquisadores do *Lamont Doherty Geological Laboratory* da Universidade de Columbia (EUA) e a coordenação do professor Afrânio Rubens de Mesquita do Instituto de Oceanografia da USP (IOUSP) (MESQUITA, 2000, p. 118; SALEH, 2009). O experimento consistia na instalação de dois “*marégrafos*” (aparelhos usados para medir o nível do mar), presos a boias, em dois pontos ao longo da linha do Equador: um em frente à cidade de São Luís do Maranhão e o outro nos rochedos de São Pedro e São Paulo (SOARES, 2003).

A montagem deste laboratório oceânico exigiu para a realização do experimento a mobilização, além dos equipamentos (marégrafos e boias), de dois institutos de pesquisa (IOUSP e *Lamont Doherty Geological Laboratory*), da Marinha Brasileira, do Navio Oceanográfico Prof. Besnard da USP e dos navios Alnte Saldanha e Alnte Câmara, da Marinha Brasileira.

A estabilidade desta rede, porém, foi comprometida ao final do experimento, devido a falhas nas boias que prendiam e indicavam o posicionamento dos marégrafos. A boia mais próxima do litoral “*se soltou e foi encontrada próxima ao estado da Flórida (EUA)*” (SALEH, 2009). O estudo poderia continuar apenas com os dados do outro marégrafo, porém este se soltou da boia que o mantinha próximo da superfície, fazendo com que o equipamento e “*os preciosos dados para o conhecimento da circulação oceânica equatorial*” (MESQUITA, 2000, p. 118) fossem depositados no fundo do mar, a uma profundidade de cerca de 100 metros.

A finalização do experimento, com a recuperação do marégrafo e seus “*preciosos dados*”, exigia a re-estabilização da rede, o que só seria possível através da mobilização de novos atores. A utilização de mergulhadores foi

⁵⁹ Disponível em <https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Atmospheric_Research_Program>, consultado em 02/02/2018

descartada, pois a profundidade implicaria num longo tempo de mergulho, com “altos custos operacionais de mergulhadores e câmaras de descompressão” (MESQUITA, 2000, p. 118), sem contar que as águas locais eram “infestadas de tubarões” (MESQUITA, 2000, p. 118). Segundo Mesquita (2000, p. 118-119), “a ideia de construção de um batiscafo para a recuperação de dados surgiu, floresceu e foi aprovada nos testes”.

A partir desse acidente, então, foram mobilizados dois pesquisadores do IOUSP, Paulo Mancuso Tupinambá e José Mário Conceição de Souza, que fizeram o projeto do veículo. O financiamento do projeto foi realizado pela Finep e pelo Banespa. O projeto pioneiro também despertou o interesse de duas instituições, cujas atividades estavam ligadas ao mar: a Marinha do Brasil e a Petrobras (SOARES, 2003). Os dois projetistas continuaram a trabalhar na indústria náutica: Tupinambá fundou a CONSUB e Souza ingressou na Petrobras (SOARES, 2003).

A execução do projeto contou com a participação de sete empresas paulistas: Calderaria e Mecânica Inox Ltda (calandragem, solda argônio, solda elétrica, decapagem), Pronfer Ltda (fornecimento de aço-inox 304, corte e plasma), Niken Metalúrgica Ltda (tampos rebordeados), J.F. Basso Ltda (usinagem em geral), Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT) da USP (serviço especial de usinagem - mandriladora), Plastitécnica Ltda (visores acrílicos) e Imbel Ltda (radiografia de soldas) (TUPINAMBÁ, SOUZA e MESQUITA, 1979, p. 25). Pelas empresas participantes é possível perceber que o “índice de nacionalização do projeto” foi bastante elevado, o que não foi um problema, mesmo se tratando de um projeto pioneiro no país.

O projeto era bastante simples. Segundo Mesquita (2000, p. 119):

O BATIUSP foi construído em aço inoxidável, com forma cilíndrica, tampos rebordeados, dois visores de acrílico, respiração em circuito fechado com filtro em dióxido de carbono (CO₂), manômetro regulador de pressão interna, sistema telefônico para comunicação com a superfície através de cabo eletromecânico de sustentação, autonomia de quatro horas de operação a uma profundidade máxima de 100 metros, lastro de chumbo com liberação interna que permite que o batiscafo retorne livremente à superfície em caso de emergência, operação através de pau-de-carga, e foi projetado para um operador, (um mergulhador). [figura 2.15]

“Os testes do BATIUSP foram realizados [...] nos dias 24 e 25 de novembro de 1979 [...] até a profundidade de 200 metros sem operador e [...] até a profundidade de 30 metros, durante duas horas, com o operador” (MESQUITA, 2000, p. 119). Os resultados dos testes foram “todos considerados satisfatórios” (MESQUITA, 2000, p. 119) e o “equipamento teve sua eficácia comprovada, sendo utilizado em diversas ocasiões - mesmo sem recuperar os marégrafos de São Pedro e São Paulo” (SOARES, 2003).

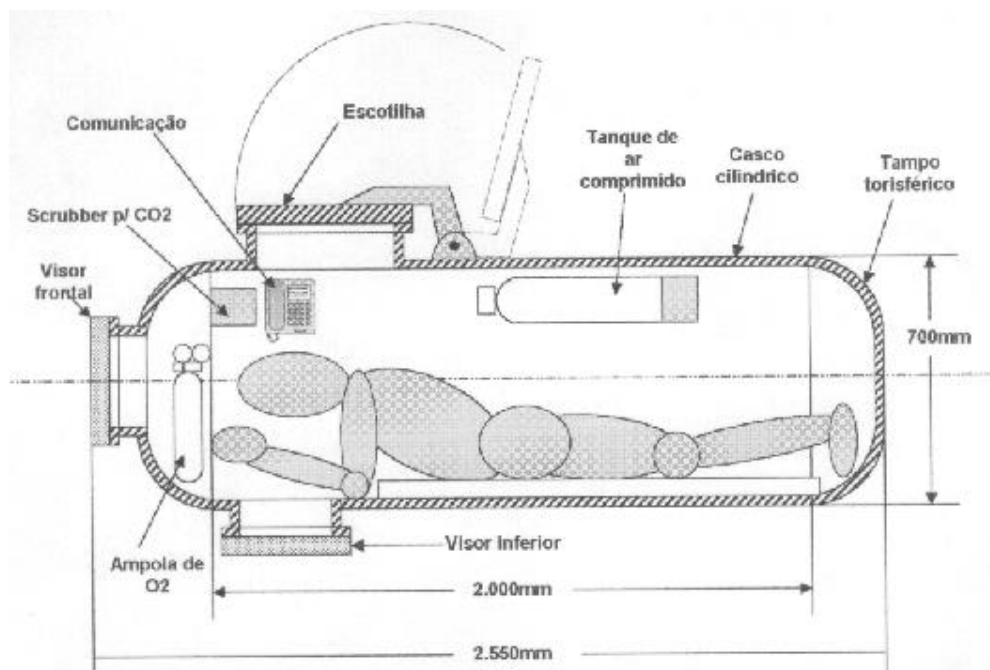


Figura 2.15 – BATIUSP. Fonte: TUPINAMBÁ, SOUZA e MESQUITA, 1979

O Batiusp não chegou a ser utilizado nos Rochedos de São Pedro e São Paulo devido às “condições de mar inadequadas”, durante o período de operação do navio Prof. Besnard na área (MESQUITA, 2000, p. 119). Mesmo não cumprindo com a finalidade pelo qual foi desenvolvido, o Batiusp é lembrado como um sucesso e, hoje em dia, está exposto no Museu Oceanográfico do IOUSP.

2.15 - DO BATISCAFO AO ROBÔ

Se a primeira investida de Paulo Tupinambá com o Batiusp foi considerada uma proeza de nível nacional, o robô submarino Tatuí é considerado por Furtado e Freitas (2004, p. 70-71), uma proeza de nível internacional, como se lê no trecho a seguir: “Era a primeira vez que uma

empresa nacional fabricava um robô submarino, com esse índice de nacionalização e operando a 1.000 metros de lâmina d'água. Tratava-se de uma proeza em nível internacional". Como foi citado anteriormente, em países como os EUA, onde já se produziam robôs submarinos capazes de atingir a grandes profundidades, diversos fornecedores de equipamentos já operavam no mercado, tornando o trabalho de projeto de um robô desse tipo, nas palavras de Temke e Ferreira (1990), "*basicamente trabalho de integração*".

Na época acontecia, em todo o mundo, uma reorganização das redes de produção desse tipo de equipamento. Robôs submarinos migravam do meio militar/científico para a indústria de petróleo, empresas migravam para perto dos novos consumidores para diminuir custos e a miniaturização dos componentes eletrônicos permitia a criação uma nova classe de equipamentos menores e mais fáceis de operar.

Para que esse processo continuasse as empresas de petróleo tinham de encontrar petróleo em profundidades maiores, nas chamadas águas profundas, e se convencer de que os custos de exploração eram vantajosos. A instabilidade do preço internacional do barril de petróleo teve efeito tanto de estimular com o aumento de preço dos choques de petróleo (1973 e 1979) quanto desestimular com o contrachoque de 1986.

Na década de 1980 as opções estavam abertas também sobre como o trabalho de exploração seria realizado nas águas profundas. Embora a manutenção e o apoio a equipes de mergulhadores fosse cara, era uma opção já estabilizada e testada, além de, até hoje, oferecer uma qualidade de trabalho não superada pelos seus concorrentes não humanos. Os limites para o trabalho humano foram explorados ao máximo até que se estabilizaram em 300 metros.

Havia também, à época, a concorrência de outras opções, como modificações do corpo humano às grandes profundidades (como ciborgues), trajes especiais de mergulho e pequenos submarinos tripulados. A rápida melhoria de qualidade dos robôs submarinos e a diminuição dos seus custos diminuiu o interesse por essas opções, permitindo o domínio do trabalho marinho – pelo menos em águas profundas – pelos robôs.

Em 1986, a Petrobras, pelo menos no caso do robô submarino, optou por não se integrar totalmente à rede que ligava às companhias petrolíferas e os fabricantes de equipamento, optando por desenvolver sua própria rede, protegida. Na construção dessa nova rede, a inclusão da CONSUB é plenamente justificada pela agregação de capital não monetário acumulado pelo seu diretor, Paulo Tupinambá, devido à sua ligação recente com a universidade e sua participação em um projeto de repercussão nos meios científicos e militares, sem contar o seu “cartão de visitas” de ter feito um curso no Woods Hole Institution, no auge da fama pelas recentes expedições ao Titanic.

3 - PERSPECTIVAS

O que determina o sucesso ou o fracasso de um produto tecnológico? Comumente esta pergunta é respondida a partir de perspectivas econômicas, técnicas, políticas ou sociais. Um produto fracassa, pois é caro de produzir para o mercado a que se destina (perspectiva econômica), ou o produto apresenta defeitos que fazem com que não atenda às necessidades de certo mercado (perspectiva técnica), ou determinada política governamental afeta a viabilidade do produto (perspectiva política), ou simplesmente não atende aos gostos e necessidades de certo mercado (perspectiva social). Como a fronteira entre essas perspectivas é flexível e de difícil determinação, não raramente a tentativa de explicação vem de uma mistura de perspectivas.

Este capítulo se propõe a discutir a eficácia relativa de cada uma destas perspectivas em explicar o sucesso/fracasso tecnológico/comercial de um robô submarino, um VOR (Veículo Operado Remotamente), construído para a Petrobras na década de 1980 e aposentado no início da década de 1990. Através deste caso se pretende explorar os limites e a validade de cada uma destas perspectivas, proposta esta que já foi utilizada anteriormente por Bai Gao em um capítulo do livro “The Laws of the Markets” no artigo “Efficiency, culture, and politics: the transformation of Japanese management in 1946-66” (GAO, 1998) sobre as mudanças de governança econômica no Japão do pós guerra.

Como visto anteriormente, em 1985, um Brasil “*sedento de petróleo*” (O DESAFIO..., 1985) descobriu, através da estatal Petrobras, grandes quantidades deste produto numa região inacessível do fundo do mar, que passou a ser genericamente chamada de “águas profundas” (com profundidade superior a 300 metros). Como nenhuma petrolífera explorava petróleo a essa profundidade, foi criado um programa de capacitação (PROCAP) para desenvolver a tecnologia necessária. Um dos projetos desse programa envolvia uma pequena empresa carioca (CONSUB), o centro de pesquisas da Petrobras (CENPES) e algumas universidades (PUC-RJ e UFRJ), visando desenvolver um robô submarino (VOR – veículo de operação remota – ou, no inglês, ROV – Remotely Operated Vehicle) de observação para auxiliar o

departamento de perfuração (DEPER) da Petrobras. O projeto deveria ser concluído em 18 meses, previa a construção de dois robôs e, após a validação, se iniciariam os estudos para a construção de um novo robô dotado de braços mecânicos.

O robô despertou inicialmente um grande interesse, tendo sido alvo de várias reportagens de jornal na segunda metade dos anos 1980. Em 1990, ele passou nos testes de operação (PETROBRÁS APROVA..., 1990), foi aprovado pelo DEPER e ganhou o apelido de Tatuí. A partir desse momento, porém, foi desaparecendo da imprensa e passou a ser apenas uma referência em trabalhos acadêmicos.

Em 1997 a CONSUB foi vendida a uma empresa norueguesa que passou a alugar seus VOR para a Petrobras. Enquanto os trabalhos acadêmicos (FURTADO e FREITAS, 2004; ORTIZ NETO, 2006; MORAIS, 2013) buscavam explicar o fracasso do VOR Tatuí⁶⁰, publicações voltadas para o público empresarial⁶¹ o citavam como o “*primeiro robô submarino do Brasil*” (CNI, 2013, p. 364), mas que era inviável comercialmente (DSND..., 2001; TUPINAMBÁ..., 2002)⁶².

3.1 - UMA HISTÓRIA DO ROBÔ / PERSPECTIVA TÉCNICA

Até agora, o relato mais elaborado do VOR Tatuí está num artigo publicado em 2004. Os dois autores, os economistas Adriana Gomes de

⁶⁰ Estes não são trabalhos exclusivamente sobre o VOR Tatuí, mas o citam como não tendo tido muito sucesso em termos técnicos. Existem outros trabalhos acadêmicos abordando algumas características técnicas do robô que não foram citados agora, pois não são relevantes neste ponto do texto.

⁶¹ Como exemplo uma publicação promocional da Confederação Nacional da Indústria e duas matéria da revista Brasil Energy, que se define em seu site como: “*Notícias diárias e análises exclusivas produzidos por nossa Redação especializada na cobertura dos principais fatos do setor energético brasileiro e de interesse da comunidade internacional atuante no país e no exterior. Foco nos segmentos de Petróleo, Energia, Gás, Renováveis, Biocombustíveis e Integração Energética com países vizinhos*”, disponível em: <https://loja.editorabrasilenergia.com/produto/brasil-energy-site-em-ingles-revista-anual/>, acessado em: 05 maio 2018

⁶² Matérias que citam o Tatuí na Brasil Energy: “*the first Brazilian ROV, Tatuí, which turned out to be noneconomically feasible*” (DSND..., 2001); “*The first national ROV prototype was the Tatuí, projected on order from Cenpes for Procap 1,000 in 1989. The Tatuí, however was not commercially viable*” (TUPINAMBÁ..., 2002).

Freitas⁶³ e André Tosi Furtado⁶⁴, publicaram diversos estudos, utilizando documentos internos da companhia, sobre os programas de capacitação tecnológica da Petrobras (os três PROCAPs). O robô não era o foco principal do trabalho deles, apenas um dos projetos selecionados como estudo de caso, e, no recorte que fizeram, sua história é contada como um misto de sucesso e fracasso:

Os equipamentos acabaram sendo abandonados (um perdeu-se e outro não funcionou). Não houve continuidade nas operações porque a Petrobras mudou a política de compra e passou a alugar os robôs ao invés de adquiri-los. O VOR não chegou a ser um fracasso tecnológico, porém foi certamente um fracasso comercial. (FURTADO e FREITAS, 2004, p. 70-71).

Furtado e Freitas, nesse trecho, apresentam a história do robô sob as perspectivas tecnológica e política. Embora os autores não atribuam o abandono do Tatuí ao seu mau funcionamento, o texto carrega alguma ambiguidade a esse respeito, mostrando como essas perspectivas se embaralham. Outros autores, que contaram esta história posteriormente, transformaram esta ambiguidade em uma inequívoca relação de causa e efeito. São os casos de José Benedito Ortiz Neto, em sua dissertação de mestrado (2006), e José Mauro de Moraes, no livro “Petróleo em águas profundas” (2013). Ambos se basearam em Furtado e Freitas como fonte para falar sobre o Tatuí. Isto pode ser verificado neste trecho de Ortiz Neto (2006, p. 98):

A empresa conseguiu entregar dois veículos para a Petrobrás. No entanto, a eficácia destes VORs ficou aquém do esperado, pois um deles se perdeu no mar e outro não funcionou. Tais deficiências fizeram a Petrobrás alterar sua política de compras: ao invés de comprar os VORs a empresa passou a alugá-los.

Ou neste trecho de Moraes (2013, p. 145):

Foram fabricadas duas unidades desse tipo de VOR, mas apresentaram deficiências no funcionamento: um dos equipamentos foi perdido no mar e o outro não funcionou; essas ocorrências determinaram o abandono do projeto. A partir dessa experiência, a PETROBRAS passou, durante um tempo, a alugar os ROVs em vez de adquiri-los.

⁶³ Adriana Freitas é professora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo e possui mestrado em Política Científica e Tecnológica e doutorado em Planejamento Energético, ambos títulos obtidos na Universidade Estadual de Campinas, sob a orientação de André Furtado.

⁶⁴ André Furtado é professor titular da Universidade Estadual de Campinas, com mestrado e doutorado em Ciências Econômicas na Université Paris 1 Pantheon-Sorbonne, PARIS 1, França.

Contar uma história implica em fazer escolhas, em fazer um recorte daquilo que se quer mostrar, porém o que fica de fora também contribui para configurar o objeto que se pretende retratar. Diferentes escolhas, diferentes recortes formam uma alternância entre singularidade e multiplicidade que configuram diferentes objetos, mas que não deixam de ser o mesmo objeto, como na expressão “*mais que um e menos que muitos*” (LAW, 2002, p. 3). Outras fontes, mesmo que não tratem diretamente do VOR Tatuí, nos levam a outra história do robô onde a perspectiva tecnológica se mostra menos importante no seu abandono pela Petrobras.

Antes de passar a outra história do robô Tatuí, porém, é importante deixar claro por que considero a perspectiva tecnológica insatisfatória como justificativa do fim do projeto Tatuí ou de qualquer outro artefato. Os processos, quer sejam chamados de desenvolvimento tecnológico ou de pesquisa científica, envolvem sucessivos aperfeiçoamentos, experimentos de tentativa e erro, até que se atinja, provisoriamente, um produto “acabado” ou um fato científico. É preciso ressaltar que não é possível falar de um “produto acabado”, pois o mesmo se transforma a medida que passa de mão em mão. Como afirma Law (2006, p. 48-49 – tradução minha), “*as tecnologias não se originam em um ponto e se espalham. Mas em vez disso, são passadas. Passadas de mão em mão. E, quando passam, são mudadas. Tornam-se cada vez menos reconhecíveis*”.

O desenvolvimento de um produto, em muitos casos, é antecedido pela construção de um protótipo, onde são testados conceitos e feitas melhorias até que se chegue a um ponto onde se considera o produto pronto para entrar em produção. Isso não quer dizer que o produto não tenha falhas, mas que os defeitos, quando conhecidos, não impedem que se tenha um produto funcional. Nos últimos anos, antecipando problemas legais, fabricantes têm reconhecido defeitos e promovido a troca de peças ou mesmo de produtos inteiros (*Recall* de produtos). Em outros casos, como na produção de softwares, os próprios usuários são envolvidos no desenvolvimento dos produtos. Como afirma Jiménez (2014, p. 381 – grifo meu), “*uma característica importante da prototipagem, neste caso, é a incorporação do **fracasso como uma realização legítima** e muitas vezes empírica*”.

Em alguns casos, um protótipo não chega a virar um produto por uma alegada impossibilidade de atender às suas especificações. Isso não pode ser aplicado ao caso do Tatuí, pois, embora este fosse um projeto pioneiro no Brasil, não era um projeto inédito no mundo. Já havia outros robôs submarinos em funcionamento que atingiam grandes profundidades, mas eram produtos caros que, por conta disso, eram usados principalmente em expedições militares e/ou científicas ⁶⁵ (SULLIVAN, 1985a; SWANN, 1985, p. 80; SMOLLAR, 1986). Em 1985 começaram a ser desenvolvidos, nos países industrializados, mini robôs mais baratos, cujo principal público alvo eram justamente as companhias petrolíferas (SWANN, 1985, p. 80).

3.2 - JULGAMENTO DE IRRACIONALIDADE

Ainda em relação à perspectiva tecnológica, Furtado e Freitas cometem um “julgamento de irracionalidade” (LATOUR, 2011, p. 281-288) como mais uma forma de demonstrar o fracasso (inevitável?) do projeto. Segundo os autores, a escolha de “**desenvolver robôs de observação não foi apropriada**, pois a tendência da indústria era de robôs versáteis capazes de observar e intervir simultaneamente” (FURTADO e FREITAS, 2004, p. 70 – grifo meu). Entre as dificuldades encontradas afirmava-se que “a equipe da Petrobras, que monitorava o projeto, não soube introduzir as mudanças de curso necessárias” (FURTADO e FREITAS, 2004, p. 70).

“Não haveria nenhum fator especial para descobrir **por que** as pessoas acreditam em coisas irracionais” – como a preferência por desenvolver um robô de observação ao invés de um robô manipulador – “se essa irracionalidade fosse simplesmente consequência de se estar olhando do lado de dentro da rede para o seu lado de fora – depois de omitir todos os recursos necessários para a existência, a expansão e a manutenção dessa rede” (LATOUR, 2011, p. 289 – grifo do autor). Esta sensação de “irracionalidade” advém da assimetria provocada pela posição do observador (acusador) em relação à rede na qual o comportamento “irracional” faz sentido. “Uma das maneiras de evitar a

⁶⁵ “Although biologists already plan to use the Jason Jr. and more advanced models to examine underwater thermal vents and other oceanic mysteries, the Navy clearly envisions military applications for the robots” (SMOLLAR, 1986)

*assimetria é considerar que 'uma crença irracional' ou um 'comportamento irracional' é sempre resultado de uma **acusação***” (LATOIR, 2011, p. 289 – grifo meu). Para aceitar esta “*acusação de irracionalidade*” – a escolha inapropriada – seria necessário acreditar também que a Petrobras não conhecia robôs manipuladores em 1986 ou não acreditava neles e/ou que o aperfeiçoamento do robô para se tornar um robô manipulador não estava previsto desde o início do projeto.

Não é muito difícil encontrar argumentos para desmontar a “causa” da acusação. A Petrobras “*importou um número significativo de robôs*” quando “*ensaiou seus primeiros passos rumo à exploração e produção de petróleo em águas profundas*” (TESTE..., 1987), segundo afirmou Antônio Cláudio Sant’Anna, coordenador do Projeto do Robô Submarino no CENPES, ao Jornal O Globo em 1987.

A Petrobras não estava desinformada sobre as potencialidades dos robôs submarinos e as necessidades de seus diversos departamentos. Em 1988, foi realizada uma pesquisa, publicada em um relatório interno, com “*especialistas e usuários da Petrobras, fabricantes de equipamentos submarinos e empresas operadoras de robôs submarinos*” (AZPIAZU e SANT’ANNA, 1988, p. 150) para conhecer as áreas de aplicação dos robôs nas operações offshore. Foram analisadas e descritas as peculiaridades tanto de VCR (Veículos de Controle Remoto – veículos menores usados principalmente para observação) quanto de VOR (veículos maiores dotados de manipuladores). Segundo Azpiazu e Sant’Anna, os “*VOR deverão também ser capacitados para executar as tarefas assinadas (sic) aos VCR. Porém é desejável efetuar o maior número de operações com os VCR, dado seu **menor tamanho e custo e simplicidade***” (AZPIAZU e SANT’ANNA, 1988, p. 150 – grifo meu).

O projeto do VOR Tatuí, porém, foi encomendado para ser utilizado pelo Departamento de Perfuração (essa informação se mostrará importante mais adiante neste texto). O que o estudo tinha a dizer sobre o suporte às operações de perfuração? Para estas tarefas, segundo Azpiazu e Sant’Anna, “*o veículo deverá possuir ferramentas que permitam remoção de detritos, limpeza, manipulação, colocação de lingadas e corte de cabos*” (AZPIAZU e

SANT'ANNA, 1988, p. 150). Estas tarefas são de “complexidade intermediária” podendo ser realizadas por “VCR de inspeção, desde que equipados com acessórios adequados” (AZPIAZU e SANT'ANNA, 1988, p. 150) ou por robôs de maior porte (VOR).

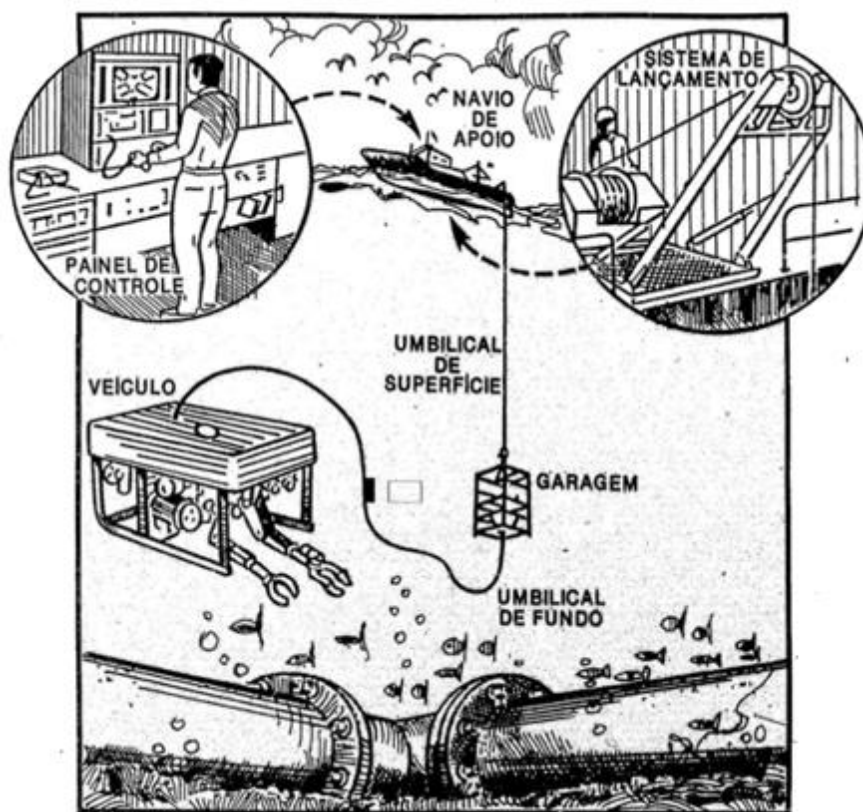


Figura 3.1 – Robô com manipuladores.

Fonte: PETROBRAS DESENVOLVE..., 1986

Portanto, no caso do robô para o departamento de Perfuração, a Petrobras buscou uma solução de menor custo/benefício. Ciente das dificuldades do projeto, optou por uma solução incremental, que buscava superar aos poucos as dificuldades para tentar desenvolvimentos mais ambiciosos. Sobre estas dificuldades iniciais, Antônio Cláudio Sant'Anna, coordenador do projeto do robô submarino no CENPES, numa matéria do Jornal O Globo em 1987, destacou que a empresa precisava dominar a tecnologia “de marinização”⁶⁶ (adequar produtos para a operação debaixo d’água) de motores elétricos e de câmeras de vídeo, e também o desenvolvimento de materiais flutuantes capazes de suportar pressões elevadas como as existentes no fundo do mar” (TESTE..., 1987). Ainda

⁶⁶ Tupinambá, no seu depoimento, falou sobre marinização de equipamentos (seção 4.9).

segundo Sant'Anna, *“Primeiro precisamos nos capacitar. Conhecer os problemas e tentar amortizá-los. Depois, sim, estaremos aptos a partir para o desenvolvimento do robô”* (TESTE..., 1987). Só então, se este primeiro projeto *“for bem sucedido, o Cenpes partirá para o desenvolvimento de um segundo robô, desta vez dotado de um braço mecânico que o habilitará a fazer pequenos reparos no fundo do mar”* (TESTE..., 1987).

O robô com manipuladores (figura 3.1), portanto, já estava sendo planejado desde o início do projeto Tatuí como um aperfeiçoamento do primeiro robô (PETROBRAS CONSTRUIRÁ..., 1986; PETROBRAS DESENVOLVE..., 1986; ANDERSON, 1986; MARTINS, 1987; MOTA, 1987), tanto que, em paralelo ao desenvolvimento do VOR de observação, o CENPES contratou a COPPE da UFRJ para pesquisar os problemas que estariam envolvidos no desenvolvimento de um VOR manipulador (COPPETEC, 1987; ROCHA FILHO, 1987).

É muito difícil, portanto, sustentar a “acusação de irracionalidade”, de que a escolha de desenvolver um robô de observação foi “inapropriada”, pois o DEPER optou por um tipo de robô que seria mais viável de fazer em curto espaço de tempo enquanto se ganhava tempo e experiência para desenvolver um robô mais complexo.

3.3 - PERSPECTIVAS POLÍTICA E ECONÔMICA

“Um punhado de homens de ciência bem posicionados pode pôr em debandada bilhões de outros. Mas isso só acontecerá enquanto eles estiverem dentro de suas próprias redes” (LATOUR, 2011, p. 283 – grifo do original). Os “julgamentos de irracionalidade” ocorrem a partir dos membros de uma rede em relação ao comportamento dos membros de outra rede. A rede de relações que ligava os pesquisadores de robôs, empresas de equipamentos, departamentos de perfuração, departamento de produção, diretoria, governo e economistas, se transformou desde que o projeto do robô Tatuí começou. A rede se desestabilizou e voltou a se estabilizar numa configuração em que já “não fazia sentido”, como se verá adiante no texto, a Petrobras investir dinheiro numa empresa nacional para continuar a desenvolver uma tecnologia nova. O

lugar de fala de Furtado e Freitas (e de outros que se seguiram, como ORTIZ NETO, 2006; MORAIS, 2013) se encontra nesta nova rede, o que torna “natural” enxergar como irracionais as escolhas de 1986. O estudo deste ponto de inflexão na rede pode dizer mais sobre as causas do insucesso e abandono do VOR Tatuí do que suas características técnicas.

Até aqui, este texto tentou mostrar os problemas que se encontram ao buscar as causas do abandono do robô Tatuí em uma perspectiva predominantemente técnica. Porém, embora a questão técnica chame mais atenção, outras perspectivas, mesmo que de forma superficial, também foram utilizadas. Em outro ponto de seu texto, Furtado e Freitas abordam questões políticas e econômicas que criaram dificuldades ao desenvolvimento do robô: “O elevado **índice de nacionalização** do projeto (94%) **levou** o fabricante nacional a contratar quatro empresas e quatro institutos de pesquisa nacionais para desenvolver e construir partes do equipamento” (FURTADO e FREITAS, 2004, p. 70, grifo meu). Antes de continuar, portanto, é necessário abrir a caixa-preta deste *índice de nacionalização* e descobrir como ele se relaciona a outras caixas-pretas como a *política de substituição de importações* e o *similar nacional*.

No capítulo 1, seção 1.10, já se abordou o assunto Substituição de Importações, o período que esta política foi aplicada no Brasil e como ela se relaciona com o PROCAP. Resta falar agora da relação desta política com o robô, similar nacional e índice de nacionalização.

Para que a Substituição de Importações funcionasse não bastava apenas incentivar a produção de um produto, era necessário também proteger a indústria da concorrência, muitas vezes desigual, de outros fornecedores (internacionais) com maior tradição no mercado. Uma das formas de fazer isso é a chamada lei do similar nacional (BRAGA, DÁVILA e VIZIOLI, 2013), onde o governo pode aumentar as tarifas de importação, ou mesmo proibir uma importação caso existissem um produto equivalente produzido no país.

O que faz um produto ser considerado equivalente a outro depende da correlação de forças, dentro do governo, entre os que defendem ou não a importação daquele produto. No obituário de Namir Salek, ex-diretor da Divisão

Industrial da CACEX (Carteira de Comércio Exterior do Banco do Brasil)⁶⁷ nos anos 1960 e 1970, o advogado André Araújo escreveu: *“Salek recebia muitos empresários todo dia [...] ele realmente atrapalhava a importação de qualquer equipamento com similar nacional, que às vezes não era tão similar, mas ele fazia isso para desenvolver a indústria nacional”* (ARAÚJO, 2010).

O primeiro PROCAP, portanto, colaborava duplamente com a política de substituição de importações, tanto pela diminuição da dependência do país em relação ao petróleo, quanto pela política de dar preferência a parceiros nacionais na compra e desenvolvimento de equipamentos. Segundo Ozires Silva, presidente da Petrobras em 1987, ao *“comprar mais de 90 por cento dos materiais e equipamentos no mercado interno, pode-se considerar completa a fase de substituição de importações”* (BRASIL QUER..., 1987).

Em outra reportagem, somos informados de que ao *“descobrir que os maiores campos petrolíferos brasileiros se encontravam em profundidades de 250 a dois mil metros”*, a Petrobras *“decidiu inserir os robôs na lista de equipamentos incluídos no programa de substituições de importações”* (TESTE..., 1987). O *“elevado índice de nacionalização”* mencionado por Furtado e Freitas era, portanto, uma exigência política na época do início do projeto do Tatuí e, antes de ser um problema, era divulgado, na época, como uma característica positiva do robô (PETROBRAS DESENVOLVE..., 1986; ANDERSON, 1986; MOTTA, 1987).

A frase *“o elevado **índice de nacionalização** do projeto (94%) **levou** o fabricante nacional a contratar quatro empresas e quatro institutos de pesquisa”* parece estabelecer uma relação de causa e efeito entre o índice de nacionalização e a subcontratação de parceiros para o desenvolvimento do projeto, ou seja, que este índice elevado teve como consequência (**levou**) a subcontratação de parceiros para desenvolver peças do robô.

Não se está afirmando aqui que o texto atribui o abandono do Robô Tatuí ao *índice da nacionalização* e às parcerias envolvidas em seu

⁶⁷ Órgão criado em 1953, no segundo governo Vargas, responsável pela concessão de licenças de importação de produtos. Disponível em <https://www.fgv.br/cpd/doc/acervo/dicionarios/verbete-tematico/carteira-de-comercio-exterior-do-banco-do-brasil-cacex>, acessado em 13/02/2020

desenvolvimento, porém os autores parecem indicar que esses fatores aumentaram o grau de dificuldade do projeto de forma que uma empresa do porte da CONSUB não poderia suportar, como insinua a continuação do texto: *“Era a primeira vez que uma empresa nacional fabricava um robô submarino, com esse índice de nacionalização e operando a 1.000 metros de lâmina d’água. Tratava-se de uma proeza em nível internacional”* (FURTADO e FREITAS, 2004, p. 70-71).

Pode se dizer, utilizando o vocabulário introduzido por Latour (2011, p. 32), que a segunda sentença (que fala da subcontratação de parceiros) funciona como uma *modalidade positiva* da primeira sentença (que fala do índice de nacionalização). *“Chamaremos de **modalidades positivas** as sentenças que afastam o enunciado de suas condições de produção, fortalecendo-o suficientemente para tornar necessária algumas outras consequências”* (LATOURE, 2011, p. 32 – destaque do original). O texto de Furtado e Freitas nos leva, portanto, a buscar as condições de produção de ambas as sentenças para desfazer esse elo de causa-efeito. Primeiro trataremos da questão dos parceiros para depois tratar do índice de nacionalização.

Um robô submarino, como o Tatuí, é formado por uma complexa combinação de peças que, não necessariamente, são específicas apenas daquele equipamento, podendo ter, portanto, um mercado próprio. São *“câmeras de TV submarinas, cabos e conectores especiais, motores submersíveis, manipuladores eletromecânicos estanques, e outros componentes e subsistemas desenhados especificamente para utilização em grandes profundidades oceânicas”* (TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 197). Por exemplo, uma câmera que trabalhe em alta pressão e baixa luminosidade não é exclusividade de veículos submarinos, podendo ser instalado em outros equipamentos que operem nestas condições. Segundo reportagem publicada no jornal O Globo, desde 1985 *“o mundo começou a despertar para a grande utilidade dos robôs submarinos”*⁶⁸, o que levou à criação de empresas

⁶⁸ A reportagem não explica o porquê deste despertar. Note-se que 1985 foi o ano da descoberta dos restos do navio Titanic, que foi visitado e filmado por um robô submarino numa expedição amplamente divulgada pela mídia mundial.

especializadas na produção de *“uma ampla linha de instrumentos, entre os quais câmeras de vídeo, manipuladores para pinos e válvulas, equipamentos de limpeza de plataformas e para verificação de resistência de materiais”, equipamentos estes adequados “às necessidades petrolíferas”* (TESTE..., 1987). *“Naqueles países onde a Engenharia Submarina encontra-se em um estágio satisfatório, o desenvolvimento de um ROV é, basicamente, um trabalho de integração”* (TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 196).

Tupinambá estranhou os números apresentados por Furtado e Freitas, pois segundo ele foram mais que quatro empresas que colaboraram no projeto. *“Teve muita empresa. Porque tínhamos muitos equipamentos que precisávamos terceirizar. Então teve guincho, estrutura metálica, eletrônica. [...] Vou dizer que teve mais muito mais de quatro empresas”* (TUPINAMBÁ, 2018, p; 21). Quanto às universidades, ele também não acha que foram quatro e houve diferentes formas de participação. Ele citou bastante a PUC e o ITA no seu depoimento. Quanto a UFRJ houve um contato que não resultou em cooperação direta entre a empresa e a universidade, assunto que será abordado na seção 3.4.

Além disso, a subcontratação de empresas e universidades para produzir partes do robô não era uma particularidade do projeto do robô submarino Tatuí devido a seu alto grau de nacionalização. A participação de empresas nacionais, universidades e do CENPES visava à disseminação da tecnologia para entidades sediadas no Brasil e de capital nacional, o que era uma política de governo e da Petrobras.

Não deve causar espanto que a CONSUB tenha procurado ajuda da universidade para desenvolver um projeto pioneiro e de grande envergadura. Como afirmou Marques (2000, p.95)⁶⁹, o *“trabalho de pesquisa empírica nas universidades consistia justamente em aprender a fazer esses misteriosos produtos, de tal forma que grupos de profissionais brasileiros adquirissem a capacidade de projetá-los”*.

⁶⁹ A referência fala sobre a indústria de computadores, mas também é aplicável a outros produtos tecnológicos.

3.4 - CONSUB, CENPES E COPPE

A participação de equipes de pesquisa da universidade e da própria Petrobras no projeto do robô submarino era algo previsto desde o início e fazia parte da lógica de desenvolvimento adotada pela Petrobras. No dia 13 de maio de 1986, já na primeira menção ao robô submarino e à CONSUB, que pude localizar em um artigo publicado no Jornal do Commercio, encontra-se a informação que a Petrobras estava negociando um contrato, a ser assinado nas semanas seguintes, “com uma **pequena empresa carioca**” (sem mencionar o nome de empresa) “para a construção de dois protótipos de veículos a controle remoto (VCR). Os veículos serão operados da superfície e realizarão medições em profundidades a mais de 400 metros” (os mil metros ainda não eram importantes, bastava ultrapassar o limite de 350 metros que a reportagem coloca como limite do mergulho humano) gerando imagens “transmitidas via TV” (PETROBRAS CONSTRUIRÁ..., 1986 – grifo meu). O Artigo já mencionava que o prazo seria de 18 meses e que o segundo protótipo seria “mais avançado” e teria “capacidade manipuladora” (PETROBRAS CONSTRUIRÁ..., 1986).

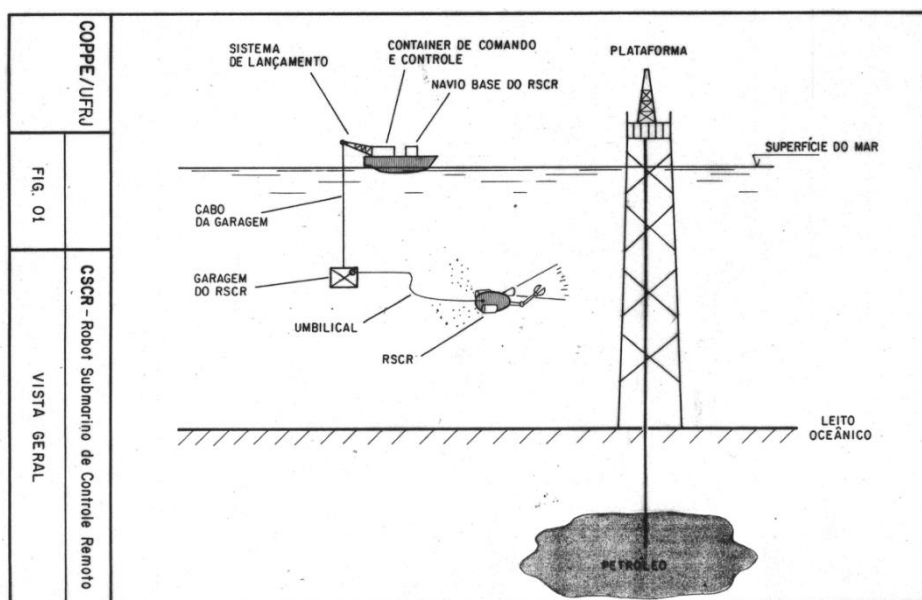


Figura 3.2 – Vista geral do robô submarino de controle remoto.

Fonte: COPPETEC, 1987, p.3

Pouco mais de um mês depois, no dia 25 de junho, a Folha de São Paulo publicou uma reportagem informando que a UFRJ “projeta agora para a Petrobrás um robô submarino destinado ao auxílio na exploração e

manutenção das plataformas em águas profundas” e completava dizendo que “todo projeto terá o acompanhamento dos técnicos da Petrobrás e da CONSUB, empresa encarregada da fabricação dos robôs” (UFRJ..., 1986). Uma inversão do que estava efetivamente sendo articulado e que acabou por acontecer, pois o robô foi projetado pela CONSUB, acompanhado diretamente pela Petrobras e, de forma mais indireta, pela UFRJ.

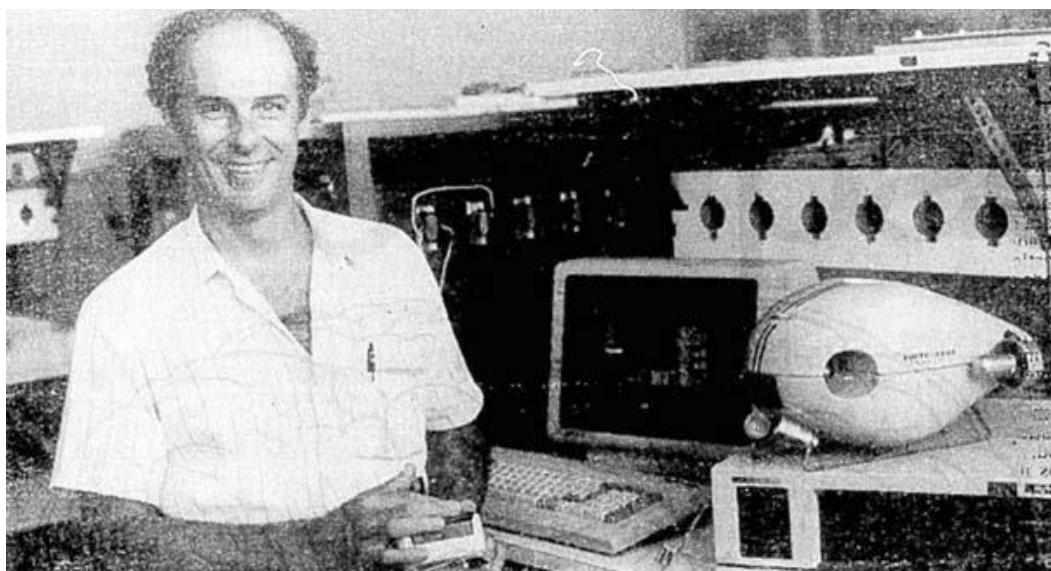


Figura 3.3 – Bevilacqua com o modelo reduzido da COPPE.

Fonte: COUTINHO et al, 1988

A relação entre a UFRJ e a CONSUB, porém, não foi o tempo todo cordial. A CONSUB, bem no início do projeto, convidou a COPPE para participar do desenvolvimento dos sistemas de motores e controle do robô submarino. Essa solicitação foi estudada pela COPPE e resultou numa proposta (SILVA, 1986) encaminhada à CONSUB em outubro de 1986, estipulando um custo e um prazo de onze meses.

A resposta da CONSUB não pôde ser localizada nos arquivos da COPPE, mas Tupinambá falou dela em seu depoimento: *“Não conseguimos nos entender [...]. Nunca dei aceite nesta proposta. [...] O preço que eles pediam era quase o preço do nosso contrato para fazer tudo. [...] Era um pouco exagerado. A gente precisava de uma coisa simples”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 22). Explicação bem parecida com a que ele havia registrado, em setembro de 1987, em carta enviada ao jornal do Brasil: *“a Coppe apresentou proposta*

totalmente inviável tanto em termos financeiros quanto em relação aos prazos” (TUPINAMBÁ, 1987).

Esta recusa, porém, não impediu a COPPE de dar sua contribuição, mesmo que indiretamente, ao desenvolvimento do robô. Em janeiro de 1987 a COPPE enviou diretamente à Petrobras uma proposta (COPPETEC, 1987) de oito meses de duração onde constavam cinco subprojetos: sistema de controle de navegação; sistema de propulsão; manipuladores; computação e instrumentação; e análise do cabo umbilical (figura 3.2).

A Petrobras aceitou a proposta e, em setembro de 1987, a COPPE já havia produzido e testado um protótipo (figura 3.3) – *“um robô submarino em modelo reduzido”* – e construído um simulador dos movimentos do veículo, resultados que foram expostos ao público no mesmo mês na Feira de Informática da SUSESU, em São Paulo (ROSA, 1987).

Seriam, portanto, dois projetos paralelos e independentes desenvolvendo dois robôs submarinos? Ou era o mesmo projeto, onde duas equipes independentes colaboravam através da interface de uma terceira equipe? Embora a CONSUB alegasse, em 1987, que a COPPE não participou do projeto do robô Tatuí (TUPINAMBÁ, 1987), as duas equipes de desenvolvimento tinham na equipe de robótica do CENPES um parceiro comum, por onde transitaram informações. Um diagrama da época (possivelmente 1988), encontrado no acervo de Ney Robinson sobre o grupo de robótica, mostra como a Petrobras se dava este trânsito de informações (figura 3.4).

É difícil negar que, para o público que acompanhava o projeto por matérias que saíam nos jornais ou na TV (ponto de vista que está sendo chamado neste texto de perspectiva social), pelo menos durante o seu desenvolvimento, o robô submarino da Petrobras era um grande sucesso, o que suscitou inclusive a controvérsia sobre se era um único projeto de robô ou dois projetos de robô simultâneos. Diversas reportagens foram publicadas na década de 1980, algumas sobre o robô da CONSUB (PETROBRAS CONSTRUIRÁ..., 1986; UFRJ..., 1986; CONSUB..., 1986; PETROBRAS DESENVOLVE..., 1986; ANDERSON, 1986; MARTINS, 1987; MOTTA, 1987;

ROBÔ..., 1987; TESTE..., 1987; COUNTINHO et al., 1988; MOTTA, 1988; PETROBRAS APROVA..., 1990; CALIFE, 1991; EMPRESA..., 1992; DEMETRIUS..., 1992; FABRIANI, 1995), outras sobre o protótipo de COPPE (UFRJ..., 1986; MARTINS, 1987; MOTTA, 1987; ROBÔ..., 1987; ROCHA FILHO, 1987; COUNTINHO et al., 1988)⁷⁰.

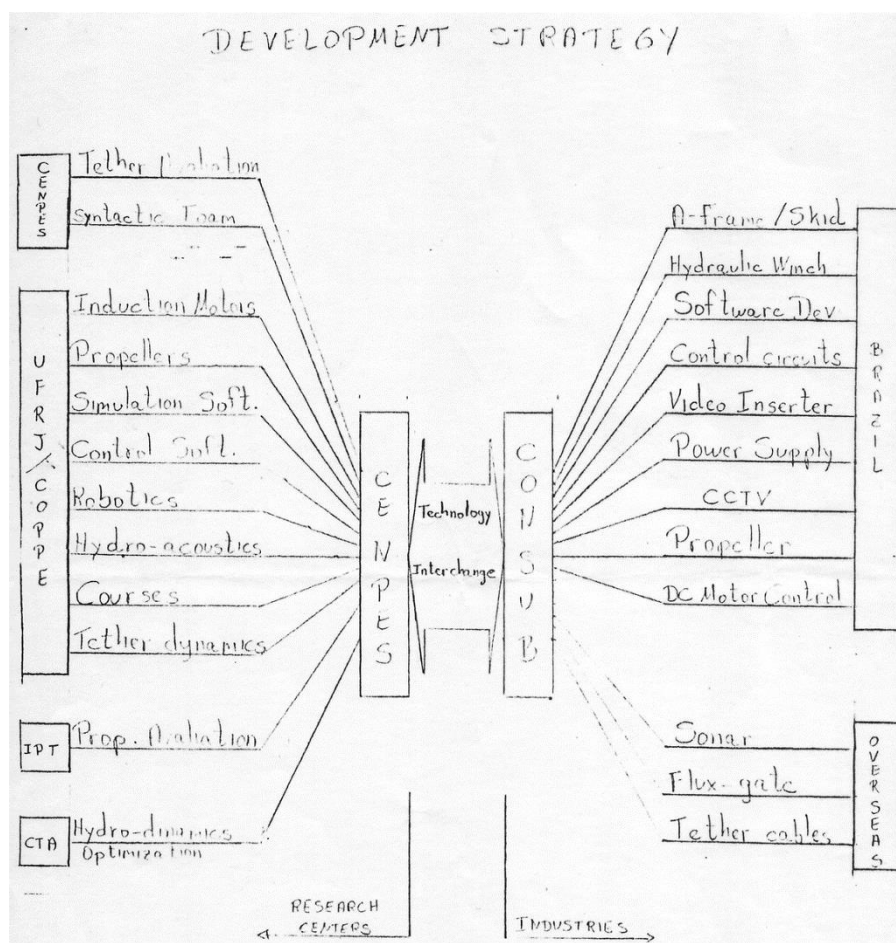


Figura 3.4 – Estratégia de desenvolvimento. Fonte: “Development Strategy”, acervo pessoal de Ney Robinson, 1988?

A divergência (ou controvérsia) se tornou pública após uma reportagem publicada no Jornal do Brasil em julho de 1987 que falava do robô que estava sendo construído para a Petrobras. A reportagem contava corretamente que a CONSUB estava “*encarregada de projetar e fabricar a máquina*” (ROBÔ..., 1987) e apresentava uma foto (figura 3.5) da equipe de desenvolvimento em seu laboratório com algo que parecia ser o robô. Tupinambá conta que o suposto robô era “*um bloco de isopor tentando simular o flutuador. [...] Isso aqui não é o robô mesmo. Isso aqui nós estávamos tentando bolar a*

⁷⁰ Exceto por ROCHA FILHO, 1987, a CONSUB é citada nas reportagens que citam a Coppe.

configuração. É tudo de isopor só para a gente” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 25). A reportagem, porém, dava igual destaque às pesquisas de robótica realizadas pela COPPE, inclusive entrevistando um pesquisador, o que, no entender de Tupinambá, fazia parecer *“como se ela [a COPPE] estivesse desenvolvendo o Tatuí para nós [CONSUB]”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 22).

A CONSUB precisava ter credibilidade no mercado para montar a rede de fornecedores, porém era uma empresa nova, *“um pessoal ali em Bonsucesso”,* e a equipe de desenvolvimento *“era um grupo pequeno. A CONSUB devia ter, sei lá, naquela época 80 funcionários. [...] Era muito mais fácil as pessoas acharem que era a Coppe que estava fazendo as coisas do que nós [CONSUB]. Isso causou um extremo prejuízo”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 22).

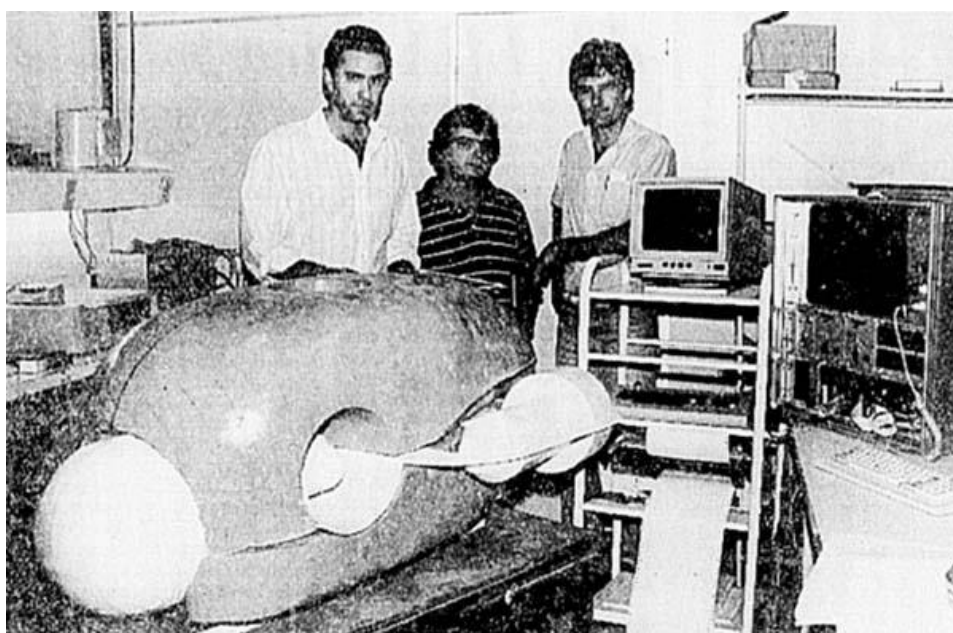


Figura 3.5 – Equipe da CONSUB com modelo em isopor e fibra. Fonte: ROBÔ..., 1987

A reação de Tupinambá foi enviar uma carta de protesto ao Jornal do Brasil que foi publicada no dia 14 de setembro. Na carta ele afirmava que a COPPE ***“não teve qualquer participação no desenvolvimento do robô submarino VCR em questão, o qual é um resultado do trabalho conjunto da Petrobrás/Cenpes, Consub e diversas pequenas empresas brasileiras com o apoio da Finep”*** (TUPINAMBÁ, 1987 – grifo meu). O diretor da COPPE da época, Luiz Pinguelli Rosa, por sua vez, escreveu uma réplica publicada no dia 20 de setembro, onde afirmava que a ***“Coppe participa do projeto de robô***

para inspeção e operação, através de um convênio já em vigor com o Centro de Pesquisa da Petrobrás (Cenpes) e não com a Consub” (ROSA, 1987 – grifo meu).

A discussão não se deteve somente na participação ou não da COPPE no projeto do robô submarino. Na sua carta Tupinambá estabeleceu uma fronteira entre as duas instituições dizendo que a ligação da COPPE com a Petrobras se limitava a *“futuros desenvolvimentos na área de robótica submarina sem [a Coppe] ter tido, porém, até o presente momento, qualquer participação no programa VCR, em curso desde julho de 1986”* (TUPINAMBÁ, 1987). Esta informação foi contestada por Pinguelli, que afirmou que a Coppe já havia fechado contrato com a Petrobras e que como resultado já havia *“um robô submarino em modelo reduzido já funcionando e testado sob a água e a simulação em tempo real do movimento do veículo”* (ROSA, 1987).

A citação do “modelo reduzido” da COPPE não serviu para acalmar os ânimos. A CONSUB ainda se encontrava na fase de projeto do seu protótipo e ainda não tinha *“nada”* para mostrar ao público. *“A gente não tinha nada ainda. Tinha umas placas de circuito feias para caramba. Um bloco de isopor tentando simular lá o flutuador [figura 3.5]. Era feio para caramba. Um negócio meio mal ajambrado”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 25). Já a COPPE tinha um modelo reduzido (figura 3.3), básico, utilizado para testes de controle, com enorme valor na pesquisa científica, mas muito longe de um produto acabado.

A frase, porém, quando lida por um público leigo, poderia levar a interpretação que a universidade já teria um robô “quase” pronto, prestes a entrar em operação. Isso explica o clima “quente” da discussão, onde havia em jogo a credibilidade tanto da CONSUB (que precisava construir e manter sua rede), quanto da universidade (na luta para conquistar verbas para manter seus projeto de pesquisa)

Tupinambá, que antes de CONSUB trabalhou como pesquisador da USP e do *Woods Hole Institute*⁷¹, também resolveu discutir o papel das universidades no relacionamento com a indústria. Citando a proposta de colaboração recusada pela CONSUB, criticou o preço e o prazo proposto pela

⁷¹ O que foi abordado no capítulo anterior

COPPE, que, no seu entender, *“pareceu estar em total desacordo com a razão de ser dessa instituição”* (TUPINAMBÁ, 1987).

Essa crítica direta abriu espaço para que Pinguelli delimitasse o espaço da empresa e da universidade, a partir da ótica da universidade, afirmando que a *“atividade de uma universidade não pode ser estabelecida por critérios específicos de uma empresa, no caso a Consub. A pesquisa universitária visa o avanço do conhecimento, nem sempre compatível com prazos de execução de projetos industriais”* (ROSA, 1987).

Pinguelli continua dizendo que cabe *“à Consub, como empresa, a execução de um protótipo que funcione conforme as especificações, com maior ou menor eficiência em função dos custos e dos prazos que dispõe”* (ROSA, 1987), ou seja, a empresa deve gerar um produto viável dentro dos prazos e custos estabelecidos pelo cliente (ou por uma entidade mais ou menos difusa chamada “mercado”). Por outro lado, segundo Pinguelli, cabe *“à universidade a criação de projetos com nível teórico e experimental compatíveis com a formação acadêmica dos professores e estudantes de pós-graduação que participam de tais projetos”* (ROSA, 1987), ou seja, a universidade não existe para criar produtos acabados, mas para gerar e difundir conhecimentos.

Com esta frase, foi reforçada, de forma um tanto simplificada, uma fronteira difusa entre o trabalho de pesquisa e desenvolvimento realizado pelas empresas e pelas universidades. Esta simplificação, possivelmente, foi uma resposta à acusação de Tupinambá de que a COPPE estaria em *“desacordo”* com sua *“razão de ser”*. O problema da fala de Pinguelli, porém, é que ela passa a impressão de que a universidade trabalha apenas para si, descolada do resto da sociedade, o que é, no mínimo, uma contradição com a participação da COPPE no projeto da Petrobras.

O papel da pesquisa universitária foi abordado também pelo professor Bevilacqua, chefe do projeto do robô da COPPE, em outra carta ao Jornal do Brasil. Segundo ele, as pesquisas realizadas pela COPPE *“têm por objetivo o avanço do conhecimento científico básico e aplicado, abrangendo os seguintes tópicos: controle e simulação de navegação, propulsão e acionamento, comunicação e instrumentação, desenvolvimento de um modelo de*

manipulador mecânico e análise mecânica do cabo umbilical” (BEVILACQUA, 1988).

Esta nova carta, publicada em 29 de janeiro de 1988, foi motivada por outra reportagem do Jornal do Brasil do início daquele ano, onde apareciam unificados, misturados, indistinguíveis, os projetos em curso na COPPE e na CONSUB. Segundo a reportagem, o robô da COPPE⁷² *“fará duas tarefas importantes: a de inspeção e a de manipulação mecânica no fundo do mar, como a abertura e o fechamento de válvulas e auxílio na montagem de plataformas submarinas”* (COUTINHO et al., 1988), ou seja, para a reportagem a COPPE estava desenvolvendo o produto final, aprofundando a confusão entre o modelo reduzido da pesquisa científica e o protótipo de um produto para o mercado.

Mas se a COPPE estava fazendo o produto final, qual seria o papel da CONSUB? Segundo a reportagem, no *“protótipo em construção pela Consub (Consultoria Submarina) serão acopladas garras que poderão fazer inúmeras operações, como lixar uma perna de plataforma ou pôr nela algum instrumento”* (COUTINHO et al., 1988), ou seja, para a reportagem a CONSUB estava fazendo o protótipo.

Antes que o diretor da empresa protestasse novamente, o professor Bevilacqua restabeleceu, através de sua carta, a delimitação dos papéis de cada instituição e de cada projeto. Segundo ele, a COPPE *“desenvolveu um **modelo de teste** de robô submarino para ser **operado em tanques de prova**. Este modelo já está em funcionamento e destina-se à **pesquisa básica e aplicada** na área de robótica submarina”* (BEVILACQUA, 1988 – grifos meus). Esta *“pesquisa básica e aplicada”* teve como produtos diretos, na COPPE, duas teses de mestrado (DOMINGUEZ, 1989; CUNHA, 1992) e alguns artigos (HSU et al., 1994, 1998, 1999, 2000; COSTA, 2000; CUNHA et al., 1991, 1993), que por sua vez também foram citados em outros trabalhos (CARNEIRO et al., 2006; GOULART, 2007). Já a CONSUB, *“por sua vez, **desenvolveu e fabricou**, utilizando **tecnologia própria**, um protótipo de robô submarino de inspeção, para operação em águas profundas, já testado com êxito no mar, na*

⁷² *“criado pelo professor Bevilacqua, com uma equipe formada por 12 professores e mais 10 pesquisadores e técnicos”* (COUTINHO et al., 1988).

*presença de técnicos da Petrobrás. Segundo fui informado a Consub está fabricando **duas unidades definitivas***” (BEVILACQUA, 1988 – grifos meus).

Um robô, dois robôs, muitos robôs (multiplicidade). Não se está negando aqui que a CONSUB construiu o "primeiro robô submarino brasileiro". O valor desta sentença, porém, mudou com o tempo. Hoje todos os envolvidos diretos reconhecem o Tatuí como este robô e tem orgulho de ter participado de seu desenvolvimento. Na época, porém, existiam diversos robôs. Havia para a CONSUB o robô que estava sendo construído pela empresa, o Tatuí. Para o DEPER havia um robô que teria de atender suas especificações, pouco importa se este robô era o protótipo da CONSUB, um robô importado ou, até mesmo caso tivesse sido construído para isso, o protótipo da COPPE. Para o CENPES importava aprender a construir e especificar robôs submarinos, e o conhecimento para isso veio tanto do protótipo da CONSUB quanto do modelo da COPPE. Para a COPPE importava também aprender os conceitos envolvidos no desenvolvimento de robôs submarinos, testar hipóteses, formar professores.

[H]á uma maneira muito mais interessante de encarar essa oscilação, essa tensão entre singularidade e multiplicidade [...]. É notar que os dois implicam um no outro. Que, por exemplo, [...] a singularidade sustenta-se precisamente, mudando incessantemente entre diferentes histórias - histórias que são, elas próprias, singularidades. Mas, ao mesmo tempo, isso significa, como é óbvio, que o fato de diferentes singularidades juntas também produzem multiplicidade. Juntos, eles estão encenando uma multiplicidade mais ou menos abnegada ou modesta - um adiamento, de fato, daquilo que não se diz como singular para assegurar a singularidade (LAW, 2002, P. 90)

Dito isso, ficam bem delimitados dois projetos e dois robôs distintos, porém com a ressalva que *“tanto a Coppe/UFRJ como a Consub contam com o apoio de Petrobrás”* (BEVILACQUA, 1988), ou seja, com esta ligação (apoio) da Petrobras as informações podem fluir em ambos os sentidos, unindo novamente os dois projetos e os dois robôs. Esta ligação foi também registrada nos trabalhos de tese de Dominguez (1989) e Cunha (1992) que incluíram agradecimentos ao *“CENPES/PETROBRÁS e à CONSUB Equipamentos e Serviços Ltda. pelas informações e dados relativos ao VOR Tatuí”* (DOMINGUEZ, 1989; CUNHA, 1992) em suas teses.

3.5 - PROTEÇÃO À INDÚSTRIA NACIONAL

*“O robô brasileiro não tem mais como competir com os estrangeiros em preço”, afirmava, em 1994, Paulo Tupinambá, diretor da CONSUB, que “em meados da década de 80 começou a desenvolver a tecnologia do equipamento, contratada pela Petrobrás dentro da política de **substituição de importações** e prioridade para o **similar nacional**, seguida pela estatal na época” (ADEODATO, 1994). Neste ponto se torna atraente que voltemos às perspectivas política e econômica para tratar de duas caixas-pretas. Substituição de importação e similar nacional e em como estas expressões eram traduzidas na política industrial vigente nas décadas de 1970 e 1980.*

Primeiramente, é preciso observar que esta política de governo não estava alheia a críticas, mesmo entre os defensores do incentivo à indústria nacional. Muitas críticas a esta política já se encontravam formuladas no trabalho de Maria da Conceição Tavares (1972) e uma parte delas está relacionada com a própria definição do que é um produto ou uma empresa nacional. O jornalista econômico Aloysio Biondi (1986), escreveu em sua coluna no Jornal O Globo que, desde o período JK até 1974, o Brasil adotou um *“modelo consumista”*, privilegiando a produção industrial de bens de consumo, descuidando *“da produção interna de bens básicos”*, ou seja, insumos, peças e equipamentos.

Como resultado foram criados no país *“Corredores de Importação”* onde *“as empresas multinacionais haviam montado linhas de produção [...] dependentes de importações de máquinas, peças e componentes, transformando suas ‘filiais’ brasileiras em grandes importadoras de itens produzidos no país-sede (ou em outras filiais)”* (BIONDI, 1986). Segundo Biondi, o benefício para o país deste tipo de industrialização, produzido por uma substituição de importações sem critérios, seria duvidoso. As empresas criadas eram meras montadoras, realizando serviços que agregavam pouco valor aos produtos. Já se vislumbrava, naquela época, que na *“cadeia de produção de todos os produtos **high-tech** [...] é evidente que a capacidade de adicionar valor se desloca para o que é feito nos postos de trabalho associados ao projeto e desenvolvimento”* (MARQUES, 2002, p. 62 – destaque no original).

Outro problema se tornou evidente com a primeira crise do petróleo (1973). Este modelo gerou um enorme desequilíbrio na balança comercial, o que levou o governo Geisel (1974-1979) a focar em programas de substituição de importações, porém, “*forçando investimentos para a produção daqueles itens [básicos, ou seja, insumos, peças e equipamentos] aqui dentro*” (BIONDI, 1986).

Considero importante destacar que, embora funcione como atenuante para o problema da balança comercial, apenas o programa de substituição de importações não resolve o problema da exportação de postos de trabalho mais qualificados para o exterior, pois as empresas multinacionais podem dar preferência a utilizar as estruturas de projeto e pesquisa já montadas em suas sedes, dentro da racionalidade empresarial, evitando uma duplicidade de esforços (e de custos).

No caso do robô Tatuí, porém, pode se dizer que os benefícios desta política (de Substituição de Importações) para o país foram maximizados, pois, além de se evitarem importações desnecessárias, a tecnologia utilizada no projeto e desenvolvimento do robô e de suas peças foi produzida no Brasil, em instituições sediadas aqui.

Observando o resto do artigo de Furtado e Freitas é possível constatar que a divisão de trabalho entre as empresas nacionais e universidades, ao contrário de ser um fator que contribuiu para o fracasso do robô, foi o que permitiu a materialização desses benefícios, pois “*em função de conhecimentos adquiridos na construção de robôs, o fabricante desenvolveu novos equipamentos. Também formaram-se importantes competências em recursos humanos no fabricante nacional e na Petrobras*” (FURTADO e FREITAS, 2004, p. 70). Diferentemente de Furtado e Freitas, não pretendo me aprofundar no juízo de valor acerca do aprendizado decorrente dos projetos do robô, mas ressaltar que esse era um resultado buscado desde o início.

Basta seguir o que fizeram as equipes formadas pela CONSUB, UFRJ e Petrobras para observar, sem pretender estabelecer uma “genealogia”, que alguma competência foi conquistada em termos de equipamentos submarinos e robôs. A CONSUB projetou pelo menos mais um submarino (ARGOS ST100 – figura 2.8) e diversos outros equipamentos (Manifold da atuação

compartilhada, Boia de aquisição de dados oceanográficos SMS1000, Sino de Resgate SAR1000 e Mina Naval MFC100 – abordados no capítulo 4, figuras 4.17 a 4.21); o grupo de robótica criado na UFRJ, GSCAR (Grupo de Simulação e Controle em Automação e Robótica)⁷³ desenvolveu, pelo menos, dois robôs: a Luma (CARNEIRO et al., 2006; GOULART, 2007) e a Doris (GALASSI et Al., 2014, p. 3174-3181) e o grupo de robótica da Petrobras produziu o robô ambiental híbrido Chico Mendes⁷⁴.

3.6 - ENTRE A TÉCNICA E A POLÍTICA

Voltando então às causas do abandono do robô, em Furtado e Freitas descobrimos que *“os equipamentos acabaram sendo abandonados (**um perdeu-se** e outro não funcionou). Não houve continuidade nas operações porque a Petrobras mudou a política de compra e passou a alugar os robôs ao invés de adquiri-los”* (FURTADO e FREITAS, 2004, p. 70 – grifo meu).

É difícil confirmar esta história do robô que se perdeu no mar, pois as outras fontes que a citam se basearam no artigo de Furtado e Freitas e estes não citam a fonte. Tanto Ney Robinson quanto Paulo Tupinambá desconhecem esta história, mas, como veremos a seguir, ela é plausível.

Outros robôs submarinos famosos também se perderam no mar sem que isso tenha sido motivo para uma história de fracasso. É o caso do Jason Jr que *“ficou perdido no mar no final de 1991, quando uma barcaça que o transportava, junto com outros equipamentos, para as Ilhas Galápagos afundou no Oceano Pacífico durante a expedição Jason III”*⁷⁵ e do Nereus que *“foi perdido enquanto mergulhava 10 km abaixo da superfície do mar em uma fenda profunda no nordeste da Nova Zelândia no sábado (10 de maio [de 2014])”*⁷⁶.

⁷³ Disponível em <<http://www.coep.ufrj.br/gscar/sobre.html>>, acesso em: 04 maio 2018

⁷⁴ Disponível em <<https://diariodopresal.wordpress.com/2011/05/04/o-robo-ambiental-hibrido-chico-mendes-da-petrobras/>>, acesso em 02 maio 2018

⁷⁵ Informação contada pelo próprio Robert Ballard em seu livro “Explorations”, citado em <https://en.wikipedia.org/wiki/Jason_Jr.>, acesso em 19 mar. 2018

⁷⁶ Bryner, J. **Lost! Deep-diving ROV implodes 6 Miles Beneath the Sea**, disponível em <<https://www.livescience.com/45525-rov-implodes-in-kermadec-trench.html>>, acesso em 19 mar. 2018

O ambiente de trabalho destes robôs é bastante hostil, sujeito, além do risco da pressão que levou à explosão do robô Nereus, também a outros riscos que poderiam vir de ataques de animais ou da força exercida pelas correntes marinhas. O próprio cabo umbilical (figuras 3.1 e 3.2), que garantia a comunicação do robô, estava sujeito ao risco de se partir. Caso esta história seja verídica, foi o que provavelmente ocorreu com o Tatuí. Muitos anos após o encerramento das atividades desse robô, esse tipo de risco ainda existia. Como informa Mark Cameron⁷⁷ em uma entrevista publicada, em 2003, na revista Popular Science, o “*problema fundamental com os ROVs convencionais é que eles arrastam suas próprias correntes, que imediatamente ficam presas se fizerem uma volta em torno de alguns detritos emaranhados*” (THIEME, 2003)

A outra afirmativa, a de que um dos equipamentos não funcionou, é muito vaga, não permitindo que se constitua numa razão do fracasso, ainda mais que na frase anterior se afirmou que “*Desse grande esforço resultaram dois ROR que **não lograram operar adequadamente**. O fabricante foi chamado para **introduzir reparos**, havendo uma **melhora de desempenho**”* (FURTADO e FREITAS, 2004, p. 70 – grifos meus). Argumento igualmente vago, “*deficiências técnicas*”, foi utilizado em 1988 pela SEI (órgão do governo encarregado da política para a indústria de computadores) para indeferir a aprovação do computador Unitron 1024, um clone do computador americano Machintosh 1024, desenvolvido através de técnicas de “*engenharia reversa*”. O parecer da SEI não foi a decisão definitiva, mas foi um passo importante na inviabilização da empresa Unitron, que acabou fechando as portas (MARQUES, 2003, p. 8; SEI..., 1988).

Esta insistência da perspectiva tecnológica em apontar as “deficiências” de um produto (nos casos citados, nacional), traz implícita a explicação de por que este produto foi preterido por outro “mais eficiente” (importado, estrangeiro ou, segundo a preferência atual “globalizado”).

Feenberg aponta que “*em explicações padrão de tecnologia, a eficiência serve como princípio de seleção entre iniciativas técnicas bem*

⁷⁷ Irmão do cineasta canadense James Cameron, dono de uma empresa de engenharia que fornecia equipamentos de exploração submarina para os trabalhos de seu irmão.

sucedidas e falhas”, pois quem defende este tipo de explicação acredita que como *“a eficiência é uma quantidade calculável, a tecnologia parece pegar emprestado as virtudes de necessidade e universalidade geralmente atribuídas à racionalidade científica”* (FEENBERG, 2010, p. 67).

Feenberg (2010, p. 67), porém, refuta afirmando que *“a tecnologia não é meramente instrumental para objetivos específicos, mas molda um modo de vida”* e seu impacto *“não é uma quantidade, mas uma qualidade e nada tem a ver com a racionalidade universal”*. Sendo assim, a seleção entre iniciativas técnicas bem-sucedidas e falhas *“requer um tipo muito diferente de explicação”* (FEENBERG, 2010, p. 67). Uma explicação plausível para esta reiterada desqualificação da tecnologia nacional pode ser encontrada na Colonialidade do Poder citada na seção 1.11 (página 67).

3.7 - A CONSUB E A CRISE DA INFLAÇÃO

Considero importante reforçar a ideia de que a perspectiva técnica não é boa (nem suficiente) para explicar o fracasso de um produto tecnológico e que, comumente, “deficiência tecnológica”, “mau funcionamento” ou “baixo desempenho” são justificativas utilizadas para encerrar, sem aprofundamento, as discussões sobre um determinado produto.

No Brasil, pela posição que costuma ocupar na dicotomia colonizador-colonizado, muitas vezes é o que basta para que um produto seja abandonado sem nem mesmo se entrar em mais detalhes sobre quais seriam as tais “deficiências técnicas”, como no caso Unitron (MARQUES, 2003).

A tecnologia é “subdeterminada” pelo critério de eficiência e responde aos vários interesses e ideologias particulares que selecionam essas opções. As escolhas sociais intervêm na definição do problema, bem como na sua solução. A tecnologia não é “racional” no velho sentido positivista do termo, mas socialmente relativa. Isso explica como o resultado das escolhas técnicas pode ser um mundo que suporta o modo de vida de um ou outro grupo social influente. (FEENBERG, 2010, p. 67)

O critério “eficiência” é dependente dos “interesses e ideologias particulares” que levam ao desenvolvimento de uma tecnologia. Um “sistema subdeterminado” (terminologia emprestada da matemática) pode, portanto, ter diversas “soluções”. O fato de uma determinada materialização de uma

tecnologia não se adequar ao critério de eficiência de um grupo não deveria ser justificativa para o fracasso dessa tecnologia.

Quando a perspectiva tecnológica falha ou se mostra pouco convincente, apela-se para a racionalidade do “mercado”, escorada em uma autoridade “científica” (calcada em alguma vertente da ciência econômica) difícil de ser contestada, pois é construída à custa de muito dinheiro⁷⁸. A perspectiva econômica comumente se coloca como autoexplicativa, como se a autoridade científica e a naturalidade das “leis do mercado” dispensassem maiores explicações (isso se acentuou após a segunda guerra e foi se consolidando a partir da década de 1970 conforme abordado na seção 1.11). Porém esta perspectiva é indissociável da perspectiva política, de forma que é difícil estabelecer entre as duas uma relação de causa e efeito. Sendo assim, as sentenças “o primeiro ROV brasileiro, Tatuí, que se mostrou não economicamente viável” (DSND..., 2001) e “o Tatuí, no entanto, não era comercialmente viável” (TUPINAMBÁ..., 2002), isoladamente, não nos informam o que faz com que um produto se torne economicamente/comercialmente viável (ou inviável). Precisamos da perspectiva política.

Furtado e Freitas (2004, p. 70-71) pavimentaram o caminho para a perspectiva política utilizando a perspectiva tecnológica, mas isso não elimina a necessidade de explicar a sentença onde eles afirmam que não “*houve continuidade nas operações porque a Petrobras mudou a política de compra e passou a alugar os robôs ao invés de adquiri-los*”. Por que houve esta “mudança de política”? Neste ponto de inflexão, se encontra a fronteira difusa (móvel e um tanto arbitrária) que separa a política da economia. “*O que determina o resultado da transformação institucional da governança econômica? [...] A perspectiva econômica enfatiza a eficiência. Argumenta que as estruturas de direito de propriedade são muito importantes para promover a eficiência*” (GAO, 1998, p. 86). Nessa fronteira, os grupos dominantes costumam tentar fazer parecer que as mudanças políticas são ditadas,

⁷⁸ Como na frase atribuída a Karl Marx quando publicou “*Para a crítica da economia política*” de que aquela seria a “*primeira vez que alguém escreve sobre o dinheiro com tanta falta dele*” – Cronologia resumida de Karl Marx e Friedrich Engels, A Ideologia Alemã. São Paulo: BoiTempo Editorial. 2007 P. 607

segundo uma racionalidade científica, pela eficiência econômica, quando em geral a racionalidade econômica e as instituições políticas vão se modificando simultaneamente (seção 1.11).

“Pelo menos uma parte dos dirigentes da ditadura externava a compreensão de que o sonho do Brasil potência não poderia ser vivido sem autonomia tecnológica ou articulação de uma capacitação científico-tecnológica própria” (MARQUES, 2000, p. 94). Após um fortalecimento durante o governo militar nas décadas de 1960 e 1970, as redes que sustentavam a política de *Substituição de Importação* e a preferência pelo *similar nacional* foram sendo enfraquecidas ao longo da década de 1980.

Como afirma Roberto Schwarz, no ensaio *Nacional por Subtração*, *“raramente a passagem de uma escola a outra corresponde, como seria de esperar, ao esgotamento de um projeto; no geral ela se deve ao prestígio americano ou europeu da doutrina seguinte”* (SCHWARZ, 2002, p. 30). O que remete ao trecho de Quijano citado na seção 1.11: *“a Colonialidade de seu poder”* leva as chamadas “elites” brasileiras *“a perceber seus interesses sociais como iguais aos dos outros brancos dominantes, na Europa e nos Estados Unidos”* (QUIJANO, 2005, p. 227).

Internacionalmente foi acontecendo um fortalecimento de um modelo neoliberal nos países mais desenvolvidos que, pouco a pouco, foi ganhando aliados nos países mais pobres após sucessivas crises econômicas. A década de 1980 foi marcada pelos governos Ronald Reagan (1981-1989) nos EUA e Margareth Thatcher (1979-1990) no Reino Unido. Ambos os governos se notabilizaram pela desregulamentação da economia, sobretudo do mercado financeiro, e pela “redução do papel do estado”, políticas que foram sendo exportadas para o resto do mundo e impostas a países em crise, em troca de ajuda econômica à medida que se consolidava o Consenso de Washington (seção 1.11).

As diversas crises brasileiras das décadas de 1970 e 1980 e a história da CONSUB e do robô Tatuí estão profundamente relacionadas. A crise do petróleo de 1973 aumentou o endividamento externo brasileiro, ao que o governo reagiu fortalecendo a substituição de importações e aumentando os

investimentos em exploração de petróleo. Este investimento levou à descoberta dos grandes campos em águas profundas no início da década de 1980. A segunda crise do petróleo aumentou o endividamento externo, o que acabou levando o país à crise de dívida em 1982, quando o país quase foi à insolvência, sobretudo após o pedido de moratória da dívida do México.

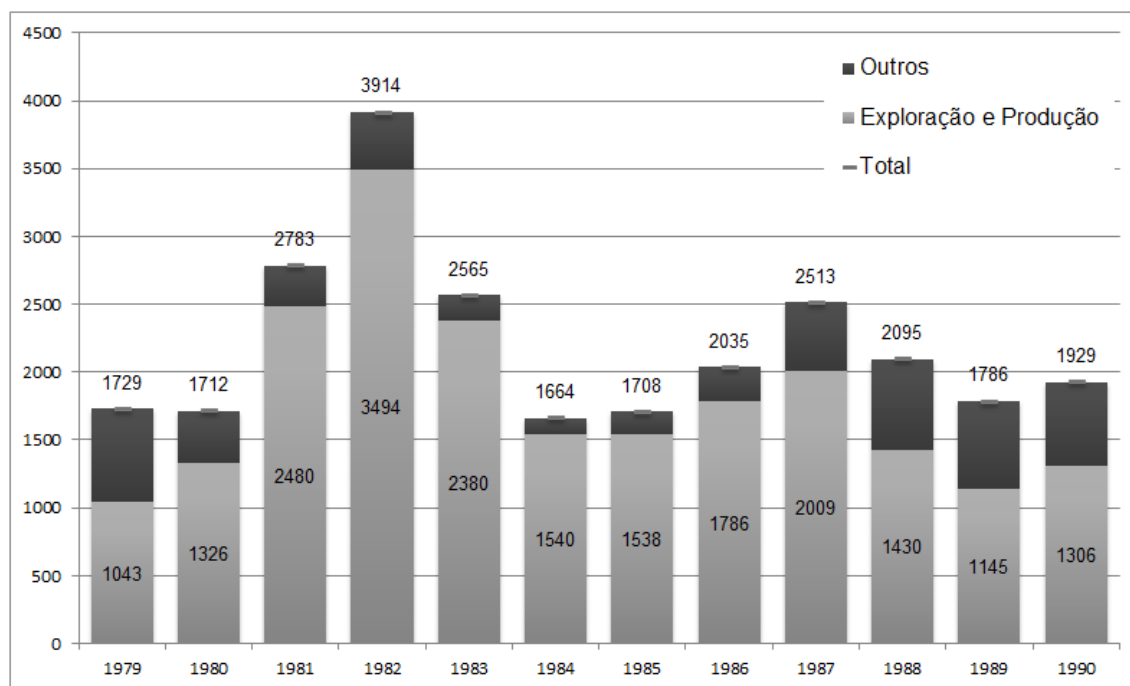


Figura 3.6 – Variação do valor dos investimentos totais e em exploração e produção da Petrobras de 1979-1990. Fontes: (ORDOÑEZ, 1989; MORAIS, 2013, p. 404)

Duas décadas foram definidas economicamente pelas suas crises. Se a década de 1970 foi a década da crise do petróleo, a década de 1980 foi a da crise da dívida e da inflação. Se a crise do petróleo favoreceu os investimentos na exploração e produção do petróleo, o combate à inflação diminuiu estes investimentos descapitalizando a Petrobras, devido ao controle de preços dos combustíveis, e dificultando o acesso da empresa às fontes de financiamento externo, devido à situação da dívida externa brasileira.

A figura 3.6, baseada num artigo publicado no jornal O Globo em 1989, mostra como variaram os investimentos da Petrobras (investimentos totais e investimentos apenas em exploração e produção) ao longo da década. O que chama a atenção neste gráfico é a redução dos investimentos nos anos seguintes às crises da dívida: 1983 após a moratória do México e 1988 após a moratória brasileira.

Mais significativo para entender as seguidas reduções dos investimentos é observar a sua relação com as sucessivas acelerações inflacionárias ocorridas nestes períodos, conforme mostrado na figura 3.7. O motivo disso é a aplicação, por parte da área econômica dos governos, da limitação dos reajustes dos combustíveis como forma de combater a inflação.

Segundo Furtado (1995, P. 181-182), “O faturamento da empresa caiu aproximadamente da metade, em termos reais, durante a década de 80”, o que comprometeu “fortemente” sua capacidade de investimento. “Note-se que essa queda não [teve] origem na retração da produção, mas, sim, no valor das tarifas fixadas pelo governo” (FURTADO, 1995, P. 182).

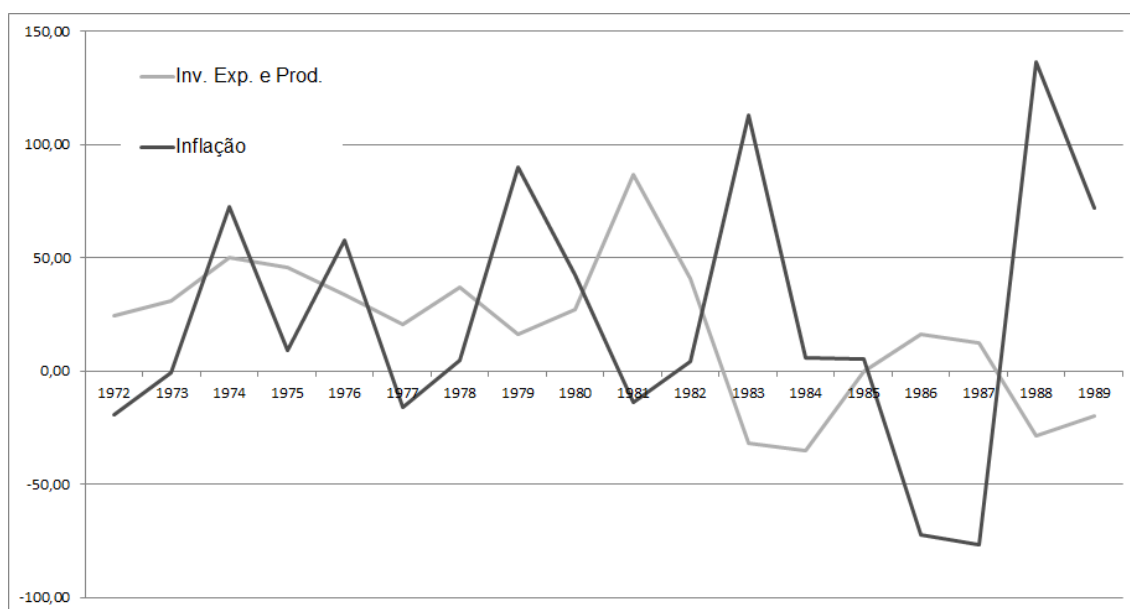


Figura 3.7 – Variação percentual em relação ao ano anterior da inflação e dos investimentos, desde 1972 até 1989⁷⁹. Fonte: (MORAIS, 2013, p. 404)

A partir de 1979, a cada aceleração da inflação correspondeu uma desaceleração dos investimentos, assim como a cada desaceleração da inflação correspondeu uma aceleração dos investimentos. Neste gráfico se recuou até o ano de 1973 como forma de observar este comportamento em três governos distintos: governo Geisel (1973-1979), governo Figueiredo (1979-1984) e governo Sarney (1985-1989), sendo os dois primeiros governos militares e o último civil escolhido por eleição indireta.

⁷⁹ A variação do ano de 1988 foi reduzida, sem prejuízo da interpretação do gráfico, para preservar os limites do eixo vertical.

O que este gráfico mostra é que, à medida que se fazia a transição de um governo militar para o governo civil, enquanto aumentava o descontrole econômico (caracterizado pela crise da dívida externa e pela aceleração da inflação) enfraquecia a influência desenvolvimentista de setores das forças armadas. Nos momentos em que a inflação arrefeceu, como no caso do plano cruzado ainda que com congelamento dos combustíveis, foi possível aumentar os investimentos, o que viabilizou a existência do PROCAP e, conseqüentemente, do robô da CONSUB.

Com o primeiro governo civil, os militares continuaram com algum controle sobre a área energética, com a indicação do Ministro das Minas e Energia Aureliano Chaves (homem de confiança do ex-presidente da Petrobras e ex-presidente do Brasil General Ernesto Geisel), porém os conflitos de interesse com a área econômica do governo eram cada vez mais frequentes. Sucessivos governos brasileiros utilizaram o controle dos preços dos combustíveis como forma de controlar a inflação, o que afetou a capacidade da Petrobras de financiar seus investimentos (seção 1.6).

Os ministros da área econômica tentaram de diversas formas influir na gestão da Petrobras através da redução de investimentos em produção e exploração (THIMOTEO, 1986a), do veto ao aumento e congelamento dos preços dos combustíveis (AURELIANO DIZ..., 1986) e da criação de impostos sobre o lucro da Petrobras para cobrir deficits em outras áreas do governo (PETROBRÁS ELEVARÁ..., 1986; BRAGA, 1986; MESMO..., 1986; OZIRES..., 1986). As pressões levaram até mesmo à demissão do presidente da Petrobras Hélio Beltrão (BRAGA, 1986), porém o prestígio da empresa, sobretudo entre os militares (COELHO NETO, 1986), conseguiu garantir os investimentos que permitiram a existência do PROCAP, programa onde foi incluído, posteriormente, o projeto do robô Tatuí (seção 1.6).

Portanto, a partir da crise inflacionária de 1983 começou gradativamente a haver uma priorização da questão econômica, diminuindo a importância da busca pela chamada *autonomia tecnológica*. Cabe ressaltar que essa mudança de orientação foi ajudada pela constatação, mesmo entre os que defendiam a política nacionalista, de que a substituição de importações havia atingido seus objetivos. Segundo o jornalista Aloysio Biondi (1986), o

país em 1986 era “capaz de produzir 94 por cento dos bens e serviços que sua economia exige para funcionar. Por isso, o Brasil [estava] conseguindo saldos recordes na balança comercial”. Mesmo presidentes da Petrobras também tinham este discurso, como Ozires Silva que, em 1987, considerava completa a fase de substituição de importações (BRASIL QUER..., 1987) ou Carlos Sant’Anna que, em 1989, afirmou que alcançados “elevados índices de participação da indústria nacional nas compras da Petrobras, pode-se considerar praticamente completa a fase de substituição de importações” (APESAR..., 1989).

Entendo que este discurso, de se referir a substituição de importações como uma fase “completada”, mostra um desejo da direção da Petrobras de focar na administração da empresa, sua própria “eficiência econômica”, em detrimento de ser um instrumento de viabilidade da política industrial do país. Logo a seguir, na mesma reportagem, Sant’Anna afirma que a “fase atual da economia do país indica a necessidade de uma imediata ação empresarial para que a produção tenha a **qualidade** e os **preços competitivos** em relação ao produto estrangeiro, sob o risco de uma **perda de mercado**, até mesmo dentro do próprio Brasil” (APESAR..., 1989 – grifos meus).

Esta frase, embora não se refira necessariamente apenas aos fornecedores da Petrobras (ou especificamente à CONSUB), parece antecipar a política de compras da empresa nas próximas gestões e o destino do robô Tatuí. Mostra também como, mesmo antes do governo Collor, a agenda econômica nacional já estava se alinhando com os “consensos” importados dos países desenvolvidos (seção 1.11).

À medida que a década de 1980 foi se aproximando do fim, a correlação de forças foi se modificando. Se por um lado a constituição de 1988 manteve o incentivo ao desenvolvimento industrial local, após sua promulgação a deterioração da situação econômica foi abrindo o país à influência e às pressões neoliberais vindas, sobretudo, dos EUA e de organismos internacionais.

Um exemplo destas pressões foi a exercida para que houvesse mudanças na lei de informática. Embora não se possa afirmar que tais pressões tenham sido fator determinante para o fim dessa política (MARQUES,

2000), a flexibilização da lei de informática se deu, ao menos em parte, no bojo dessas influências e pressões.

Diversos fatores ajudaram a desestabilizar a rede que defendia o incentivo ao desenvolvimento industrial local: a década de governos neoliberais nos EUA e no Reino Unido, a adesão dos órgãos de financiamento internacional ao “Consenso de Washington”, a elevação da economia a categoria de “*segunda natureza*” (LATOURE, 2014; seção 1.11), a queda do Muro de Berlin (novembro de 1989), a perda do nacionalismo militar com a saída dos militares do governo, a constituição de 1988 atacada como sendo intervencionista, o desejo de muitos setores de repudiar tudo que estivesse associado aos governos militares e, finalmente, a eleição de um governo claramente neoliberal que prometia abertura na economia, privatizações, e que atacava a “ineficiência” das empresas nacionais e o “atraso” dos bens produzidos no país.

Após a eleição de 1989, o presidente eleito Fernando Collor de Melo anunciava que iria “*rever profundamente em seu governo a política de privilégios que premia a ineficiência econômica*” (NETTO, 1990). A indústria nacional produzia “*carroças*”, adjetivo que ressaltava o atraso e que foi utilizado inicialmente com automóveis (NETTO, 1990), mas logo foi estendido para outros produtos produzidos no Brasil, como computadores (COLLOR..., 1990a).

3.8 - DESCONSTRUÇÃO DA PROTEÇÃO À INDÚSTRIA NACIONAL

Os diversos tipos de indústria – automobilística, de computadores, petroleira, parapetroleira ou, especificamente, de robôs submarinos – têm características muito distintas uma das outras. Porém, apesar disso, todas elas passaram a estar sujeitas a ser enquadradas na categoria de “indústria nacional que comercializa produtos atrasados e tecnicamente ineficientes”. A expressão *carroça*, cunhada pelo presidente Collor, atribuída inicialmente aos automóveis, foi ressignificada para qualquer produto produzido no Brasil, mesmo que de tecnologia estrangeira.

O presidente da Anfavea (Associação Nacional de Veículos Automotores), Jacy de Souza Mendonça, em artigo para o jornal O Globo, em

1991, afirma que a *“imagem da carroça, lançada pelo presidente Collor, completou um ano de vida. Invocada nas mais diversas circunstâncias, banalizou-se”* (MENDONÇA, 1991).

Palavras, dependendo da forma e do contexto em que são enunciadas têm agência, são “performativas”, executam alguma ação. O filósofo da linguagem John Langshaw Austin argumenta, segundo John Law (2002, p. 176), que se algumas palavras *“são proferidas no momento certo e no lugar certo, sob o que ele chama de circunstâncias ‘boas’, elas também são ações e não apenas palavras”*. Para Langshaw, *“esta é a definição de performativo: é uma palavra ou conjunto de palavras que também é uma ação”*.

Collor escolheu uma viagem à Alemanha, terra da maior montadora instalada no Brasil (Volkswagen), para comparar automóveis produzidos no Brasil a carroças. Os empresários alemães entenderam o recado e se mostraram *“dispostos a investir mais”* no Brasil, porém condicionaram estes investimentos ao *“enxugamento da máquina burocrática do estado”, a “desregulamentação da economia e” a “eliminação da reserva de mercado”*⁸⁰ (NETTO, 1990).

Como na música *“Apenas um Rapaz Latino Americano”* de Belchior, *“palavras são navalhas e eu não posso cantar como convém sem querer ferir ninguém”*. Collor atirou sua navalha na direção dos automóveis, visando atingir a toda indústria nacional, uma categoria na qual a indústria automobilística estava incluída com algum esforço⁸¹. Estas e outras navalhas acabaram ferindo outros setores, desestabilizando toda rede de proteção da indústria nacional. Setores como a indústria têxtil e de informática foram os primeiros atingidos, mas logo a indústria petroleira e parapetroleira também foram.

Em agosto de 1990 surgiu a oportunidade de incluir os computadores no rol das carroças. Numa cerimônia no Palácio do Planalto, a empresa carioca Montreal Engenharia foi chamada para instalar um computador para mostrar ao presidente a lista dos livros didáticos que seriam utilizados nas escolas públicas no próximo ano. Era um evento que deveria durar apenas 15 minutos.

⁸⁰ Condições ditadas também pelo chamado “Consenso de Washington” (seção 1.11).

⁸¹ Quase todos automóveis eram produzidos por filiais de empresas multinacionais. A exceção era a Gurgel, que acabou por falir algum tempo depois (CASTAINGS, 2001, parte 6).

“Todas as perguntas feitas pelo presidente foram respondidas pelo sistema em poucos segundos” (MONTEIRO, 1990), mas então ele perguntou algo que precisaria gerar um relatório de várias páginas na impressora, o que levaria alguns minutos. O presidente, impaciente (figura 3.8), prontamente perguntou “se aquilo era um computador ou uma carroça” (MONTEIRO, 1990).



Figura 3.8 – Collor aguarda impaciente resposta do computador.

Fonte: COLLOR...,1990a

A performance presidencial, porém, tinha um problema: o computador em questão era um terminal de um Unisys A-10, empresa multinacional, que prontamente respondeu aos repórteres, “*mesmo desconhecendo o problema ocorrido*”, que a demora “*certamente [...] não se deveu ao equipamento da empresa*” que era um “**equipamento mundial** [...] exportado para vários países” (COLLOR..., 1990^a – grifo meu). A culpa então foi direcionada para a linha de transmissão de dados (da Embratel) e para impressora (Rima XT 180), duas empresas nacionais (não “*mundiais*”).

Comparar os produtos nacionais, como automóveis ou computadores, a carroças (transformadas em símbolo do atraso) serviu para colocar “em desgraça” o conceito de proteção à indústria nacional e foi utilizado, após ampla repercussão pelos meios de comunicação⁸², para mobilizar apoios junto à opinião pública e junto aos detentores de poder de decisão. Esta mobilização não foi imediata, tendo inicialmente provocado reações entre os setores prejudicados (figura 3.9). Cinco dias após o presidente chamar os computadores nacionais de “carroças”, usuários e fabricantes de computadores

⁸² Afinados com a Colonialidade do Poder.

nacionais deram depoimentos ao jornal O Globo para dizer que as críticas não se justificavam e que o “*atraso tecnológico é pequeno*” (MONTEIRO, 1990).



Figura 3.9 – Ilustração do artigo onde usuários e fabricantes defendem o computador nacional. Fonte: MONTEIRO, 1990

A indústria automobilística aproveitou o auxílio presidencial para atribuir a culpa de produzir carroças no Brasil à política de informática. Segundo afirmou na época o presidente da Anfavea (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores) em artigo no jornal O Globo, “a **desatualização tecnológica** do carro nacional foi e ainda é desejada pela **política de informática** adotada no país desde a década de 80” (MENDONÇA, 1991). O motivo apontado era que “as empresas nacionais de informática, apesar da proteção legal, não detêm tecnologia para fornecer bens eletrônicos à indústria automobilística, em qualidade e preços compatíveis com o mercado mundial” (MENDONÇA, 1991). Aqui é invocada a perspectiva técnica (qualidade), mas também a econômica (preço).

A consequência desta associação da “desatualização tecnológica” com a “política de informática” é que: se a qualidade dos automóveis produzidos no Brasil, por empresas multinacionais, era baixa por conta da má qualidade dos “bens eletrônicos” fornecidos pelas empresas brasileiras de informática, então uma empresa nacional de robôs, que dependia destes bens nacionais (94% de nacionalização), também produzia carroças. O índice de nacionalização que era uma vantagem na década anterior foi transformado em desvantagem.

A pressão funcionou e no ano seguinte entrou em vigor uma nova lei de informática que terminava oficialmente com a “reserva de mercado”. Isso, porém, não significava que, para os automóveis, “a época das carroças” seria “superada em poucos dias”, pois, segundo alertava o presidente da Anfavea, “devemos aguardar também o prazo de maturação de projetos automobilísticos, que em termos mundiais é de três a cinco anos” (MENDONÇA, 1991). Ou seja, o ônus para o país, na forma de fechamento de empresas e desemprego, seria imediato, mas o bônus viria em cinco anos, um prazo que seria mais que suficiente para a indústria nacional se “atualizar”.

O episódio mostrado na figura 3.8 ajuda a contar a história de como se processou a mudança política de um país que buscava produzir sua própria tecnologia e proteger suas indústrias estratégicas, para um país de consumidores onde empregos, conhecimentos e indústrias poderiam ser sacrificados em nome de uma eficiência técnica importada ou de uma maior rapidez para consumir o que era consumido “lá fora”.

A saída dos militares do poder e a diminuição da sua influência no governo, por si só, não garantiu a desestabilização das redes que defendiam a indústria nacional. Foi necessário usar ferramentas de comunicação para garantir o convencimento, tanto da opinião pública em geral, que nunca tinha estado diante de um computador, quando dos atores com real poder de decisão. A foto da figura 3.8 teve um enorme impacto simbólico: o presidente diante de um aparelho (nacional) aguardando, taciturno, impaciente, uma resposta que não vem.

Pode parecer exagero, mas num país de passado escravista esta imagem tem alto simbolismo. Dentro da mesma reportagem, porém, a respeito de outro assunto, a ministra da economia, Zélia Cardoso de Melo, afirma: “Sou muito disciplinada. Manda quem pode, obedece quem tem juízo” (COLLOR..., 1990b). A fala da ministra parece traduzir a foto colocada ao lado: o computador/impressora nacional “sem juízo” que não obedece ao “poder” do presidente (figura 3.8). O incidente (a espera por uma resposta do computador), que deveria ser banal, teve mais destaque que o evento onde ocorreu (a eleição dos livros didáticos para o próximo ano), se convertendo em assunto principal, com direito a chamada na primeira página do jornal.

A “pressa”, em obter uma resposta ou em ter um equipamento “moderno”, foi uma ferramenta usada na prova de força para testar as redes que sustentam a indústria automobilística, de capital estrangeiro, e a indústria de informática, de capital nacional. O tempo de resposta de 10 minutos (COLLOR..., 1990a) ou 6 minutos (MONTEIRO, 1990) se transformou numa espera imperdoável, cuja culpa logo foi desviada do computador “mundial” para a improvável impressora “local”.

A “defasagem”, o tempo de espera para ter o equipamento mais atual ou moderno (imediatamente associado também ao mais rápido), era um assunto tratado como extremamente relevante, mas não em todos os casos. Enquanto era tratada como um grande problema na indústria de informática, mesmo esta defasagem tendo caído de três anos para um ano e meio, segundo “*grandes usuários de produtos nacionais*” (MONTEIRO, 1990), uma defasagem maior, de três a cinco anos, era aceitável em se tratando da indústria automobilística (MENDONÇA, 1991).

Antes mesmo do começo do governo Collor, o jornal O Globo em editorial saudava o “*fim do similar nacional*” (O FIM..., 1990). Era a “eficiência técnica” abrindo caminho para a “eficiência econômica”. A metáfora das carroças serviu para a desestabilização da rede que defendia a proteção à indústria nacional, numa mudança de orientação que não atingiu apenas os computadores e automóveis, mas toda a indústria.

A CONSUB foi duplamente atingida. Perdeu a proteção à indústria e os incentivos fiscais, que a lei de informática de 1984 garantia para fabricantes de robôs industriais. Além disso, o fim da política de informática causou abalos indiretos à empresa pelo enfraquecimento da Elebra, que era sócio importante no projeto MODFRAG da Marinha do Brasil, mas faliu antes deste projeto estar terminado (TUPINAMBÁ, 2018, p. 32).

3.9 - EFICIÊNCIA ECONÔMICA

Segundo Furtado (1995, P. 183), as “*mudanças de rumo da economia brasileira que se configuram a partir de um conjunto de políticas lançadas durante o governo Collor foram significativas e afetaram profundamente a*

Petrobrás”. Como as limitações ao aumento da rentabilidade da empresa devido ao controle dos preços dos combustíveis, que anteriormente vinham acontecendo com mais intensidade nos picos inflacionários, continuaram no novo governo, mesmo após um plano econômico que derrubou a inflação por algum tempo, a Petrobras se viu compelida a priorizar a sobrevivência da empresa, deixando de lado a orientação passada sobre a necessidade de ajudar a industrialização do país.

Em um artigo em dezembro de 1989, às vésperas da posse do novo governo, o diretor de Exploração e Produção da Petrobras, Wagner Freire, afirmava que a *“maior prioridade da companhia, no ano que vem, será restabelecer o equilíbrio de sua situação financeira”* (ORDOÑEZ, 1989). Freire afirmava ainda que no *“próximo ano não haverá recuperação de investimentos. O que vamos fazer é verificar se será possível aumentá-los com recursos externos”* (ORDOÑEZ, 1989). Maiores investimentos, portanto, apenas captando dinheiro no exterior ou, o que não é dito explicitamente na reportagem, cortando custos internamente.

Com a nova orientação, segundo Furtado (1995, P.182), a *“estratégia adotada para contornar a crise financeira consistiu em procurar alcançar um maior grau de eficiência em seus processos produtivos”*. Eficiência passou a ser uma palavra-chave, vantajosa por assumir múltiplos significados (positivos) conforme a localização do interlocutor na rede política e social do país. Para aqueles mais ligados à economia e próximos dos centros de poder econômico, a tradução adotada era a de uma eficiência que privilegiava a remuneração do capital a partir da redução dos custos de produção.

Como afirma Furtado (1995, P. 183), após a adoção pelo governo Collor de uma nova política industrial e de comércio exterior seguiu-se uma série *“de medidas paralelas que dizem respeito às estatais (redução do número de funcionários, terceirização, entre outras) mudaram bastante a forma de atuação da Petrobrás, resultando em considerável diminuição em seus custos”*. Em artigo publicado no jornal O Globo em março de 1991, o novo presidente da Petrobras, Alfeu Valença, afirmava: a *“Petrobrás agirá como uma empresa privada”* (ORDOÑEZ, 1991).

“Nas atividades de perfuração foi adotada uma estratégia de contratação de serviços de terceiros [...]. No setor de compra de equipamentos e materiais, foram aumentadas as importações, rompendo com uma tradição de aquisições no mercado nacional” (FURTADO, 1995, P. 183-184). Dessa forma, é possível afirmar que a opção de terceirizar os serviços de perfuração, *“que permitiu diminuir os custos principalmente na área marítima”* (FURTADO, 1995, P. 183), e a mudança na política de compras também contribuiu para o abandono do investimento em um robô submarino próprio e o aluguel de robôs pelo critério de menor preço.

3.10 - DEPARTAMENTO DE PERFURAÇÃO

Uma informação passa quase despercebida no texto de Furtado e Freitas, mas é de grande ajuda para explicar a desestabilização da rede que configurava o primeiro robô submarino nacional. *“Esse projeto consistiu numa **solicitação do Departamento de Perfuração da Petrobras** de dois robôs de observação capazes de operar até 1.000 metros de lâmina d’água”* (FURTADO e FREITAS, 2004, p. 70 – grifo meu).

Este trecho fornece uma informação importante sobre o ROV Tatuí que fornece uma pista que ajuda a entender por que ele foi abandonado. O robô foi encomendado pelo Departamento de Perfuração (DEPER), porém este não era o único departamento que necessitava de robôs submarinos. Segundo Moraes (2013, p-144-145), outro robô foi encomendado a duas multinacionais para trabalhar em conjunto com um novo conceito de Manifold projetado pelo Cenpes⁸³. A Petrobras, durante a vida útil do Tatuí, utilizava em outros departamentos robôs importados, enquanto o robô da CONSUB atendia aos interesses e era utilizado exclusivamente pelo Deper.

Em certo ponto de sua história e diferentemente de outras petrolíferas, a Petrobras optou por *“internalizar”* boa parte dos serviços de perfuração, que passaram a ser centralizados no DEPER. Enquanto outras empresas

⁸³ *“A formulação do conceito, o projeto básico e o veículo de operação remota (ROV) para a instalação do manifolde no solo submarino foram realizados pelo CENPES; em razão da complexidade na construção do equipamento, a PETROBRAS recorreu à parceria estrangeira das empresas Conoco e Ocean Technology”* (MORAIS, 2013, p. 144-145).

contratavam os serviços de perfuração de empresas especializadas (*contractors*), evitando o “*elevado custo de aquisição e manutenção de sondas*” (Furtado, 1995, p. 127), a Petrobras realizava boa parte destes serviços no DEPER, o que justificava que este departamento tivesse seus próprios equipamentos, incluindo os robôs de inspeção. Segundo Furtado (1995, p. 127), “*esse esforço se justificava enquanto os investimentos internacionais em exploração-produção eram muito altos, o que elevava consideravelmente o preço dos serviços contratados*”.

A partir de 1982, porém, estes custos diminuíram devido a um refluxo no mercado deste tipo de serviço (Furtado, 1995, p. 127). Além disso, com a queda dos preços do petróleo no início de 1986, o DEPER passou a ter mais interesse em diminuir seus custos e justificar sua existência dentro da companhia. Inicialmente isso se traduziu em evitar os altos custos de aluguel de ROVs tendo seus próprios robôs, da mesma forma que o departamento tinha suas próprias sondas.

Segundo Paulo Tupinambá afirmou para o jornal Folha de São Paulo em 1986, o contrato de “*dezoito meses para estudos, desenvolvimento de um protótipo e fabricação de duas unidades*” produziria robôs, cujo custo unitário ainda seria 20% menor que de um similar estrangeiro, com a vantagem adicional que este preço embutia “*todo um projeto de nacionalização*” envolvendo “*não só a Petrobras e a Consub como diversos institutos de pesquisa brasileiros*” (ANDERSON, 1986). Um artigo de 1987, publicado no jornal O Globo, associa ao robô submarino brasileiro outra vantagem econômica, pois o país economizaria divisas, “*já que os equipamentos utilizados na exploração do petróleo brasileiro em águas profundas são importados*” (MARTINS, 1987). Em 1988, quando o robô já havia sido aprovado nos testes e estava pronto para entrar em operação, outro artigo do jornal O Globo afirmava que cada unidade operacional custaria a Petrobras “*US\$ 400 mil dólares, um preço equivalente aos similares estrangeiros*” (MOTTA, 1988).

Segundo Furtado, os resultados do Departamento de perfuração, como executor de uma parte importante das atividades de exploração, foram “*positivos em termos de rendimentos das sondas até 1989. A capacidade de*

perfuração da empresa foi sendo aprimorada, alcançando um desempenho comparável às empresas mais avançadas” (FURTADO, 1995, p. 128).

Porém, com as mudanças trazidas pelo governo que assumiu em 1990, a Petrobras teve de mudar sua forma de atuação visando uma “*considerável diminuição em seus custos*” (FURTADO, 1995, p. 183) de modo a se adequar ao que estava determinado na “*PICE (Política Industrial e de Comércio Exterior), no PBQP (Plano Brasileiro de Qualidade e Produtividade) e outras séries de medidas paralelas que dizem respeito às estatais (redução do número de funcionários, terceirização, entre outras)*” (FURTADO, 1995, p. 183).

Ainda segundo Furtado, o número de funcionários da empresa caiu entre 1989 e 1992 em mais de 20%. Com estas medidas resultou que nas atividades de perfuração “*foi adotada uma estratégia de contratação de serviços de terceiros, que permitiu diminuir os custos principalmente na área marítima*” e, no setor de compra de equipamentos e materiais, “*foram aumentadas as importações, rompendo com uma tradição de aquisições no mercado nacional*” (FURTADO, 1995, p. 183). É fácil supor que as empresas contratadas para fazer as perfurações tinham suas próprias preferências em termos de aluguel de robôs submarinos e, em vista da política de corte de custos adotada pela Petrobras e das mudanças de prioridades do país, não tinham a necessidade ou obrigação de optar pelo equipamento nacional.

3.11 - CONCORRÊNCIA DESIGUAL

“O Tatuí, primeiro robô submarino nacional – e o único até o momento – está **aposentado** nos galpões da Consub. [...] lançado ao mar pela primeira vez em 1989, após investimentos de **US\$ 2 milhões por parte da Petrobrás**” (ADEODATO, 1994 – grifos meus). Os anos 1990 trouxeram os ventos que consolidaram as mudanças que selaram o destino do robô Tatuí e da empresa CONSUB.

Em janeiro de 1990, enquanto clamava e aguardava pelo “*fim do similar nacional*”, um editorial de O Globo fazia a ressalva que “*se for imprescindível afastar qualquer risco de desnacionalização*” o governo poderia “*criteriosamente*” fixar tarifas de importação como forma de “*proteger indústrias*

nascentes, que ainda não disponham de nível tecnológico competitivo, economia de escala e grau de produtividade para enfrentar poderosos grupos estrangeiros” (O FIM..., 1990). O novo governo, porém, tinha planos diferentes, e, tanto no caso da CONSUB quanto de empresas de outros setores, nenhuma medida foi tomada para proteger as indústrias nascentes ou “*pouco competitivas*”.

Um caso emblemático ocorreu com o setor têxtil, onde o governo baixou drástica e subitamente as tarifas de importação. A manifestação da área econômica do governo mostra bem o espírito dos novos tempos: “*o setor têxtil é um dos mais **ineficientes** do País, e **muitas indústrias fecharão as portas** e outras terão que modernizar-se para competir*” (IMPOSTO..., 1990 – grifos meus). A Ministra da Economia, Zélia Cardoso de Melo, afirmava no mesmo artigo que o “*governo tem uma visão pragmática da realidade, que **condena os ineficientes à falência** e promove o desenvolvimento dos que têm condições de competir*” (IMPOSTO..., 1990 – grifo meu).

O governo, porém, ainda oferecia uma chance aos “*ineficientes*”, pois, segundo a Ministra, para “*os artigos que as indústrias não tiverem condições de produzir com competitividade, será **autorizada a importação**, conforme já foi indicado no caso dos têxteis*” (IMPOSTO..., 1990 – grifo meu). O final da frase não deixa dúvidas que isso era uma solução geral a ser adotada pela indústria nacional para o caso de “*incapacidade*” tecnológica ou competitiva. A opção era deixar de criar e produzir seus próprios produtos e se tornar um importador e distribuidor de produtos criados e produzidos em outros locais.

Isso foi exatamente o que aconteceu com a CONSUB. Segundo Adeodato (1994), com “*seu robô paralisado, a saída encontrada pela Consub para **crescer neste mercado** foi a **parceria** com a Subsea Offshore, da Inglaterra*”, empresa “*considerada a maior operadora de robôs submarinos do mundo, com 87 equipamentos em operação, a maior parte de grande porte, com múltiplas funções subaquáticas*” (ADEODATO, 1994 – grifos meus).

A abertura econômica de Collor afetou a empresa inviabilizando o robô submarino, porém, na avaliação atual de Paulo Tupinambá⁸⁴, também foi uma

⁸⁴ Em conversa informal em 4 de setembro de 2018.

oportunidade para a CONSUB ampliar sua rede e crescer em escala. Ao perceber que seu robô não iria conseguir competir com os robôs das empresas estrangeiras, Tupinambá procurou um sócio internacional que ainda não estivesse instalado no Brasil. Utilizando este critério foi a Londres foi a Londres fazer uma oferta à Subsea Offshore, utilizando sua experiência no desenvolvimento do robô Tatuí como um diferencial a seu favor.

Fechou o acordo, o que resultou no aluguel de alguns robôs e na compra de outros, utilizando financiamento de longo prazo no mercado internacional (abordado com mais detalhes no próximo capítulo). Segundo Tupinambá, esta parceria abriu as portas para financiamento internacional, obtendo juros mais baixos e podendo usar o próprio equipamento como garantia, o que não era possível no mercado financeiro brasileiro.

A CONSUB conseguiu, dessa forma, baixar seus preços e dominar o aluguel de robôs para a Petrobras durante algum tempo. Nesta época, chegou a ter 30 robôs alugados. A empresa não ficou dependente da Subsea Offshore. Por volta de 1995 trocou de fornecedor de robôs, pois a Subsea, segundo Tupinambá, havia ficado tecnologicamente defasada e estava perdendo mercado para outros fabricantes de robôs, de companhias especializadas neste tipo de equipamento (capítulo 4).

Este relato de Paulo Tupinambá tem seu lugar de fala no momento presente, um empresário numa época onde estão provisoriamente estabilizados conceitos como neoliberalismo e globalização. Furtado e Freitas, possivelmente refletindo a opinião de Tupinambá, têm uma visão parecida, pois, para eles, o *“projeto possibilitou um importante processo de aprendizagem por parte do fabricante nacional e da Petrobras. O fabricante, graças ao projeto, **capacitou-se para atuar no mercado de operação/aluguel de robôs**”* (FURTADO e FREITAS, 2004, p. 70 – grifo meu). Mesmo o robô Tatuí tendo sido *“um fracasso comercial”*, nas palavras de Furtado e Freitas (2004, p. 70), a CONSUB foi um sucesso como empresa.

Hoje em dia, robô e empresa, são caixas-pretas. Se voltarmos ao tempo onde estas caixas-pretas ainda estavam abertas, ainda em construção, vemos um panorama diferente. *“Incerteza, trabalho, decisões, concorrência, controvérsias, é isso o que vemos quando fazemos um flashback das caixas-*

pretas certinhas, frias, indubitáveis para o seu passado recente” (LATOURE, 2011, p. 6). Se abrimos as caixas-pretas do robô e da CONSUB e acompanharmos Paulo Tupinambá enquanto voa para Londres para a sede da Subsea Offshore, o que vamos encontrar são dúvidas, incertezas e certa amargura de abandonar o projeto do primeiro robô submarino brasileiro para transformar sua empresa numa locadora de robôs. É isso que transparece na reportagem de Adeodato (1994 – grifo meu) quando ele afirma que a *“função da Consub na parceria é operar o equipamento da Subsea”*.

Há algo ainda a acrescentar na construção da “incapacidade” competitiva da CONSUB. A exploração de petróleo em águas profundas em outras partes do globo impulsionou o mercado de robôs submarinos, levando outros locais a desenvolver tecnologia nesta área e, conseqüentemente, ao barateamento dos robôs. Segundo se dizia na época, o avanço tecnológico *“tem gerado componentes eletrônicos e novos materiais cada vez mais baratos, eficientes e polivalentes, contribuindo para a contínua queda dos preços no mercado internacional, sem que o similar nacional possa acompanhar no mesmo ritmo”* (ADEODATO, 1994). Quem já contava com a tecnologia plenamente desenvolvida e maior escala empresarial tinha mais facilidade de aproveitar estes avanços, o que afetou o preço de aluguel dos veículos. *“Enquanto, em 1990, o preço médio de aluguel do robô no mercado internacional era de US\$ 2 mil por dia, atualmente [1994] é de **US\$ 1,6 e 1,7 mil**”* (ADEODATO, 1994 – grifo meu) informou a CONSUB para reportagem da Gazeta Mercantil.

Porém, acredito que o que aconteceu no mercado de robôs no Brasil não pode ser explicado simplesmente como resultado da redução de custos proporcionada pelo avanço tecnológico. O processo se parece em muito com o padrão de concorrência predatória estabelecido pela Standard Oil no princípio da moderna história do petróleo. Segundo Tupinambá, em *“1990, logo após o lançamento do Tatuí, os preços da concorrência caíram de US\$ 2,4 mil por dia para US\$ 1,1 mil”*, sendo que, em 1994, no Brasil, *“o preço médio é de US\$ 1 mil por dia”* (ADEODATO, 1994). Como que num milagre, o preço que no Brasil, antes do Tatuí, era 20% maior que no mercado internacional, após o Tatuí se torna 40% menor que no mercado internacional.

Segundo Furtado e Freitas, essa “*maior capacitação do fabricante nacional teve um importante **impacto concorrencial** que beneficiou a Petrobras, ao baixar o preço do aluguel de robôs no mercado nacional*” (FURTADO e FREITAS, 2004, p. 70 – grifo meu). Entendo que “*impacto concorrencial*” como uma metáfora utilizada para ocultar um processo de concorrência predatória, onde grandes empresas internacionais impuseram preços bem abaixo dos praticados em seus mercados de origem, para, aproveitando o ambiente da abertura comercial promovida pelo novo governo, dominar o mercado de forma a impor os seus preços no futuro. O robô nacional, sem apoio governamental, foi presa fácil, pois o “*Tatuí [...] só poderia concorrer se o preço fosse no mínimo US\$ 1,4 mil*” (ADEODATO, 1994), ou seja preços ainda abaixo do mercado internacional (“*US\$ 1,6 e 1,7 mil*”), segundo a própria reportagem.

É preciso acrescentar que atualmente ⁸⁵ Paulo Tupinambá não considera que tenha havido concorrência predatória. Segundo ele me disse, a operação de um robô submarino envolve uma série de custos locais (mão de obra, aluguel de navios, etc) que podem muito bem ter tipo impacto em baratear os alugueis em relação ao mercado internacional.

Essa concorrência levou à aposentadoria do robô Tatuí, mas não foi, ainda, o fim da empresa nacional que o construiu. Novas mudanças ocorreram no governo Fernando Henrique Cardoso (1995-2002) que afetaram a Petrobras e, conseqüentemente, a CONSUB: o monopólio nacional do petróleo deixou de existir, a política pública de petróleo passou para a responsabilidade da Agência Nacional de Petróleo e foi modificado o conceito de empresa nacional, que passou a ser qualquer empresa instalada no Brasil, independente da origem de seu capital (FURTADO, 2004, p. 232).

Enquanto ocorriam estas mudanças, em 1997, a multinacional norueguesa DSND adquiriu a CONSUB formando uma nova empresa – considerada pela nova legislação como empresa nacional, apesar de 90% de seu capital ser norueguês – chamada DSND CONSUB, que passou a alugar seus próprios robôs para a Petrobras. Segundo reportagem de 1999, o

⁸⁵ Em conversa informal em 4 de setembro de 2018.

faturamento foi de “US\$ 40 milhões em 1997, contra US\$ 20 milhões no ano anterior [1996], e US\$ 80 milhões no ano passado [1998]. Para 1999, a empresa já tem um faturamento contratado de US\$ 200 milhões” (PENA NETO, 1999). Em 1998, a receita obtida no Brasil representou 40% do faturamento mundial do grupo (ORDOÑES, 1999, p. 26).

A importância do caso Tatuí/CONSUB não está na escala da operação da empresa nem na escala do mercado específico de robôs submarinos. O mercado de robôs submarinos é um mercado pequeno. Robôs submarinos utilizados em expedições científicas, em geral, são únicos, feitos sob medida para a tarefa que vão realizar. A CONSUB projetou e fabricou apenas dois robôs⁸⁶, porém mesmo os gigantes do mercado do petróleo trabalham com números da ordem de grandeza de dezenas, quando muito chegando à centena.

Como exemplo, a já citada Subsea Offshore, com “87 equipamentos em operação” no mundo, dez deles trabalhando para a Petrobras (ADEODATO, 1994) ou a Subsea 7, saudada na sua criação como a “nova gigante de suporte a indústria petrolífera”, que contava com “23 embarcações de apoio e 113 ROVs” para atuar em sete unidades de operação: “Escócia, Cingapura, Golfo do México, Brasil, Azerbaijão, Noruega e Reino Unido” (DSND AND..., 2002). Estes números são muito distantes de uma indústria como, por exemplo, a automobilística que produz na ordem de milhões de veículos por ano.

A importância deste caso está na sofisticação da tecnologia envolvida no projeto e construção de um robô submarino, que envolve múltiplas aplicações na indústria do petróleo e em outras áreas do conhecimento (assunto abordado no próximo capítulo). Considero um prêmio de consolação muito pobre para o país transformar uma empresa inovadora e produtora de tecnologia de ponta em simples distribuidora de tecnologia importada.

Paulo Tupinambá foi mantido na presidência da empresa, porém, como sócio minoritário, as diretrizes vinham da matriz. “Durante cinco anos [até 2002], terminando em 8 de setembro passado, o empresário foi impedido de

⁸⁶ Três segundo Paulo Tupinambá (TUPINAMBÁ, 2018, p. 29) e outras fontes.

investir no setor offshore por uma cláusula que o proibiu de concorrer, com a nova empresa, que agora é chamada de DSND Consub” (TUPINAMBA..., 2002). Esta proibição foi revogada em 2002 quando foi criada a Subsea 7, após a fusão da DSND Consub com a Halliburton. “O lançamento da Subsea 7, nome dado à nova gigante do abastecimento da indústria petrolífera, seria feito simultaneamente em sete países” (DSND AND..., 2002). Paulo Tupinambá passou então a utilizar seu talento empresarial para comprar empresas, nem todas da área de offshore, fazê-las crescer e depois revendê-las.

3.12 - IMPORTÂNCIA RELATIVA DAS QUATRO PERSPECTIVAS

Voltando às quatro perspectivas - política, econômica, tecnológica e social, a(s) história(s) do robô Tatuí nos mostra(m) que não há uma fronteira muito nítida entre elas e que, definitivamente, não é possível estabelecer uma hierarquia ou uma relação geral de causa e efeito.

O Robô Submarino Tatuí esteve em evidência ao longo de sua construção devido ao interesse que robôs e exploração submarina despertavam no público em geral (numa perspectiva social) e então aos poucos foi caindo no esquecimento. A perspectiva técnica é comumente apontada como razão do insucesso, porém, como as histórias mostraram, são as perspectivas políticas e econômicas que transformam falhas e defeitos em “sentenças de morte” para o sucesso de um produto. A política e economia andam juntas e são muitas vezes indistinguíveis, embora muitas vezes se busque impor ou descartar determinadas políticas utilizando como justificativa as certezas obtidas a partir de determinada corrente econômica.

No caso do robô Tatuí a questão técnica foi superestimada. Por mais avançado que fosse o robô, seria impossível concorrer num mercado onde estavam sendo impostos preços⁸⁷ muito inferiores aos custos de produção da empresa nacional. O sucesso do robô começou a ser minado pela escolha econômica de asfixiar financeiramente a Petrobras em nome do combate à inflação e terminou com a escolha política de abandonar a política de proteção

⁸⁷ Alguma lógica econômica pode defender que os preços surgem “*naturalmente*” conforme as “*leis de mercado*”.

à indústria nacional. O Tatuí não foi um caso isolado. A asfixia da Petrobras atingiu em maior ou menor grau, de acordo com a escala da companhia, toda a indústria para petroleira nacional. O abandono da proteção à indústria nacional atingiu a indústria como um todo, inviabilizando, em muitos setores, a produção de conhecimento no país e transformando muitas de nossas indústrias em meras intermediárias de comercialização de tecnologia estrangeira.

4 - SEGUINDO ROBÔ/EMPRESA/EMPRESÁRIO

À primeira vista pode parecer estranho que a Petrobras tenha escolhido uma pequena empresa do Rio de Janeiro, fundada apenas três anos antes, para construir o primeiro robô submarino nacional. O cético poderia reforçar sua incredulidade ao conhecer as dificuldades envolvidas na empreitada. Este robô, além de projetado no Brasil, teria de ser feito utilizando preferencialmente componentes fabricados no país e ser capaz de operar a uma profundidade de até 1000 metros (o que na época, meados dos anos 1980, era uma tecnologia que ainda não estava disponível nos robôs submarinos comerciais).

O que poderia parecer um grande mistério ou mesmo uma escolha “*irracional*” se torna justificado ao se conhecer a trajetória de Paulo Tupinambá, fundador e presidente da CONSUB (empresa que projetou o robô para a Petrobras), desde seu mestrado no Instituto Oceanográfico da USP e sua breve passagem pelos *Woods Hole Institution*, instituição mundialmente conhecida pelo seu papel em grandes expedições submarinas, em particular a descoberta dos restos do transatlântico Titanic (história contada nas seções 2.10, 2.11 e 2.12), até a sua vinda para o Rio de Janeiro onde se especializou em nacionalizar equipamentos submarinos para uma empresa de mergulho que realizava trabalhos para a Petrobras (a Subaquática Engenharia Ltda). Nos anos que esteve no Rio, ainda dentro da Subaquática, conseguiu montar a sua empresa e formar uma rede de contatos, através da realização de projetos bem avaliados, na Petrobras, o que justificou a escolha de sua empresa para o projeto do robô.

O que é surpreendente e misterioso à primeira vista é que, seis anos depois do início do projeto, o robô tenha desaparecido num dos últimos relatórios de reavaliação do PROCAP (PETROBRAS, 1990) como se jamais tivesse existido⁸⁸ e a Petrobras tenha optado por alugar robôs projetados e fabricados no exterior. Neste capítulo vou seguir os passos do empresário, de sua empresa e seu robô buscando desvendar os “mistérios” envolvendo o

⁸⁸ No documento constam inclusive os projetos já encerrados, o que teoricamente não era ainda o caso do projeto do robô Tatuí.

projeto do robô Tatuí e seu abandono, através da observação das transformações que envolveram estes atores ao longo daqueles anos.

4.1 - CHOQUE DE CULTURAS EPISTÊMICAS

É possível dizer que foi através de um choque que começou a se operar a transformação do oceanógrafo Paulo Tupinambá em empresário e empreendedor. Um choque de *Culturas Epistêmicas*, utilizando um termo cunhado por Knorr Cetina (1999), que começou dentro mesmo do Instituto Oceanográfico da USP e foi amplificado com a experiência de Tupinambá no *Woods Hole Institution*.

Segundo Tupinambá, o pensamento dominante no Instituto Oceanográfico é que todos os recursos humanos deveriam estar dedicados à oceanografia. Desenvolver seus próprios equipamentos era uma coisa que “*não encaixava no ambiente acadêmico. A direção não gostava. O corpo docente não gostava. O pessoal se sentia incomodado com aquilo ali. Parecia que era um desvio dos objetivos do Instituto Oceanográfico*” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 15).

De acordo com esse pensamento, projetar equipamentos não era tarefa do Instituto, pois seria “*uma espécie de excrescência total... não era ciência*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 5), ou, pelo menos, não era a ciência que importava àqueles pesquisadores. Sendo assim, a “*tendência era achar que o equipamento deveria vir pronto de **algum lugar***” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 6, grifo meu). Por sua vivência no Instituto Oceanográfico, ele acreditava que esta era uma visão dominante na academia brasileira.

É possível que Tupinambá esteja certo, mas fazer esta afirmação demandaria um estudo mais extenso deste assunto que desviaria o foco deste trabalho. O que se pode dizer é que este é um comportamento muito difundido na sociedade brasileira e replicado à exaustão por meios de comunicação que dão voz a empresários e economistas, que naturalizaram a expressão de que o país não pode “*reinventar a roda*”. O grande problema desta expressão é que ela não é sequer uma boa metáfora uma vez que há rodas de vários tipos,

tamanhos, materiais e utilidades, tendo sido ela reinventada diversas vezes ao longo da história.

Uma busca superficial da expressão “*reinventar a roda*” no acervo do jornal O Globo mostra que esta expressão de inexistente até a década de 1960 (uma ocorrência em 1969) vai aparecendo de forma crescente a cada década seguinte: 1970 (5 ocorrências), 1980 (32), 1990 (61), 2000 (75) e 2010 (123). Pouco mais de um terço destas ocorrências (113) está em reportagens das editoriais de ciência, economia e país. Estes números mostram que esta preocupação com “*não reinventar a roda*” foi crescendo muito a partir dos anos 1980, naturalizando a ideia em grande parte da sociedade brasileira que os produtos tecnológicos mais sofisticados vinham “prontos” de “*algum lugar*” (que não era aqui) e que não cabia a nós “reinventá-los”.

Naquela época (década de 1970), porém, em outras áreas de conhecimento como na informática, em várias instituições do país, os pesquisadores não queriam apenas utilizar computadores estrangeiros. Nas “*universidades, professores, alunos de pós-graduação e pesquisadores projetaram modems, terminais de vídeo, terminais inteligentes [...], processadores especializados, compiladores, protocolos de comunicação e diversos produtos de informática*” (MARQUES, 2000, p. 95). Na década seguinte este mesmo espírito estava presente na criação do grupo de robótica da Coppe, que teve como seu primeiro contrato a pesquisa de tecnologia de robôs submarinos para a Petrobras, projeto paralelo ao desenvolvimento do robô Tatuí.

Já no caso da Petrobras não havia muita escolha. Não se aplicava o termo reinventar para algo que ainda não existia em lugar algum. Quando a Petrobras começou a encontrar petróleo em profundidades desafiadoras para a tecnologia existente, a solução era contratar empresas nacionais e estrangeiras para desenvolver a tecnologia necessária (inventar a roda).

Mesmo dentro do Instituto Oceanográfico havia posições divergentes, e o próprio Tupinambá, ao ir trabalhar no grupo de estudo de marés do professor Afrânio Rubens de Mesquita, acabou tendo contato com esta outra visão. O “*estudo de marés depende demais de instrumentação*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 6), sobretudo quando vai medir pequenas variações na maré longe da costa,

no local com grande profundidade onde *“você tem de conseguir detectar uma variação de 1 metro, talvez, da superfície do oceano, num lugar onde você não tem apoio para pôr o equipamento. Você não tem uma referência perfeita. Você só tem o fundo do mar”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 6).

Embarcados, longe da costa, os equipamentos oceanográficos tinham de ser verificados e configurados para garantir que a experiência não fosse interrompida. O jovem Tupinambá tinha algumas características que o tornavam bastante adequado para este tipo de atividade do grupo de marés. Segundo o próprio afirmou, ele tinha um perfil que *“não era tão comum assim no pesquisador médio do Instituto Oceanográfico”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 7), pois *“eu não enjoo nunca. Eu gosto muito de estar no mar. Velejei a minha vida inteira, mergulhei. Sempre gostei muito de estar no mar [...] tinha muita experiência de mar, de instalar equipamento, retirar equipamento, mergulhar enfim”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 6).

Curiosamente, a dependência tecnológica do Instituto Oceanográfico levou Paulo Tupinambá para o exterior, onde ele foi levar equipamentos para serem consertados de forma que pudessem ser utilizados num experimento científico internacional de medição de marés, o FGGE (*First Global GARP Experiment* - seção 2.14, página 123). Segundo afirmou, *“minha ida tinha a ver, como eu te falei, com reparos de equipamentos que iam ser usados no FGGE”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 2). O Instituto Woods Hole tinha seu próprio pessoal de engenharia para preparar os equipamentos. Nas palavras de Tupinambá (2018, p. 6, grifo meu): *“no Woods Hole, a parte de instrumentação era **indissociável** da parte científica. Se você montasse um projeto [...] ia buscar no pessoal de instrumentação, que estava dentro da universidade, o que você precisava”*.

Outro ponto de “choque cultural” é a relação do pesquisador oceanográfico e o navio. Nos navios utilizados pelo Instituto Oceanográfico, quer pertencessem à Marinha Mercante quer pertencessem à Marinha de Guerra, tanto o navio quanto os equipamentos dentro dele eram operados pelos marinheiros. O pesquisador era como *“um ser estranho a bordo”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 7). Qualquer coisa que os pesquisadores precisavam tinha de ser feita através da mediação do pessoal de bordo, com autorização dada pelo comandante da embarcação, que muitas vezes não era facilmente

acessível. “O Comandante era uma coisa meio esquisita, meio mística... Para falar com o Comandante era difícil [...] Por exemplo, você operar um equipamento do navio, não podia operar. Tinha que ser um cara da equipe da Marinha Mercante” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 7). Já no Woods Hole “o aluno operava tudo. [...] Os equipamentos de convés eram operados pelos oceanógrafos. Os guindastes: o pessoal tinha um treinamento e tal e eles operavam. Faziam como queriam. Isso para mim foi um **choque**” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 7 – grifo meu).

Este choque, entre práticas e culturas epistêmicas distintas, despertou o empresário em Paulo Tupinambá, plantando a ideia da possibilidade de, voltando ao Brasil, montar sua própria empresa. “Estive no Woods Hole onde [havia] este movimento de se nuclear empresas, a partir da universidade, para atender esta demanda da indústria de petróleo” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 1). Lá ele pode observar “vários pesquisadores saírem e abrirem companhias que iam prestar consultorias, fornecer algum equipamento, nuclear uma cadeia de fornecedores” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 1). A Petrobras, no Brasil, era uma opção a considerar devido à busca de petróleo no mar pela empresa desde a década de 1960.

Ao voltar ao Brasil, porém, Tupinambá se viu diante de uma oportunidade única de, dentro da USP, vivenciar uma experiência parecida com a que vivenciou no Woods Hole. Em 1979, durante a realização do FGGE, no “último cruzeiro oceanográfico do programa houve a ruptura de uma manilha do sistema de ancoragem de um marégrafo com a consequente perda do instrumento oceanográfico [...] o qual continha, em seus registros magnéticos, informações de fundamental importância” (TUPINAMBÁ, SOUZA e MESQUITA, 1979, p. 1). Algumas pessoas do Instituto Oceanográfico enxergaram neste incidente a oportunidade para construir um equipamento para resgatar estes instrumentos. No entanto, devido à cultura dominante no Instituto, houve resistências em realizar o desenvolvimento deste equipamento.

“Eu tive dificuldades sérias ali”, conta Tupinambá (2019, p. 15). “Se não fosse um professor (Prof. Afrânio de Mesquita) ter tido a coragem de falar: ‘isso aqui é papel do Instituto Oceanográfico sim. Como não? Isso tem que ficar aqui. Tem que ter lugar’. Se não tivesse tido essa pessoa com certa visão que

abrigasse aqueles jovens querendo fabricar” coisas, Tupinambá (2019, p. 15) não teria tido sua primeira experiência num projeto de desenvolvimento e, provavelmente, segundo suas próprias palavras: “a CONSUB não teria existido”.

O professor Afrânio Mesquita, orientador de Tupinambá, conseguiu bancar, dada a importância dos dados coletados, o desenvolvimento e construção de um batiscafo para recuperar o equipamento perdido (seção 2.14). Este artefato era necessário, pois a região onde ocorreu o acidente *“dificultava sobremaneira quaisquer soluções de resgate do equipamento perdido em função da profundidade (aproximadamente 120m), tipo de fundo (pedregoso e acidentado) bem como da distancia da costa (cerca de 515 milhas)”* (TUPINAMBÁ, SOUZA e MESQUITA, 1979, p. 1).

Este projeto permitiu a Tupinambá *“uma experiência ‘do tipo’ empresarial dentro da universidade”* onde ele foi obrigado *“a ter muito contato com empresas [...] Um projeto muito parecido com o que você faz dentro de uma empresa”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 5). Ele marca o começo da trajetória tecnológica de Tupinambá e ajudou a pavimentar o caminho que seria seguido posteriormente pelo empresário. *“O BATIUSP foi um grande salto tecnológico? Talvez não. Era uma coisa simples. Não era simples talvez em relação ao que já se tivesse feito no Brasil. [...] Mas, se não tivéssemos tido [...] aquela experiência, a CONSUB não teria acontecido e não teria tido os frutos que teve dentro da Subaquática”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 15-16).

4.2 - APRENDENDO A FAZER UM PROJETO

É possível traçar um paralelo direto entre o trabalho realizado por Tupinambá para o BATIUSP com o que foi feito posteriormente para a Subaquática e para a CONSUB, e mesmo o que buscou a Petrobras com o PROCAP. Quando uma empresa (ou um instituto como no caso da USP) está desenvolvendo um projeto tecnológico, um equipamento novo, muito provavelmente (a menos que seja um projeto muito simples) não vai produzir todas as partes da máquina, vai precisar juntar peças produzidas por outras empresas. Algumas destas peças podem ser encontradas no mercado prontas

para uso (se já são utilizadas em outros produtos de forma semelhante), como no caso das fontes chaveadas que a CONSUB utilizou no Tatuí (TUPINAMBÁ, 2018, p. 29), ou precisam de algumas adaptações, como o motor de empilhadeira adaptado e marinizado⁸⁹ para fazer a propulsão do Tatuí (TUPINAMBÁ, 2018, p. 36-37).

Quando se trata de um projeto revolucionário, com características muito específicas, algumas peças vão ter de ser feitas do zero, utilizando técnicas e processos novos que não são de conhecimento ou do interesse dos fornecedores disponíveis. Quem está desenvolvendo o projeto tem de aprender ou desenvolver estas técnicas e processos, e, mesmo que não vá produzir a peça, poder orientar outra empresa para produzi-la.

A Petrobras, através do PROCAP, buscava tanto o desenvolvimento de novos produtos quanto dominar as técnicas de sua produção, ou seja, buscava a investidora informacional de virtualização (seção 1.13). Isso servia tanto para a empresa orientar seus fornecedores na forma atender suas necessidades quanto para subsidiar as compras de produtos já prontos. Desta forma, ao longo do tempo, a Petrobras foi incorporando à sua estrutura departamentos que não eram diretamente ligados à produção e exploração de petróleo, mas forneciam apoio a estas atividades como a engenharia básica, a oceanografia, o grupo de robótica submarina e o próprio CENPES como um todo (seção 1.9).

Muito do que foi feito para o BATIUSP serviu de aprendizado para os projetos futuros de Paulo Tupinambá, pois, como era um projeto pioneiro no Brasil, envolvia a incorporação de novas técnicas ao que já era feito pelos potenciais fornecedores instalados no país. O que já era feito aqui precisava ser feito de forma diferente para o batiscafo. Assim, quem sabia fazer uma sofisticada peça de acrílico tinha de aprender a fazer esta peça resistente à pressão para virar uma janela. Quem sabia fazer um vaso resistente à pressão interna tinha que aprender a fazer um vaso resistente à pressão externa. Um cabo de aço balanceado que podia ser usado num elevador tinha que virar um cabo umbilical por onde pudessem passar fios.

⁸⁹ Processo de adaptação para operação submarina de equipamentos ou componentes normalmente utilizados em operações terrestres.

O corpo do batiscafo era um cilindro que tinha de ser resistente a pressão externa. Segundo Tupinambá (2018, p. 2), a *“indústria no Brasil estava muito acostumada com vasos para pressão interna para conter gás, vapor, líquidos em alta pressão. Mas um vaso para suportar pressão externa não era comum”*. No nome, vaso de pressão, e até mesmo a forma, ambos os tipos de equipamentos podem ser parecidos, mas as características de uso criam diferenças nos processos de produção. *“Para o leigo pode parecer que é a mesma coisa, mas não é. O vaso para pressão externa demanda uma tecnologia construtiva que você não precisa ter para o vaso de pressão interna”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 2). Como explica Tupinambá (2018, p. 2-3):

Se você fizer uma esfera de armazenamento de gás, para altas pressões internas, se essa esfera tiver uma imperfeição, quanto mais pressão você puser nela a tendência é corrigir a imperfeição. Não há um comprometimento estrutural do vaso se ele não for perfeitamente esférico. Mas se o vaso for para pressão externa, se ele tiver uma imperfeição, aquela pequena imperfeição inicia um colapso total da estrutura chamado colapso elástico, que não ocorre em vasos para pressão interna. [...] O mesmo ocorre com uma esfera metálica por exemplo. A mesma esfera que resiste a uma grande pressão interna pode colapsar com uma fração dessa mesma pressão, se aplicada externamente. Então a perfeição geométrica para um vaso de pressão externa é essencial. Em um vaso de pressão interna, nem tanto. Um cilindro que resiste a uma pressão interna, feito por uma indústria nacional [...] não tinha a precisão para atingir o nível de perfeição geométrica que você precisa um vaso de pressão externa. [...] Quando eu fui fazer o BATIUSP, você chegava numa caldeiraria acostumada a fazer vasos de pressão há anos, mas o corpo técnico “empacava” com uma forma simples como um cilindro, um vaso simples.

Num vaso de pressão interna não era necessário muita preocupação com as eventuais imperfeições da superfície do vaso. Embora isso talvez não seja evidente para um leigo, neste caso a pressão trabalha a favor corrigindo as imperfeições. Já no caso de um vaso sujeito a pressões externas, as imperfeições podem levar ao colapso do vaso.

“Como não havia uma demanda significativa de vasos de pressão externa e seus acessórios, somente em casos muito raros, a indústria não estava preparada. Nem com ferramentas, nem os calculistas sabiam muito bem lidar com isto” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 3). Não era possível então simplesmente encomendar um vaso a uma empresa. Eles tiveram que *“inventar maneiras de fazer as coisas aqui no Brasil”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 3). Para fazer o casco do BATIUSP foi preciso *“criar primeiro os gabaritos para fazer a conformação das*

chapas do vaso [...] A gente teve que desenvolver uma metodologia construtiva que a indústria não estava acostumada a seguir” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 3).

A realização deste trabalho resultou num aprendizado importante para Tupinambá, uma vez que *“vaso de pressão externa é um elemento tecnológico fundamental para você ir para as águas profundas. Você precisa de containers que resistam à pressão externa para abrigar equipamentos, pessoas... Enfim, equipamentos de mergulho usam vasos de pressão externa”* (TUPINAMBÁ, 2018, p.2). O que foi aprendido fazendo o batiscafo serviu depois para fazer câmaras de pressão, sinos de mergulho e submarinos.

Outra dificuldade encontrada é que *“todo vaso de pressão para uso submarino vai sempre ter algum elemento ótico”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 3). É necessário que exista uma janela, com *“um elemento transparente resistente à pressão”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 3), por onde uma câmera ou um humano possa olhar para o lado de fora. A janela não poderia ser feita de vidro devido à fragilidade deste material, tendo de ser necessariamente de acrílico ou de policarbonato. Segundo Tupinambá (2018, p. 4), até aquela época *“ninguém nunca tinha feito uma janela de acrílico para um vaso com ocupação humana, para trabalhar sob pressão externa, no Brasil”*.

Havia empresas especializadas em produzir peças de acrílico, porém não estavam treinadas nas técnicas de produção de peças para trabalhar sob pressão. Ainda segundo Tupinambá (2018, p. 4), *“é uma coisa que tem toda uma tecnologia”*. Não se pode *“usinar um bloco de acrílico como você normalmente faz para fabricar uma peça, por num torno um bloco bruto para dar o acabamento que você precisa”*, pois *“se você torneia o acrílico ele se torna excessivamente frágil. Para efeito de um vaso de pressão ele não pode ser utilizado. Você precisa usinar, mas precisa dar um tratamento térmico no acrílico para ele perder esta fragilidade que adquire na usinagem”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 4). Este era mais um conhecimento que era necessário ensinar ao fornecedor da peça.

Outra peça que resultou numa aprendizagem era o cabo que ligava o batiscafo ao navio, permitindo que ele fosse suavemente descido ao fundo do mar e trazido de volta. Quando um peso é movimentado para cima ou para

baixo por um cabo há uma tendência para o peso girar para um lado ou para o outro. Por isso “os cabos de aço [...] são sempre torcidos. Ele tem uma camada torcida para um lado, outra camada torcida para o outro. Num cabo de uso normal o fabricante [nem sempre] tem o cuidado de balancear estas camadas” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 4). Quanto melhor balanceadas as camadas, tendências de giro opostas se anulam, evitando que o peso gire. Quanto maior a distância que o peso vai percorrer mais importante se torna o balanceamento do cabo.

A indústria nacional já fabricava cabos balanceados para elevadores, mas o cabo do batiscafo tinha uma particularidade que a indústria não estava preparada para atender. O BATIUSP tinha que ter um telefone e, conseqüentemente, o cabo de aço que o sustentava tinha “um cabo elétrico dentro dele. Este tipo de cabo se chama ‘cabo eletromecânico’. É um cabo que precisa ter uma dada resistência mecânica, mas que tem uma ‘alma elétrica’” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 4). Um cabo como esse necessitava de uma nova tecnologia para ser produzido, pois o “que um cabo de aço normalmente aguenta não necessariamente um fio elétrico que está dentro vai aguentar. Você tem que compatibilizar uma série de coisas para aquilo funcionar” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 4).

Estes exemplos mostram como o trabalho de desenvolvimento do BATIUSP influenciou a carreira de empresário de Paulo Tupinambá. Além de ter tomado contato com técnicas que ele pôde utilizar posteriormente, permitiu a ele a experiência de como montar e capacitar uma rede de fornecedores.

4.3 - MERCADO DE EMPRESAS DE MERGULHO NO RIO DE JANEIRO

Paulo Tupinambá afirmou que voltou “para o Brasil com esta ideia na cabeça. [...] Comecei a me interessar de ver como é que a Petrobras estava resolvendo esta questão de preencher este gap de tecnologia, como é que ela ia fazer” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 1-2). É difícil dizer hoje se ele já visualizava trabalhar para a Petrobras quando estava no Woods Hole. É possível que hoje em dia, passados tantos anos, as memórias daquele tempo estejam embaralhadas para este tipo de detalhe. Mesmo que seja esse o caso, a

iniciativa do BATIUSP, na época (final da década de 1970), não passou despercebida da Petrobras e da Marinha do Brasil (seção 2.14, página 124), dois futuros clientes da CONSUB. Segundo o professor Afrânio, coordenador daquele projeto, recordou em uma reportagem de 2003, *“a iniciativa motivou a indústria nacional – a FINEP ‘abraçou o projeto’ [...] havia grande interesse por parte da Petrobras nesse tipo de desenvolvimento [e] [...] a Marinha do Brasil também demonstrou interesse”* (SOARES, 2003).

Após o BATIUSP Tupinambá sabia que a Petrobras tinha demanda para o tipo de tecnologia que ele dominava e ele tinha também a experiência de como trabalhar com outras indústrias, como desenvolver uma rede de fornecedores. *“Eu tive a experiência do BATIUSP que me fez ter este contato com a indústria nacional ali, em São Paulo. Tive uma experiência com vaso de pressão, tive uma experiência com cabo elétrico, tive a experiência com conectores, com acrílico...”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 5). Ele decidiu então utilizar estes conhecimentos para construir equipamentos submarinos.

Tupinambá percebeu *“que havia um espaço que estava sendo preenchido 100% por empresas [...] de mergulho estrangeiras. Havia uma tendência da Petrobras querer nacionalizar aqueles equipamentos e não havia interesse das empresas estrangeiras”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 5) em fazer isso. Seguindo sua vocação, em 1981, Paulo Tupinambá foi para o Rio de Janeiro com planos de aproveitar sua experiência de nacionalizar de equipamentos utilizados no fundo do mar. Porém como *“não tinha experiência empresarial”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 8), nem capital suficiente e nem clientes, achou *“mais prudente conseguir um emprego numa empresa primeiro”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 8).

O Rio de Janeiro era um mercado promissor onde atuavam diversas empresas de mergulho prestando serviços à Petrobras. Na década de 1960 a empresa começou a procurar petróleo no mar pelo Nordeste, onde já estavam os poços em terra, mas rapidamente a bacia de Campos se tornou a principal aposta da companhia, sobretudo após as descobertas de grandes campos no início dos anos 1980. A construção da Ponte Rio-Niterói também foi de grande incentivo para a instalação de empresas de mergulho.

Porém a maior parte destas empresas eram filiais de empresas estrangeiras, o que, dadas as pretensões de Tupinambá de nacionalizar equipamentos de auxílio a mergulho, limitava bastante suas possibilidades. “*Foi fácil de escolher a empresa. Eu procurei e fui nas duas únicas brasileiras porque achei [que] as estrangeiras não iam querer nacionalizar equipamentos*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 8). Estas duas empresas nacionais eram a Superpesa e a Subaquática Engenharia Ltda.



Figura 4.1 – Anúncio de curso de mergulho da Subaquática Engenharia.

Fonte: (MERGULHE..., 1982)

A primeira delas era uma divisão de uma empresa de guindastes e transportes de carga. A segunda era uma empresa fundada por praticantes de caça submarina (figura 4.1) que começou prestando serviços de mergulho profissional durante a construção da Ponte Rio-Niterói. “*A subaquática engenharia que foi criada desde o início só para mergulho mesmo. [...] Eram hábeis pescadores submarinos que criaram a empresa. Mas muito bons mergulhadores [...]. Talvez menos conhecimento técnico, mas muita intuição*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 8).

A empresa Subaquática Engenharia acabou se mostrando a ideal para dar a oportunidade que Tupinambá buscava. *“Procurei a Superpesa, procurei a Subaquática e logo rapidamente me entrosei com a Subaquática e recebi uma proposta de emprego”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 8). Como era uma empresa de capital nacional, com menos recursos que suas concorrentes, enfrentava dificuldades para adquirir equipamentos importados e competir com as empresas estrangeiras. A proposta era *“temos aqui vários equipamentos que a gente quer nacionalizar, porque para nós é muito difícil importar, é difícilimo, é caro, e a gente não consegue então **competir direito com as outras empresas estrangeiras**. A gente quer fazer no Brasil”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 8 – grifo meu).

Em 1981 Paulo Tupinambá foi de São Paulo para o Rio de Janeiro e começou a trabalhar na Subaquática Engenharia como Gerente de Projetos. *“Mudei para o Rio para trabalhar na Subaquática. Lembro que meu cargo era gerente de projetos”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 8) No novo emprego começou a fazer a nacionalização de equipamentos que eram utilizados pela empresa segundo as necessidades que iam surgindo. *“Eu lembro que a gente fez uma luminária submarina a partir de uma panela. [...]. Ferramentas, furadeira, tudo isso tem uso debaixo d’água. Tudo isso era importado e a gente foi nacionalizando todos estes itens”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 8).

O trabalho de nacionalização chegou inclusive, *“com apoio da FINEP”, ao “equipamento de mergulho profundo (Sistema de Mergulho Saturado), o que era o grande sonho da subaquática de nacionalizar”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 8) Segundo Tupinambá (2018, p. 8-9), *“a gente começou pelas câmaras de superfície, depois foi chegando ao sino”* e também *“ao umbilical caríssimo que traziam importado. Descobrimos quem eram os fornecedores das mangueiras e arrumamos um jeito de fazer a montagem do umbilical aqui no Brasil”*.

Estas nacionalizações não eram apenas uma forma de atender ao Zeitgeist, ou *“espírito da época”*, onde o governo tinha interesse em fazer o máximo possível de produtos no país para equilibrar a balança comercial, intelectuais e militares se preocupavam com conceitos como *“soberania nacional”* e empresários nacionais viam uma boa chance de conseguir vender seus produtos sem enfrentar a concorrência estrangeira (seções 1.10 e 3.3).

No caso da Subaquática estes produtos nacionalizados eram, inicialmente, para ser usados pela própria empresa, permitindo a ela melhores condições de competir com as outras companhias maiores.

Antes de contratarem Tupinambá, como dito anteriormente, a solução disponível para a empresa era adquirir equipamentos estrangeiros para poder competir com outras empresas de mergulho. Uma reportagem do Jornal do Brasil conta como, durante a construção da Ponte Rio-Niterói, em 1972, eles tiveram de adquirir novos equipamentos quando a profundidade aumentou de 60 metros para 100 metros. *“Desde o início da construção da Ponte Rio-Niterói, diversos mergulhadores da Subaquática Engenharia Ltda. estavam trabalhando na inspeção dos tubulões que eram cravados até 60 metros. Para um mergulho maior era necessário uma firma estrangeira”* (CONSÓRCIO..., 1972). O motivo era que *“nenhuma nacional estava equipada para a realização do serviço”* (CONSÓRCIO..., 1972).

Portanto, interessava à Subaquática poder adquirir equipamentos mais baratos e sem a burocracia de ter de importá-los para poder *“competir direito com as outras empresas estrangeiras”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 8). Mas, além disso, havia outro aspecto relevante a considerar, não apenas para a Subaquática, mas para o conjunto do país.

4.4 - QUEM PADRONIZA OS PADRÕES

Graças aos trabalhos de nacionalização iniciados por Tupinambá a Subaquática conseguiu ganhar contratos inéditos, enveredando por caminhos antes bloqueados a empresas nacionais. *“Quando a gente chegou num certo ponto de nacionalização, a Subaquática conseguiu ganhar, pela primeira vez na história dela, uma concorrência para fazer um reparo num duto submarino”*. O reparo *“era em um Riser. Um duto que traz o petróleo para a plataforma de produção”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 10). Para ganhar este contrato, não bastava apenas ter os equipamentos e saber como fazer o reparo. Era preciso *“provar”* para a Petrobras que o reparo seria feito corretamente.

Realizar uma solda na superfície, no ambiente seco, era uma tecnologia dominada no país e muitas empresas seriam capazes de realizar.

No caso daquele *Riser*, porém, era um tubo fincado no fundo do mar que quebrou rente ao solo. *“Existia uma plataforma chamada PA6 que estava em 100, 110, perto de 100 metros de profundidade perfurando um poço para futura produção de Petróleo. E o Riser dela quebrou rente ao fundo”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 10). O reparo deveria ser realizado no local, em condições muito desafiadoras, dentro d’água, a uma pressão de cerca de 100 atmosferas.

Mesmo que fosse um reparo na superfície seria preciso também verificar a qualidade do trabalho realizado, o que não seria um grande desafio. No fundo do mar, porém, as mesmas circunstâncias que dificultavam a realização do trabalho implicavam numa verificação mais rigorosa. Uma solda imperfeita levaria a uma fragilidade do *Riser* que, submetido à pressão do fundo do mar e do petróleo dentro dele, poderia levar a uma ruptura, causando um vazamento de grandes proporções econômicas e ecológicas, consequentemente afetando a imagem da empresa.

Havia então uma dificuldade: antes que uma empresa fosse escolhida para fazer o reparo precisava ter “provado” previamente que sabia realizar o “aquele” procedimento específico com sucesso, dentro dos padrões esperados de perfeição. *“Como é que as empresas estrangeiras ganhavam sempre essas concorrências? Porque você precisava ter um procedimento de solda previamente aprovado pelos técnicos da Petrobras”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 10). Portanto, a empresa tinha de já ter realizado um reparo em condições equivalentes: mesmo tipo de aço, espessura do tubo, profundidade etc. Ou seja, antes de se qualificar para fazer o reparo, a empresa tinha já ter feito o mesmo reparo! Ou realizar um reparo simulado num laboratório.

“Tinha que soldar corpos de prova na profundidade que você iria trabalhar. Mandar para um laboratório especializado [...] para ficar demonstrado que a resistência da soldagem estava perfeita” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 10). O laboratório não participava apenas da qualificação do procedimento. Feito o reparo (simulado ou não) ele entra novamente em cena para avaliar a qualidade do trabalho realizado. Quem é dono do laboratório ou tem acesso mais fácil a ele leva vantagem. As empresas estrangeiras levavam vantagem, pois elas *“tinham lá na Europa o famoso Centro Hiperbárico, [...] uma instalação que ou é da empresa ou é do governo. É uma câmara simuladora da*

profundidade” que “*you can rent, where you put your diver welder inside*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 10).

“*Cada empresa de mergulho [estrangeira] tinha os seus procedimentos já aprovados*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 10) e bastava buscar num banco de dados o que havia sido aprovado em outra ocasião. Como contou Tupinambá (2018, p. 10): “*já tinham procedimento aprovado para todos os aços, todas as tubulações*”. Uma empresa como a Comex, por exemplo, “*já tinha na prateleira o procedimento. 'Qual a espessura do tubo? Qual é o aço? ASTM516... Está aqui! Já tenho o procedimento qualificado'*”. Mais importante que isso, “*a Subaquática, e nenhuma empresa brasileira, tinha procedimentos aprovados o que criava uma reserva de mercado para empresas estrangeiras que cobravam o que queriam*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 10-11 – grifo meu).

Esta situação leva a seguinte reflexão: os países periféricos, por sua dependência tecnológica, são obrigados a estabelecer explicitamente, por meio de legislação (como a lei de informática, por exemplo), a proteção às suas empresas, ficando sujeitos a todos os tipos de “*julgamento de racionalidade*”, enquanto os países centrais protegem suas empresas através da padronização de seus laboratórios, tendo a racionalidade com sua aliada.

Isso leva o problema a um choque de racionalidades. Não é o caso discutir o padrão de qualidade ou mesmo o procedimento, o que levaria a discussão para a física de materiais, outros especialistas, outros laboratórios. A racionalidade que se quer discutir aqui é a do tempo econômico ou a pressa pela realização do lucro (por parte da Petrobras). Mesmo que uma empresa tenha o conhecimento técnico e possa investir o capital necessário para construir seu próprio laboratório de testes, ela só vai ter condições de competir pelo contrato do reparo se a Petrobras der a ela tempo para construir seu laboratório e realizar os testes. Caso a Petrobras aja apenas por uma racionalidade econômica, pela pressa de maximizar o lucro de seus acionistas no menor espaço de tempo possível, ela vai optar pelo procedimento pré-aprovado de alguma empresa estrangeira.

O senso comum poderia fazer crer que para a Petrobras seria vantajoso esperar para ter mais opções de empresas para realizar seus serviços, porém a racionalidade econômica levanta outras questões. Em

primeiro lugar, a espera por uma nova empresa se qualificar não necessariamente resulta em custos mais baixos, pois a própria qualificação da empresa implica em custos já amortizados pelas empresas concorrentes. Em segundo lugar, a qualificação de uma empresa para resolver uma situação específica não implica que esta empresa estará qualificada para resolver a próxima emergência. E por último, o tempo que uma empresa está se preparando para qualificar seu procedimento atrasa o cronograma de exploração do poço de petróleo, implicando no chamado “*custo de oportunidade*” (o rendimento financeiro que a empresa estaria obtendo caso a produção não tivesse interrompida).

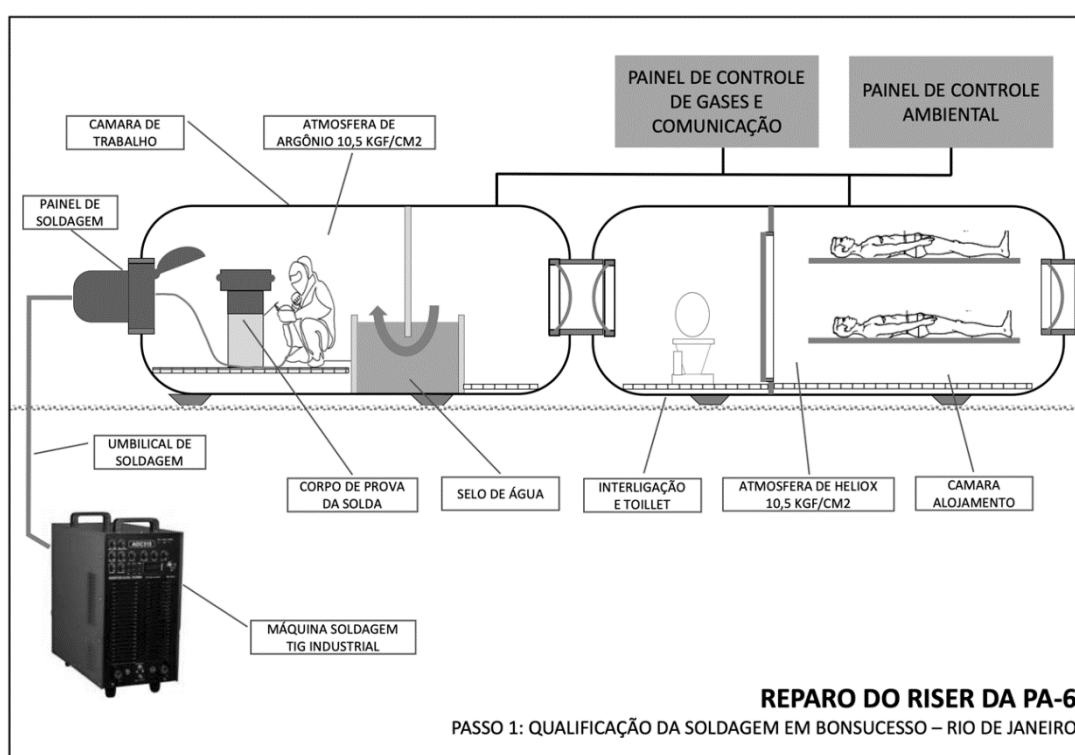


Figura 4.2 – Centro Hiperbárico da Subaquática Engenharia.

Fonte: acervo de Paulo Tupinambá.

A mesma racionalidade econômica naturaliza esta situação desqualificando o investimento da empresa nacional como “*reinventar a roda*”. Por que o país gastaria tempo e dinheiro para construir um laboratório que outros já têm e realizar procedimentos que outros já realizaram com “*qualidade comprovada*”? Na década de oitenta, este tipo de racionalidade ainda não era totalmente dominante. Como já foi dito anteriormente, o governo federal, na época, principal acionista da Petrobras tinha como prioridade equilibrar suas contas internas e caminho escolhido era qualificar as empresas nacionais para

fazer mais coisas internamente, evitando gastar mais dinheiro no exterior. “*Porque tinha sempre este espírito de nacionalização*”, como afirmou Tupinambá (2018, p. 11).

Com as nacionalizações de equipamentos, a Subaquática estava a meio caminho de se qualificar para fazer o reparo. Dependia da aceitação da Petrobras em dar tempo à empresa de adaptar seu equipamento e simular o trabalho. A argumentação da Subaquática foi: “*Temos um sistema de mergulho no nosso galpão que está sem contrato*”. Podemos então “*pegar uma câmara do sistema e fazer um centro hiperbárico [figura 4.2] temporário nosso, colocar nosso soldador lá dentro, soldar nossos corpos de prova, ensaiar lá no CENPES e qualificar nosso procedimento*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 11). Em vista do “*espírito de nacionalização*” dominante no governo e dentro da Petrobras, e também pelo histórico de trabalhos que já haviam sido realizados pela Subaquática e seu Engenheiro de Projetos, a proposta foi aceita.

Tanto a inclinação do governo nacional quanto da Petrobras pela nacionalização de equipamentos foram cruciais para o país adquirir, e manter por algum tempo, o conhecimento destas tecnologias para a exploração do fundo do mar. A chamada “*mão invisível do mercado*” vai sempre privilegiar as empresas maiores com muito capital e penetração em diversos possíveis mercados. A empresa nacional jamais iria se habilitar para realizar este tipo de trabalho sem o apoio de um poderoso cliente em potencial. Sem esse apoio e incentivo não há como prever quando a oportunidade poderia surgir novamente, o que aumenta consideravelmente o risco de investir num laboratório que talvez nunca seja utilizado.

Antes de fazer o reparo, era hora de provar que conseguia fazê-lo com a qualidade exigida. A Subaquática tinha um sistema de mergulho próprio no seu galpão em Bonsucesso (bairro da Zona Portuária do Rio de Janeiro). Para a simulação, foram usados dois vasos de pressão nacionais conectados (figura 4.2 e canto superior esquerdo da figura 4.3). “*Dentro do galpão da Subaquática montamos duas câmaras hiperbáricas nacionais interligadas. Dois vasos iguais*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 11). O primeiro vaso era utilizado para os mergulhadores especializados dormirem (na seção 2.5 vimos que os mergulhadores podem passar vários dias numa operação). “*Porque demora*

muito tempo para soldar. Tem que fazer turno, o cara tem que dormir, entra outro” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 11). O outro vaso, onde seria realizado o experimento, tinha água no fundo, uma cópia do tubo quebrado no chão e um simulador do conector pendurado no teto.

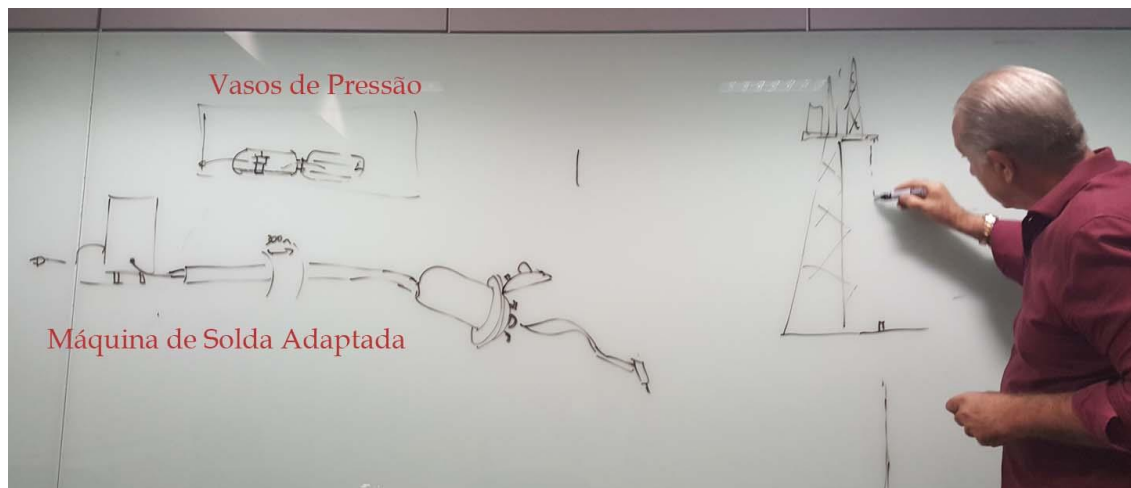


Figura 4.3 – Tupinambá mostra sistema de mergulho e o equipamento de soldagem.

Fonte: Entrevista do dia 13/09/2018

“Então a gente realizou a soldagem dos corpos de prova, nas exatas condições da obra futura. Esses corpos de prova foram então, ensaiados no CENPES, que qualificou o procedimento de soldagem” e essa foi “a primeira vez que uma prestadora de serviço brasileira conseguiu aprovar um procedimento de soldagem em águas profundas” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 11).

Quando foi a hora de realizar o serviço, a subaquática mostrou que *“reinventar a roda”* não significa apenas copiar o que os outros já fizeram, mas sim criar uma forma nova de fazer o trabalho baseado nos recursos e nas experiências prévias dos seus recursos humanos. *“Tivemos que desenvolver uma coisa que não tínhamos desenvolvido até então que foi uma máquina de solda TIG para trabalhar embaixo d’água. Então pegamos uma máquina normalmente para uso de superfície” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 11).*

Eles modificaram uma máquina de solda TIG⁹⁰ (canto inferior esquerdo da figura 4.3) que fazia a solda em uma atmosfera de Argônio. Estas máquinas

⁹⁰ “A soldagem TIG (sigla em inglês de Tungsten Inert Gas) é um processo de soldagem a arco eléctrico, criado entre um eletrodo não consumível de tungstênio e o material a soldar, envolto numa grande proteção gasosa. Essa proteção é constituída por um gás inerte - Hélio (He) ou Argônio (Ar)”. Disponível em <https://pt.wikipedia.org/wiki/Soldagem_TIG>, acesso em 22/06/2019.

têm um umbilical, onde passa um cabo elétrico e uma mangueira para injetar Argônio, que liga a máquina propriamente dita com a manopla. A modificação consistiu em “‘esticar’ o umbilical 300 metros, criando um espelho subaquático do painel de controle da máquina TIG na sua extremidade” de forma que “a máquina de solda ficava na superfície e o espelho do seu painel podia ficar a 300 metros de profundidade, disponível para o mergulhador” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 12).

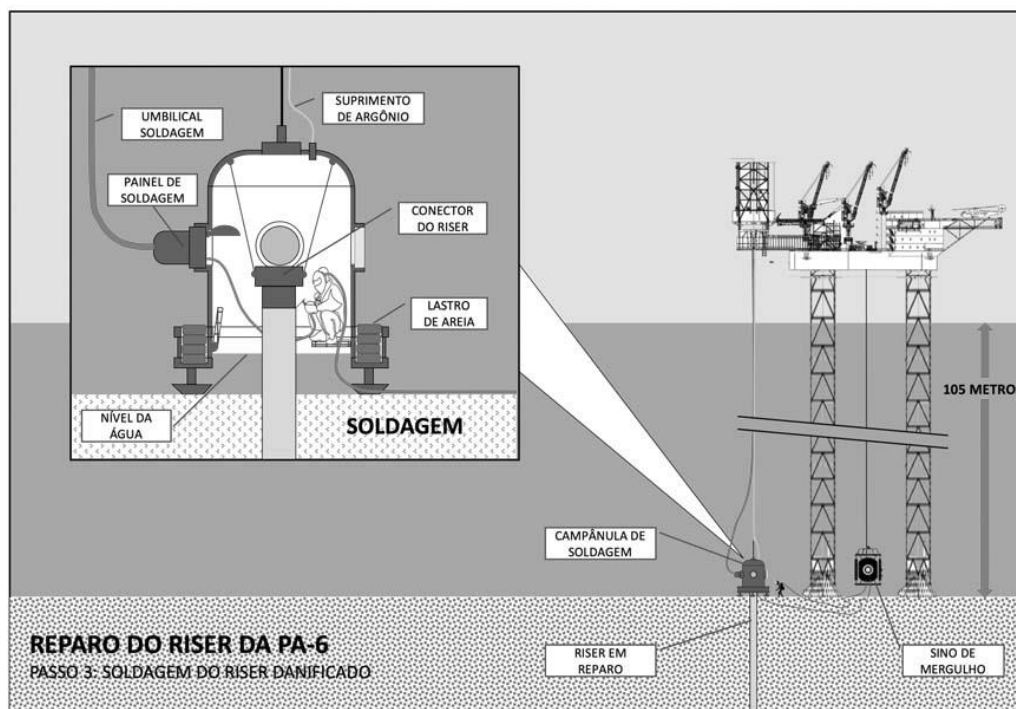


Figura 4.4 – Sistema de soldagem no reparo da PA6.

Fonte: arquivo pessoal de Paulo Tupinambá.

A parte mais engenhosa da solução da Subaquática foi como eles adaptaram um procedimento feito em terra para ser feito no fundo do mar, a 100 metros de profundidade (a descrição completa do procedimento, nas palavras de Paulo Tupinambá, está transcrita, com ilustrações, no apêndice A). O procedimento consistia em cortar o tubo quebrado, soldar um conector de Riser no tubo e depois radiografar a solda. As radiografias seriam posteriormente avaliadas no CENPES para aprovar o trabalho. Inicialmente uma equipe de mergulhadores foi levada ao fundo do mar num sino de mergulho. Com uma máquina instalada no sino fizeram o corte no tubo.

A engenhosidade do procedimento foi realizar a soldagem e as radiografias no seco, sem tirar o tubo do fundo do mar. “Para completar o

processo é necessária uma campanula de soldagem, uma espécie de abrigo submarino que permite que a solda seja feita a seco, embora no fundo do mar” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 12). A campânula é descida com auxilio de um cabo de aço, sendo instalada sobre o *Riser* (figuras 4.4 e 4.5). “*Ela está, nesse primeiro momento, cheia d’água e o conector que será soldado no Riser já segue dentro dela. Ela tem uns pezinhos para se apoiar no fundo e ficava numa altura que dava para o mergulhador passar por baixo e entrar*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 12).

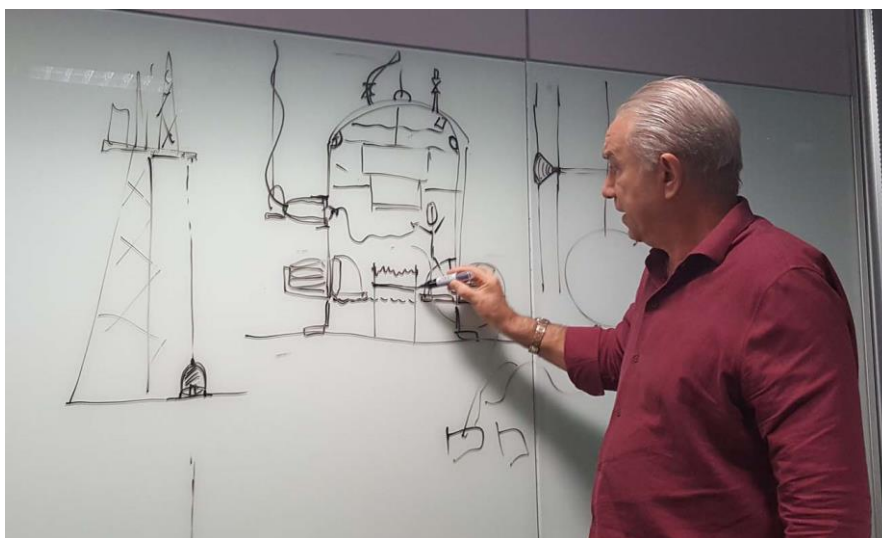


Figura 4.5 – Paulo Tupinambá mostra o sistema de soldagem.

Fonte: Entrevista do dia 13/09/2018

Sacos de areia foram usados como lastro para manter a campânula no fundo. A manopla do aparelho de solda foi colocada num pequeno vaso de pressão vedado, ligado à máquina pelo umbilical de 300 metros, para ser levado ao fundo. Este vaso foi preso a uma escotilha da campânula (figuras 4.3, 4.4 e 4.5). Uma mangueira vinda da superfície injetou argônio expulsando a água pela abertura na parte de baixo da campânula. Um mergulhador treinado para fazer a solda entrava na campânula pela parte de baixo, retirava a manopla do vaso de pressão pela escotilha e realizava a solda. Depois disso o equipamento de solda e o argônio eram retirados e a campânula era novamente enchida de água.

Outro mergulhador colocava o filme em volta da solda. Um vaso de pressão com o equipamento de radiografia era acoplado à escotilha. A água era drenada e um mergulhador treinado em radiologia realizava o procedimento

(descrição completa no Anexo A). *“Dessa forma fizemos a primeira radiografia de uma solda feita por uma empresa brasileira a 100 metros de profundidade”*. Processo que *“criamos completamente. Diferente, com outros equipamentos, com outras coisas, outras soluções”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 14). Não era somente um procedimento inédito, usando uma técnica original, realizado por uma empresa nacional. Boa parte do equipamento utilizado havia sido projetado e construído na Subaquática Engenharia. Luminárias, sistema de comunicação, vasos de pressão, sino de mergulho são derivados diretamente da experiência de Paulo Tupinambá no Batiusp.

A racionalidade econômica dominante poderia levantar o seguinte questionamento: “qual a importância para um país de saber fazer ou ter uma empresa que saiba fazer um sino de mergulho, um batiscafo ou um robô submarino”? Como mostrado na seção 3.11 (página 174), a quantidade de robôs submarinos em funcionamento hoje em dia está na casa de algumas centenas, produzido por vários fabricantes. A história das sucessivas experiências de Tupinambá mostra que não se trata da quantidade de um produto específico, da escala de produção, mas sim de conseguir um conhecimento que pode ser utilizado diversas vezes, em diversos produtos diferentes, resolvendo diferentes problemas relacionados com a exploração do fundo do mar.

Este efeito multiplicador da pesquisa e desenvolvimento (P&D) foi observado nos estudos realizados por Furtado e Freitas (2004, p. 74) nos projetos *“nacionalistas”*⁹¹ do PROCAP: *“a atividade de P&D se estrutura em torno de objetivos específicos. Os resultados diretos do projeto (novo produto, processo ou serviço) são concebidos para atender a necessidades estabelecidas nos objetivos”,* porém, o *“projeto, além de se propor a alcançar determinados objetivos, contribui para aumentar o estoque de conhecimentos das empresas e, também, a melhorar sua aptidão em fazer uso desse recurso para novas finalidades”*. Este aumento de *“estoque de conhecimento”* tem um efeito transformador, multiplicador, na própria empresa e em seu entorno: *“A capacidade de fazer uso dos conhecimentos internos [obtidos através da P&D] para encontrar-lhes novas aplicações pode gerar [...] diversos tipos de*

⁹¹ Termo utilizado pelos autores em referência a projetos realizados por empresas brasileiras.

impactos indiretos: tecnológicos, organizacionais e relacionais” (FURTADO e FREITAS, 2004, p. 74).

4.5 - RISCOS DA DEPENDÊNCIA TECNOLÓGICA

Algum tempo depois, outro trabalho de Tupinambá para a Petrobras mostra como esta dependência de padrões estrangeiros pode não atender aos interesses da empresa petroleira ou mesmo do país. Na época que conseguiu o contrato do Tatuí a CONSUB conseguiu também *“alguns contratos importantes [...] na área de oceanografia”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 17). Como em outros casos da exploração de petróleo em águas profundas, *“A situação é muito parecida”* nas palavras de Tupinambá, a Petrobras precisava de *“algo”* que ninguém mais no mundo tinha: *“a Petrobras estava indo para águas profundas, mas ela não tinha dados do ambiente submarino”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 17).

Pouco tempo antes havia sido descoberto o grande campo de Albacora e para começar a exploração era necessária uma série de dados oceanográficos do local. No projeto de uma plataforma no mar, mais importante que os dados da superfície (velocidade dos ventos, por exemplo), é preciso conhecer as características dentro d’água como salinidade, temperatura, velocidade e direção das correntes marinhas etc. A Petrobras estava indo para águas profundas, mas não tinha dados precisos do Campo de Albacora. Não conhecia *“a temperatura, a composição exata da água do mar em toda coluna d’água, a velocidade da corrente, que é um negócio fundamental”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 17).

Você precisa muito mais saber [sobre] a corrente [do que sobre o vento]. Vai fazer muito mais força na sua estrutura do que essa parte que está fora d’água aqui. Você precisa do vento também, mas precisa muito mais da corrente. Na questão da corrosão você precisa da composição da água e principalmente temperatura. Temperatura tem uma influência na corrosão exponencial. A salinidade tem uma influência enorme na corrosão. Então esses dados não estavam disponíveis para a Petrobras (TUPINAMBÁ, 2018, p. 17).

Segundo Tupinambá (2018, p. 17-20), a Petrobras contratava uma empresa estrangeira, a *“GLENN & ASSOCIATES”*, para fornecer estes dados: *“tinha uma empresa americana que, dos Estados Unidos, sem fazer medida no*

Brasil, fornecia dados oceanográficos e meteorológicos para a Petrobras na Bacia de Campos". Esta empresa não tinha dados sobre todas as localidades e profundidades que a Petrobras necessitava, mas resolvia este problema fazendo interpolações e estatísticas.

"Os Estados Unidos tinham certa presença mundial de coleta de dados oceanográficos" (TUPINAMBÁ, 2018, p. 17). O *Woods Hole Institution* e os militares americanos coletavam dados no mundo todo, muitas vezes em colaboração com pesquisadores de outros países, e depois acumulavam estes dados em suas "*centrais de cálculos*" (LATOUR, 2011, p. 335-386) nos Estados Unidos. Um exemplo deste tipo de coleta de dados são experimentos como o FGGE (seção 2.14, página 123).

Esta busca de informações ao redor do mundo, em viagens que convergem com o acúmulo destes dados em um local central, remete diretamente à história contada por Bruno Latour no capítulo 6 do livro *Ciência em Ação*:

Lapérouse não cruza simplesmente o caminho dos chineses, ignorando o povo que está na praia. Ao contrário, aprende com eles o máximo que pode, [...] porque o interesse que têm pelo lugar é menor que o interesse em levá-lo de volta, primeiro para o navio, depois para Versalhes (LATOUR, 2011, p. 338, grifo do autor).

Para uma potencia global, como os Estados Unidos, que têm submarinos (e interesses econômicos) percorrendo todos os cantos do globo, envolver "*o povo que está na praia*" (pesquisadores e instituições de pesquisa locais) é interessante tanto em termos de conseguir uma mão de obra barata para fazer os experimentos quanto para resolver questões legais envolvendo soberania nacional.

Diferentemente, porém, dos chineses de Lapérouse, que tentam ajudar o navegador como um morador da cidade ajuda um turista a encontrar o aeroporto, os pesquisadores acreditam estar se beneficiando do experimento, mesmo não contando com os centros de cálculo e a visibilidade dos cientistas da potência patrocinadora do estudo.

Em termos pessoais pode se dizer que os pesquisadores locais se beneficiam, uma vez que trabalhar em experimentos internacionais é valorizado no Brasil em função da já citada Colonialidade do Poder, mas a falta de

controle sobre o que acontece nos centros de cálculo limita a propagação deste benefício para o resto do país, como se verá a seguir.

Ao patrocinar estes experimentos mundo afora e levar “de volta” inscrições, os valores numéricos obtidos nestas medições, para os seus centros de cálculo, cientistas americanos podiam vender de volta esta matéria prima processada (juntada, dividida, somada, interpolada) para os países onde eram coletadas. Segundo Tupinambá (2018, p. 17-18): *“Eram uns estatísticos brilhantes. Eles pegavam aqueles pouquíssimos dados que tinham, faziam umas contas e diziam: ‘onde você está perguntando, a velocidade da corrente provável é entre tanto e tanto, com a probabilidade de’* tantos por cento.

Se tivesse seguido por esse caminho a Petrobras só teria estes dados estimados para projetar suas plataformas, porém, com o aumento da profundidade, os erros acumulados tornavam estes dados muito pouco confiáveis. Segundo Tupinambá, *“tudo saía superdimensionado. Porque como você não tinha certeza do dado, qual era a solução? Bota aço aí”*. Se a Glenn *“está dizendo que a corrente é meio nó”*, então *“vamos botar um fator de segurança de dois, três, **porque eu não tenho certeza**”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 18 – grifo meu). O resultado é que a *“plataforma fica desnecessariamente cara. Os cabos de aço para ancorar ficam superdimensionados. Fica tudo pesado. Você gasta dinheiro à toa”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 18).

No início da década de 1980, a Petrobras começou a contratar oceanógrafos para trabalhar com estes dados. *“Não existia isso dentro da Petrobras. A Petrobras contratou oceanógrafos do Instituto Oceanográfico”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 18). Entre eles, *“um colega meu que [...] trabalhou no Batiusp, [...] o José Mario⁹², virou oceanógrafo lá do setor de engenharia”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 18).

Os oceanógrafos da Petrobras não confiavam naqueles dados porque eles não provinham de medições diretas, mas sim de inferências estatísticas. Segundo Tupinambá (2018, p. 18) os novos oceanógrafos começaram a criticar os dados que a Petrobras comprava: *“os relatórios desses doidos aqui são uma maluquice. Tem que coletar dados! A Petrobras precisa coletar dados”!*

⁹² Coautor do artigo do professor Afrânio, citado na página 124.

O problema oceanográfico se misturava ao problema econômico. Os dados que a Petrobrás podia comprar no estrangeiro não eram confiáveis e podiam causar enormes prejuízos à empresa. *“Quanto mais precisão você tem nos dados ambientais, menos fator de segurança você precisa pôr no projeto e mais esbelto, delicado, seguro [...] e econômico”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 18) ele fica.

A Petrobras precisava coletar dados, mas *“quem que era capaz de coletar dados no mar? Que empresa que era capaz? Só havia empresas americanas, japonesas. Caríssimas”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 18). Saía-se de um problema econômico para cair em outro.

Como citado anteriormente, a descoberta, em 1984, do campo gigante de Albacora a cerca de 1.000 metros de profundidade, águas muito profundas numa época em que a Petrobras estava apenas começando a explorar campos a 400 metros, agravou este problema. Segundo um artigo das Notícias PROCAP:

É importante ressaltar que os dados de correntes utilizados para projetos em águas rasas (atlas da Marinha, relatórios Glenn, etc.) não são adequados para águas profundas, podendo induzir a solicitações de projeto inferiores aos esforços reais que as estruturas devem suportar (LIMA, 1991, p. 2).

O planejamento para a exploração destes campos muito profundos levou a empresa a criar o primeiro PROCAP e a tecnologia que seria desenvolvida em seus projetos dependia da confiabilidade dos dados oceanográficos. A solução encontrada pela empresa, portanto, foi criar sua própria central de cálculo e com seus próprios oceanógrafos fazer as medições. *“Com a necessidade de produção de petróleo em lâminas d’água superiores a 400 m, ficou evidente serem indispensáveis o planejamento de coletas e a análise de dados meteorológicos e oceanográficos, que, na forma de especificação técnica, servirão de base para projetos em águas profundas”* (LIMA, 1991, p. 1).

Em novembro de 1986, segundo o relatório do PROCAP de 1988 foi criado um projeto com duração prevista de 36 meses e o objetivo de *“obter capacitação para coleta e tratamento de dados meteo-oceanográficos”*. (PETROBRAS, 1988a, p. GER-01; LIMA, 1991, p. 1) Ainda

segundo o relatório, este projeto mobilizou diversos órgãos internos da Petrobras: o CENPES/DIPREX para “*coordenação e tratamento de dados*”, a SEGEN/DENPRO para “*coleta de dados*” e o SERMAT para “*nacionalização de equipamentos*”.

A presença deste último órgão mostra que não era apenas uma questão de coleta de dados, mas também de fazer isso com equipamento nacional. O documento ainda apresenta a participação de entidades externas à Petrobras, com a palavra “nacional” repetida em cada item: “*Indústria Nacional, Companhias de Engenharia Nacionais e Firmas de Consultoria Nacionais*”.

A formação de Paulo Tupinambá, sua experiência no Instituto Oceanográfico da USP, sua experiência em nacionalização de equipamentos e a rede de contatos que começou a montar desde a época do Batiusp capacitaram a CONSUB a ser uma destas “*Companhias de Engenharia Nacionais*”, mesmo que o nome da empresa não seja explicitamente citado nesta parte do relatório.

A primeira etapa do projeto consistia em “*coleta de dados a bordo do navio de pesquisa em Albacora*” (PETROBRAS, 1988a, p. GER-01) e foi realizada pela CONSUB. Segundo Tupinambá (2018, p. 18-19), “*a gente pegou um barco que [...] pertencia ao Instituto de Pesca de Santos, chamado Orion*”. Acerca do Orion ele continua: “*Fiz um convênio e fiquei com o Orion por dois anos. [...] O Orion era um barco pequeno de uns 15 metros, 18 metros*”.

A primeira atividade realizada no âmbito do projeto GER-01 “*foi o planejamento de uma coleta de dados na isóbata de 700 m em Albacora, nas proximidades do poço I-RJS-335. Esta campanha de medições de dados oceanográficos [...] estendeu-se de abril de 1987 a novembro de 1988, utilizando o navio de pesquisas Orion*” (LIMA, p.1).

Tendo o seu próprio navio, o próximo desafio era ancorá-lo em mar aberto, a uma profundidade de quase mil metros, uma tarefa que não era trivial, mas que foi resolvida, segundo Tupinambá (2018, p. 19), por meio de “*um sistema que eu aprendi lá no Woods Hole, no Buoy Group*”. Tupinambá, na entrevista, descreveu (e desenhou) como funcionava o sistema:

A gente jogou lá uma âncora... [...] Não me lembro quantos metros de corrente. Depois vinha um cabo com flutuação negativa⁹³ que fazia uma catenária e tinha uma emenda com um cabo que tinha flutuação positiva. Isso aqui é nylon [flutuação negativa, perto da poita (âncora)], isso aqui era polietileno [flutuação positiva, perto do barco]. Então fazia uma catenária invertida. Aí vinha para uma boiazinha aqui. E vinha dar no Orion aqui. [Figura 4.6, linha inclinada] Estou fazendo numa escala... Isso aqui é mil metros. Mas numa escala certa o navio deveria [ficar pequeno]... Chegava lá no Orion. Então Orion ficava ancorado em mil metros (TUPINAMBÁ, 2018, p. 19).

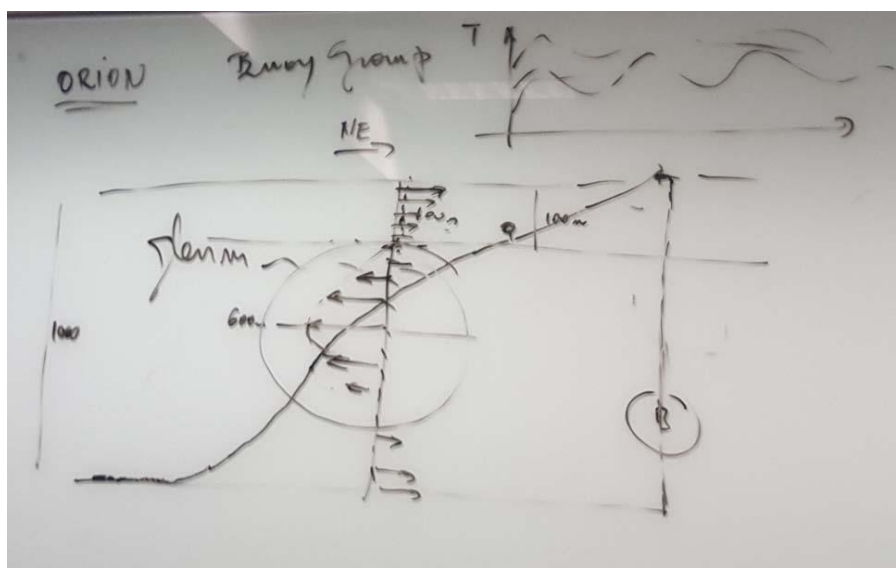


Figura 4.6 – Tupinambá explica o resultado do experimento de Albacora.

Fonte: Entrevista do dia 13/09/2018

Uma vez ancorado, o chefe científico da expedição “do Instituto Oceanográfico” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 19), tinha que medir um conjunto de parâmetros, em toda a coluna d’água, até mil metros. A prática, segundo Tupinambá (2018, p. 20) consistia em, “de quatro em quatro horas”, a equipe de pesquisadores “descia um pacote de equipamentos até mil metros de profundidade e puxava. Descia e puxava. Então a cada quatro horas tinha uma medida de temperatura, velocidade da corrente, salinidade, condutividade, oxigênio dissolvido”.

Feitas as medições, tinha como produto, “por exemplo, a famosa ‘série de tempo’ [...] para todas as profundidades até mil metros. **Foi a primeira vez**

⁹³ “Flutuação negativa (negative buoyancy): Fenômeno físico ocorrente quando o empuxo sobre um corpo submerso não excede ao próprio peso desse corpo. Resulta daí uma força vertical não equilibrada que provoca a imersão de tal corpo e seu assentamento no leito desse curso d’água. Poitas são exemplos de componentes nos quais ocorre tal tipo de fenômeno. [...] O uso depende da aplicação, mas o objetivo mais comum é o de propiciar ancoragem para outro corpo amarrado/ancorado à mesma e que apresente flutuabilidade positiva”.

Fonte: <<http://dicionariodopetroleo.com.br/dictionary/flutuacao-negativa/>> acesso em 9/3/2020

que se fez medidas oceanográficas em águas profundas no Brasil nessas regiões” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 19, grifo meu).

Como resultado foi “desenvolvido pelo CENPES um modelo numérico de circulação oceânica na região da costa sudeste” (LIMA, 1991, p. 2), incluindo a Bacia de Campos. “Este modelo” fornecia, “para cada ponto modal, um perfil de corrente em nove níveis, bem como” permitia “estudar as condições atípicas nas quais ocorre inversão das direções de corrente” (LIMA, 1991, p. 2).

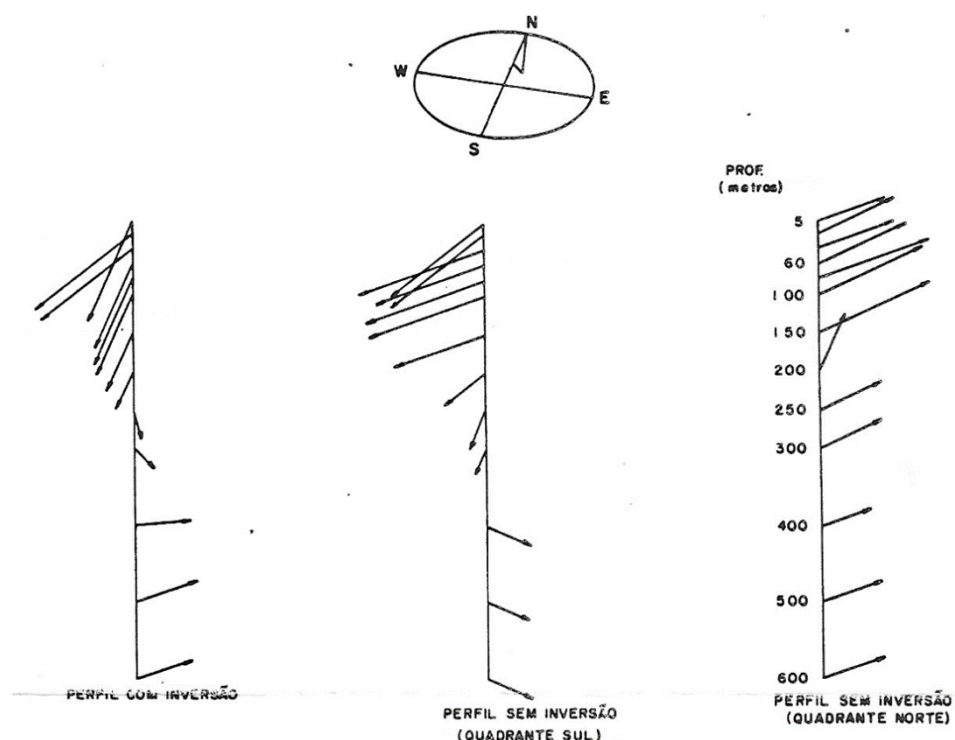


Figura 4.7 – Perfis de corrente de Albacora. Fonte: LIMA, 1991, p. 2

O que em si já era um feito considerável acabou se revelando um grande acerto da Petrobras, pois “a glória foi que, quando a gente começou a levantar os primeiros dados, **eram completamente diferentes dos relatórios GLENN & ASSOCIATES**” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 20, grifo meu).

Segundo a publicação Notícias PROCAP de maio de 1991, os dados coletados pelo Orion “permitiram identificar claramente o padrão de circulação oceânica [figura 4.7] em torno da isóbata de 700 m na Bacia de Campos, com a água tropical sendo transportada pela corrente do Brasil na direção S-SW e a água central do Atlântico Sul fluindo para NE a partir de 300 m”, porém, continua o informe, “em ocasiões atípicas, todo o perfil de corrente pode fluir

para o mesmo quadrante, gerando solicitações extremas sobre as estruturas” (LIMA, 1991, p.2).

O que se conclui é que, se não tivesse investido em montar uma equipe de oceanógrafos e em bancar uma empresa nacional para fazer as medições, a Petrobras estaria sujeita a utilizar dados que não teria como avaliar a confiabilidade, podendo levar a empresa a ter perdas econômicas decorrentes de acidentes ou de desperdício. A respeito dos dados coletados no experimento, o artigo das Notícias PROCAP (LIMA, 1991, p. 2), afirma:

O uso dessas informações irá assegurar o fornecimento de valores mais precisos aos projetistas, principalmente no que tange à ocorrência simultânea de valores extremos, permitindo significativa redução de esforços e gerando estruturas mais leves na faixa de 10% a 20%, com consequente diminuição de custos da ordem de milhões de dólares para a Companhia.

A Petrobras poderia também ter contratado uma empresa estrangeira para fazer as medições, mas, além de ter que se submeter a novos (e altos) custos de novas compras a cada nova região a ser estudada, ela não se capacitaria para coletar e tratar os dados oceanográficos, ficando assim sujeita a não poder contestar os dados que recebesse. *“Era uma coisa que basicamente a fonte do serviço era no exterior e passou a ser feita aqui. E esse grupo de oceanografia cresceu muito dentro da Petrobras. A oceanografia passou a ter uma importância enorme”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 21).

Outra questão relevante é que se a Petrobras optasse por contratar uma empresa estrangeira estaria pagando para que ela coletasse dados importantes sobre áreas ricas em petróleo, dados estes que poderiam ser disponibilizados para empresas concorrentes. Longe de ser um assunto apenas de interesse da empresa Petrobras, é uma questão de interesse nacional⁹⁴.

Como afirmou o professor Bevilacqua (2018) durante meu exame de qualificação para esta tese: *“O governo federal deveria ter um projeto de exploração do mar. Não é só petróleo. [...] Estes desenvolvimentos*

⁹⁴ Em 2013 documentos vazados pelo wikileaks mostraram que a Agência de Segurança Nacional dos Estados Unidos (NSA) espionou a Petrobras e membros do governo brasileiro. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2013/09/130908_eua_snowden_petrobras_dilma_m em: <https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2013/09/130908_eua_snowden_petrobras_dilma_m> acesso em 9/3/2020

tecnológicos a gente é que tem que fazer mesmo. [...] O que vai sair daí para outras áreas a gente nem sabe agora”.

É importante destacar ainda que, além dos dados oceanográficos, uma empresa brasileira se capacitou para construir instrumentos oceanográficos. “O Orion gerou os primeiros dados oceanográficos de Albacora e o pacote de instrumentos utilizado [...] tinha sua tecnologia associada ao Tatuí. Era um subproduto”. Além disso, atendendo ao espírito da época (do seu início), “o contrato começou com, vamos dizer, 80% importado e 20% nacional e terminou com praticamente 100% nacionalizado” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 20).

O experimento do Órion revelou a fonte da discrepância entre os dados estimados pela empresa americana e os dados medidos pelos oceanógrafos brasileiros (figuras 4.6 e 4.7). A GLENN assumia que o vento preferencial era numa determinada direção. “Então eles tinham muitas medidas de corrente, feitas pelos americanos, até certa profundidade, cem metros, sei lá... E, normalmente, a corrente de superfície, ela obedece muito ao vento” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 20). Eles estimavam então “que a corrente seguia dominada pelo vento, apenas diminuindo com a profundidade” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 20). Com as medições a equipe do Órion encontrou um cenário bem mais complexo, como mostram as figuras 4.6 (linha vertical com setas para esquerda e direita) e 4.7: “não era uma diferença apenas estatística. O processo físico era outro” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 19-20). Tupinambá (2018, p. 20) descreve com suas próprias palavras o que foi descoberto:

Até uma profundidade de mais ou menos cem metros você tinha uma corrente descendo a costa. O vento predominante era nordeste, então você tinha uma corrente indo para sudoeste descendo a costa. Mas, mais ou menos nos cem metros, isso invertia. Você tinha uma corrente contrária a essa. Uma tesoura de corrente que o pessoal chama. E o mais surpreendente é que esta contracorrente era muito mais forte do que essa daqui [perto da superfície]. A estrutura tinha que ser muito mais projetada para resistir a esta contracorrente [do fundo]. Então a corrente fazia isso aqui [ia para sudoeste] depois fazia isso aqui [ia para nordeste]. Chegava num pico a 600 metros. Depois ela diminuía de novo. E aí, sazonalmente, tinha outra de novo descendo a costa. Mas essa aqui era sazonal. Nem sempre existia. Mas a descoberta da importância disso aqui foi muito grande porque esse era o maior fator que se deveria cuidar no projeto. E teve um peso muito importante.

A terceira etapa do projeto GER-01 consistia no “desenvolvimento de um sistema de aquisição e transmissão dos dados utilizando boias

oceanográficas” (PETROBRAS, 1988a, p. GER-01). Esta continuação do projeto também ficou a cargo da CONSUB que ganhou *“um contrato para substituir o Orion por uma boia automática. Onde estava o navio instalamos uma boia automática com transmissão de dados por satélite. Ancorada do mesmo jeito e com os mesmos sensores”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 20). O sistema era mais econômico, pois evitava que se mantivesse um barco estacionado um longo período num determinado lugar, com todos os custos envolvidos de manutenção da embarcação e da tripulação.

Além disso, havia a comodidade para a Petrobras, pois no *“laptop de um funcionário, era possível acessar a boia e fazer o download dos dados em tempo real”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 20). Este sistema depois foi utilizado em toda a Bacia de Campos, instalado pela CONSUB. *“Um sistema bastante sofisticado. Talvez um dos mais sofisticados do mundo de coleta de dados. A Petrobras hoje tem disponível em tempo real dados de todas essas regiões de modo a subsidiar os seus projetos e operações”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 21).

“Eu lembro que os primeiros testes e instalações da boia foram entre 91 e 92, mas daí para frente a gente operou a boia muito tempo. O desenvolvimento é que foi entre 90 e 92” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 5). O sistema das boias é mais um exemplo do fator multiplicador do aprendizado tecnológico. Tupinambá afirma que *“se não tivéssemos desenvolvido o Tatuí não teríamos conseguido fazer essas outras coisas. Esse aprendizado nosso com o Tatuí acabou dando muitos frutos não exatamente onde os idealizadores do projeto inicialmente imaginavam”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 12-13).

Logo em seguida, acrescenta: *“a boia oceanográfica foi logo na sequência do Tatuí. Parece não ter nada a ver com ele, mas possui o mesmo sistema de processamento, o cabo eletromecânico era o mesmo [...]. Uma adaptação diferente, mas a tecnologia toda saiu do Tatuí”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 13).

4.6 - CRIAÇÃO DA CONSUB E A “SIMBIOSE” SUBAQUÁTICA

Tupinambá veio para o Rio e conseguiu emprego na Subaquática Engenharia para nacionalizar alguns equipamentos. Ele tinha consciência,

porém, de que o interesse da empresa era limitado ao trabalho de mergulho e os equipamentos nacionalizados eram apenas um meio de acesso a trabalhos mais sofisticados. O limite de seu trabalho na empresa era a quantidade de equipamentos que a ela interessasse nacionalizar. Alcançado este limite sua utilidade diminuiria muito. *“Depois de certo tempo, eles também começaram a diminuir a demanda deles. Porque eles já tinham o que precisavam. Então quando chegou 1985 [...], se eu não tivesse aberto a outra porta, eles também iam começar a ratear como meu cliente único”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 9)

Havia também um interesse divergente e, de certa forma, conflitante. Tupinambá *“queria levar”* o trabalho *“mais para o lado da robótica e o pessoal da Subaquática não via isso como uma coisa que eles deveriam fazer. O negócio deles era mergulho e mergulho”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 9).

Dois anos depois de conseguir o emprego na Subaquática ele *“abriu outra porta”*. Ele teve a oportunidade de realizar seu antigo desejo de abrir a própria empresa de engenharia e conseguiu, através de um acordo com a Subaquática, fundar a CONSUB sem se desligar totalmente da empresa que o acolheu no Rio de Janeiro. Numa situação de *“simbiose”*, como descreveu Tupinambá, a nova empresa funcionava nas instalações da velha empresa e a tinha como principal cliente. A história da fundação da CONSUB foi contada de uma forma mais heroica numa reportagem da revista *“Isto É Dinheiro”* em 2009: Tupinambá *“juntou os recursos obtidos com o fundo de garantia, vendeu o carro e com os cerca de US\$ 50 mil amealhados montou a Consub. ‘Tinha dinheiro suficiente para pagar o aluguel e arcar com a folha salarial por apenas seis meses’”, segundo o próprio afirmou à revista na ocasião (O EMPRESÁRIO..., 2009).*

Apesar das dificuldades iniciais da vida empresarial, através da CONSUB Tupinambá ganhou autonomia para procurar, por conta própria, novos clientes e montar sua própria rede, que por sua vez não concorria com a empresa de mergulho. Para a Subaquática também era vantajoso, pois poderia contar com os serviços de nacionalização que precisasse (enquanto precisasse), sem ter que manter os funcionários de uma atividade que não era sua atividade-fim. Ele, porém, não estava partindo do zero no estabelecimento de contato com seus potenciais, futuros, clientes, pois *“a rede de contatos,*

construída na academia e no setor privado, fez a diferença” (O EMPRESÁRIO..., 2009).

Como mostrado anteriormente, o trabalho que resultou na criação do Batiusp despertou a atenção da Marinha e da Petrobras na época em que foi desenvolvido (seção 2.14, página 124). Com o trabalho da solda submarina, realizado quando Tupinambá ainda era empregado da Subaquática (descrito com detalhes neste capítulo e no apêndice A), seu nome foi novamente associado a um trabalho pioneiro de inovação em engenharia submarina, o que o ajudou a renovar sua rede de conhecimentos dentro da Petrobras. *“Este reparo [da PA6] ficou muito conhecido” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 14).* O CENPES acompanhou atentamente o trabalho, pois eles qualificaram o procedimento e testaram a solda. *“Tinha um cara do CENPES permanentemente a bordo” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 14).*

Esta visibilidade abriu caminho para os trabalhos futuros quando ele fundou a CONSUB. *“Quando eu montei a CONSUB que eu fui procurar a Petrobras como cliente diretamente. Fui ao CENPES onde já conheciam o meu trabalho” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 14).* Segundo ele conta: *“acabei conseguindo alguns contratos com o CENPES. Coisas pequenas e tal. Mas comecei então a trabalhar diretamente com a Petrobras” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 14).*

Conta Tupinambá (2019, p.4) que *“Um dos primeiros contratos da CONSUB com a Petrobras foi para desenhar e construir uma câmara de soldagem hiperbárica que foi no CENPES... Não dá para chamar de um Centro Hiperbárico”. Era chamado pela empresa “de laboratório de solda hiperbárica” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 4).* O laboratório *“era um vaso bem pequeno, um vaso esférico talvez com um metro de diâmetro que você tinha uma máquina de solda, uma mesa que se movia em duas direções” (ibdem).*

No laboratório se *“podia colocar um corpo de prova dentro” do vaso, “fazer uma solda, fechar e simular mil metros de profundidade. Dava para fazer os primeiros rudimentos de alguns testes de soldagem em laboratório. Era dentro do CENPES e nós que fabricamos” (ibdem).* Aquela solda realizada pela Subaquática teve um papel fundamental, pois foi *“no sucesso daquilo que a gente conseguiu esse contratinho com o CENPES. E eu acho que conheci o*

Ney Robinson com ele entrando de estagiário⁹⁵ nesse laboratório de soldagem hiperbárica” (ibdem).

Com o tempo, cada vez mais a CONSUB foi ganhando novos clientes e se direcionando para a área de robótica enquanto diminuía os trabalhos para a Subaquática. “Talvez, se não fosse esta diferença de alinhamento filosófico, eu tivesse criado a CONSUB, mas ficasse sempre fazendo **uma espécie de simbiose** com a Subaquática. Mas como eu queria muito esta coisa da robótica acabou que separou mesmo” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 9 – grifo meu).

Num esforço para ampliar sua rede, Tupinambá começou a fazer doutorado na Coppe com o professor Luiz Bevilacqua. Segundo afirmou: “Eu comecei um doutorado com o Bevilacqua em ‘vasos de pressão’. Mas acabei não indo em frente. [...] Antes dessa história toda” do robô Tatuí. Em “1985, 1984, um pouco antes” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 24). Seu interesse era na área de vasos de pressão, onde já tinha uma grande experiência desde os tempos do Batiusp. “Foi até por aí que eu fui procurar a Coppe. Foi através do Bevilacqua [...] que me apresentou ao pessoal” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 24). O doutorado, porém, não foi concluído, mas este contato inicial levou Tupinambá posteriormente de volta à Coppe, quando ele ganhou da Petrobras a encomenda para desenvolver o robô de observação (abordado na seção 3.4).

O interesse renovado de Tupinambá em “vasos de pressão” ainda não tinha a ver diretamente com robótica, mas estava relacionado ao procedimento de soldagem submarina, realizado por Tupinambá como funcionário da Subaquática. Aquele procedimento gerou o contrato com a Petrobras para “desenvolver a tecnologia de soldagem hiperbárica para o atendimento das situações de reparo e montagem submarinas, em profundidades de até 500m, através da pré-qualificação de procedimentos de soldagem em simuladores hiperbáricos” (PETROBRAS, 1988a, p. GER-16).

Este contrato discriminado com “pré-qualificação de procedimentos de soldagem hiperbárica” durou, pelo menos, de outubro de 1983 até junho de 1988, tendo sido incorporado ao PROCAP com o código GER-16.

⁹⁵ Tupinambá foi traído pela memória, pois nesta época o Ney Robinson já era engenheiro contratado da Petrobras.

A breve experiência no doutorado marca o fim do Tupinambá acadêmico e a consolidação do Tupinambá empresário. A experiência no doutorado na Coppe foi uma confirmação, para ele, do que havia dito sobre sua experiência do Instituto Oceanográfico da USP:

*A maneira como eu queria levar um projeto era muito mais parecida com o que eu vi nas empresas. [...] Eu vi que eu era muito mais identificado com aquele jeito de fazer as coisas do que com o jeito da academia brasileira. [...] Acho que isso aí era uma **vocação mais empresarial** minha que estava aparecendo (TUPINAMBÁ, 2018, p. 7 – grifo meu).*

No ano de 1985, Tupinambá começou a tentar concretizar o seu direcionamento para a área de robótica submarina. Naquele ano, a exploração do mar por robôs era um assunto em muita evidência, sobretudo depois da expedição que descobriu os restos do Titanic (abordado na seção 2.10). Em agosto a empresa americana Honeywell demonstrou interesse de construir robôs no Brasil e chegou a procurar um sócio brasileiro, segundo duas reportagens publicadas no Jornal do Brasil (capítulo 2, página 109).

Segundo duas reportagens do Jornal do Commercio de setembro de 1985 (CONSUB..., 1985; SECRETÁRIO..., 1985), a CONSUB buscou um financiamento “no valor de Cr\$ 3 bilhões” (cerca de US\$ 422.000,00 pela cotação oficial do dia 4 de setembro de 1985⁹⁶) no Fundo de Apoio Tecnológico do Rio de Janeiro (Funtec) para “construção de robôs submarinos controlados da superfície, capazes de poder trabalhar a profundidades de até 1000 metros” (SECRETÁRIO..., 1985).

Ao ver essas reportagens do Jornal do Commercio, Tupinambá, não se lembrou de ter feito esse pedido de financiamento: “Isso é de 20 de setembro de 85. Então é anterior ao Tatuí. [...] Não consigo me localizar com isso aqui. Por que a gente assinou o contrato no começo de 86”. Nesta época, “já tinha recebido a tal da AFM. Setembro de 85 é muito pouco tempo antes” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 1).

Ele acredita, no entanto, que como “em setembro já estava negociando com a Petrobras” é possível que “tenha dado entrada em algum pedido de financiamento já prevendo que ia ter o contrato. Mas acho que não deu em

⁹⁶ O Jornal O Globo informa que no dia 4 de setembro o dólar estava cotado a Cr\$ 7.090,00 para compra e Cr\$ 7.125,00 para venda. Fonte: O Globo, Economia, 4/9/1985, p. 18.

nada, pois o Tatuí não teve outro financiamento, só da Petrobras mesmo” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 1).

Coincidentemente, no mesmo dia (4 de setembro) que o Jornal do Brasil publicava que a Honeywell buscava um parceiro brasileiro para construir robôs, o Jornal do Commercio relatava que o Conselho de Desenvolvimento Tecnológico (Cotec) do Rio de Janeiro havia recebido a solicitação de financiamento da CONSUB. (HONEYWELL..., 1985; SECRETÁRIO..., 1985)

Apesar da coincidência de datas, o que havia em comum entre os dois projetos era o fato dos robôs submarinos estarem em evidência por conta do Titanic. A Honeywell buscava uma empresa de informática como sócia e iria trazer sua linha de produção de San Diego (Califórnia, EUA) para o Brasil para baratear os custos e sua produção seria voltada para exportação. Segundo conta a reportagem do Jornal do Brasil, cada robô custava “*entre 300 mil e 400 mil dólares*” (HONEYWELL..., 1985), aproximadamente o mesmo valor que a CONSUB estava pedindo ao Cotec.

Tupinambá soube na época das movimentações da empresa americana, mas não houve nenhum movimento de aproximação entre as duas empresas. Ao contrário disso, estes planos, se fossem adiante, poderiam atrapalhar os planos da CONSUB para a Petrobras. Segundo Tupinambá, a Honeywell desistiu ao avaliar que o mercado potencial brasileiro era pequeno. “*Não foi para frente, eu imagino, quando a Honeywell percebeu que o tamanho da demanda era muito pequeno*” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 2). Como a reportagem afirma que produção seria exportada, acho mais plausível que a empresa tenha desistido por causa do índice de nacionalização de componentes que a obrigaria a abrir mão de sua rede de fornecedores.

A CONSUB, por sua vez, tinha como seu maior diferencial a nacionalização de equipamentos. O mercado que desejava era o nacional e seus possíveis clientes a Marinha do Brasil e a Petrobras. O pedido à Cotec, se não rendeu o financiamento desejado, pelo menos serviu para mostrar que a CONSUB estava entrando na área da fabricação de robôs submarinos. O projeto foi encaminhado ao Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) da UFRJ “*para saber da existência ou não de tecnologias semelhantes já desenvolvidas no Estado do Rio*” e também ao CENPES, onde foi considerado de “ótimo

*padrão técnico”, tendo recebido “referências elogiosas por parte do superintendente de pesquisa e produção do Cenpes, Nelson Saback Velloso, que lembrou a **importância da nacionalização e o desenvolvimento da tecnologia submarina para a Petrobrás e o resto do País**” (CONSUB..., 1985, grifo meu).*

Esta movimentação da CONSUB em direção à robótica submarina selou definitivamente a separação desta empresa em relação à Subaquática Engenharia, que não pretendia investir nesta área e via estes equipamentos como concorrentes de suas atividades. A situação da Subaquática em 1985 se assemelha à situação enfrentada pela CONSUB alguns anos depois, entre aderir a uma atividade concorrente ou se arriscar a perder mercado (seção 3.11). A forma como as duas empresas reagiram a este desafio determinou o encerramento das atividades da primeira e a sobrevivência da segunda.

Como relatado anteriormente (seção 2.6), em 1985 ainda não era claro que os robôs substituiriam os humanos em profundidades superiores a 300 metros. Nas profundidades acessíveis aos humanos os robôs já se faziam presentes, porém apenas acompanhando com câmeras os trabalhos dos mergulhadores. Em 1986, quando o contrato do Tatuí já estava assinado, a Petrobras cogitou mandar mergulhadores a 411 metros de profundidade para realizar reparos em postes que serviriam para fixar a Árvore de Natal Molhada (seção 2.6, páginas 94 e 95). Robôs submarinos haviam sido enviados ao local, mas estes não possuíam ferramentas adequadas para realizar o conserto. Duas empresas internacionais (Tecnosub S/A e ComexTenenge) foram mobilizadas e começaram a preparar mergulhadores para realizar a tarefa (TIMÓTHEO, 1986c), porém uma outra empresa conseguiu adaptar seus robôs para realizar o conserto.

Este acidente do poço levou para trabalho com robôs submarinos outro personagem importante desta história. O Engenheiro Ney Robinson, que já trabalhava há alguns anos na Montreal Engenharia com instalações petrolíferas em terra. Com a criação da Monocean, ele foi deslocado para a área de engenharia submarina. Quando surgiu o conserto dos postes ele foi um dos encarregados de fazer as ferramentas para corte e instalação do novo poste.

4.7 - COMEÇO DO TATUÍ

No ano de 1986 se estabilizaram provisoriamente as condições necessárias para que fosse construído o primeiro ROV brasileiro. O governo Sarney (1985-1990), iniciado no ano anterior, manteve a continuidade com os últimos governos militares na área de Minas e Energia através de Aureliano Chaves, ligado ao ex-presidente Geisel. Garantiram-se assim, pelo menos nesta área, a continuidade da política de investimentos da Petrobras e a preocupação com a questão das substituições de importações (seção 1.10). O entrave aos investimentos na Petrobras foi parcialmente removido na área econômica com a trégua no combate à inflação com o plano Cruzado e o congelamento de preços.

A conjunção destes fatores veio em uma hora oportuna, pois *“em 1985, ocorreu um [...] fato altamente relevante na Petrobras: a descoberta dos campos gigantes nas águas profundas. [...] A autossuficiência era um sonho, mas até a descoberta de Marlin e Albacora era um sonho impossível.”* (SILVEIRA, 2007, p. 10-11). A Petrobras acreditou ser possível começar a exploração dos grandes campos de petróleo descobertos no ano anterior, porém, O “sonho” era possível *“desde que tivesse tecnologia para produzir em grandes profundidades”* (SILVEIRA, 2007, p. 10-11). O robô submarino é um ponto de passagem obrigatória desta *“tecnologia para produzir em grandes profundidades”*, pois estes equipamentos são as mãos e os olhos da Petrobras em profundidades inacessíveis aos mergulhadores humanos.

Dois importantes atores da história do desenvolvimento do primeiro robô submarino brasileiro são: o DEPER (Departamento de Perfuração) e o SERMAT (Serviço de Materiais). Quando a Petrobras decidiu partir para águas mais profundas, a perfuração é quem primeiro iria precisar de novos equipamentos capazes de trabalhar em profundidades maiores e, portanto, tinha a demanda para que o SERMAT adquirisse esses equipamentos.

O SERMAT, porém, era muito mais que um departamento de compras. Quando um produto estava disponível no mercado, na especificação desejada, era realizado um contrato do tipo AFM, Autorização de Fornecimento de Material, entre a Petrobras e o fornecedor. Porém quando um produto não

estava disponível no mercado havia a possibilidade de a Petrobras financiar o seu desenvolvimento junto a outras empresas. Neste caso se celebrava um tipo especial de contrato chamado “AFM pioneira”, que previa preços maiores e prazos mais dilatados (embutindo o custo e o tempo de desenvolvimento do produto), e cuja realização previa o acompanhamento técnico do CENPES, tanto nas especificações como na validação do produto final (TUPINAMBÁ, 2018, p. 16). A AFM pioneira não implicava necessariamente na contratação de uma empresa brasileira para desenvolver o produto e mesmo durante o primeiro PROCAP alguns dos desenvolvimentos foram feitos por empresas estrangeiras ou por consórcios de empresas estrangeiras e nacionais.

No caso do robô submarino, O SERMAT escolheu uma empresa brasileira, a CONSUB, que foi contratada através de uma AFM pioneira. Segundo Tupinambá (2018, p. 15), “o SERMAT, até onde eu entendi dentro da Petrobras, era um núcleo de pessoas muito comprometidas com a questão da nacionalização, do conteúdo nacional, de desenvolver a indústria nacional”. Eles tiveram “um papel absolutamente fundamental no desenvolvimento da indústria brasileira”.

Mesmo não sendo obrigatório, durante o primeiro PROCAP, a Petrobras manteve a orientação de dar preferência a empresas nacionais nas suas compras, tanto nas AFM como nas AFM pioneiras. “Desde o início, a Petrobras conduziu uma política de nacionalização” (SILVEIRA, 2007, p. 8). O comprometimento com esta política era tanto que, mesmo que o fornecedor não tivesse a capacidade técnica para produzir o produto, a Petrobras utilizava seus departamentos técnicos para capacitar o fornecedor nacional a atingir a qualidade desejada: “cabe a uma empresa de petróleo especificar os equipamentos, comprá-los, controlar e ver se todos os itens estão de acordo, e pronto” (SILVEIRA, 2007, p. 9). A Petrobras foi mais além, pois “montou equipes técnicas para trabalhar em conjunto com os fabricantes, de modo a induzir e apoiar a sua capacitação” (SILVEIRA, 2007, p. 9).

Entre 1982 e 1985, estava à frente do SERMAT o engenheiro José Paulo Silveira, que em 2007, em depoimento ao projeto Memória da Petrobras, deu sua versão sobre o contexto do programa de nacionalização de equipamentos realizado durante sua gestão no órgão (SILVEIRA, 2007, p. 7):

Em 1982, o México quebrou, porque não conseguiu pagar a sua dívida externa, provocando uma reação em cadeia no mundo em desenvolvimento. O Brasil, que vinha pegando empréstimos no exterior, teve a sua fonte de captação de recursos interrompida, a exemplo de outros países em desenvolvimento. Então, tivemos uma crise cambial. A Petrobras, reagindo a essa crise, implantou um audacioso Programa de Nacionalização de Equipamentos.

A decisão sobre a origem do equipamento a ser comprado, de uma empresa estrangeira ou preferencialmente de uma empresa brasileira, dependia de uma orientação que vinha desde os mais altos cargos do governo, passando pelo ministério das Minas e Energia, pela direção da Petrobras e chegava até o SERMAT, que iria efetivamente encomendar os equipamentos. *“Com a crise do petróleo, mudou-se a prioridade, que passou à exploração e produção. [...] O Sermat **recebeu a incumbência** de empreender um programa de articulação com a indústria para fabricar aqui os equipamentos que estavam sendo importados”* (SILVEIRA, 2007, p. 8 – grifo meu).

Em 1986, Silveira saiu do SERMAT para assumir a direção do CENPES e lá pôde liderar o esforço de capacitação que resultou no PROCAP (SILVEIRA, 2007, p. 13-14). *“Se você olhar o processo tecnológico da Petrobras, ele foi engenheirado por um cara chamado José Paulo Silveira [...] Esse cara conseguiu, na década de 80, bolar isso e até hoje é o que a gente usa”* (FORMIGLI FILHO, 2005, p. 34).

O CENPES é outro ator interno da Petrobras importante na história do robô Tatuí. *“O contrato do Tatuí teve muita participação do CENPES porque o contrato era com a área de compras da Petrobras, [...] mas no próprio contrato dizia que o órgão fiscalizador [...] era o CENPES. Então o CENPES sempre esteve muito presente”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 14). Neste tipo de contrato *“era muito comum o CENPES estar envolvido porque era uma AFM que demandava um acompanhamento diferenciado”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 16). Um contrato de desenvolvimento não é um contrato comum, *“não é que nem receber um equipamento que já foi feito”,* onde só é preciso *“ver se ele está em conformidade com o projeto. Não existe projeto. Precisa primeiro aprovar o projeto, depois fazer o protótipo, depois depurar o protótipo”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 16). É preciso realizar a investidura informacional de virtualização (seção 1.13).

Além disso, independentemente da origem do equipamento, a Petrobras tinha interesse na transferência de tecnologia e não apenas pela questão política envolvida. Segundo o engenheiro Ney Robinson (REIS, 2018, p. 29): *“até para comprar você precisa conhecer. Você não compra um negócio assim: ‘me dá um carro aí!’ Tem que saber para o que você quer, onde vai usar”*. E o local para “conhecer” os equipamentos, dentro da Petrobras, era o CENPES.

Quando a Petrobras faz um contrato deste tipo *“a ideia não é desenvolver alguma coisa para concorrer com o mercado. [...] Não é para competir com o empresário que ganha dinheiro com isso. É para você aprender a fazer aquilo. Aprender bem-feito e gerar massa crítica”* (REIS, 2018, p. 29). E nessa época não havia ninguém que soubesse fazer um robô submarino no Brasil, nem mesmo a CONSUB. *“A gente estava um pouco mais na frente porque já tinha feito alguma coisa. [...] O funcionário de uma empresa como a Petrobras nessa época nunca tinha visto isso. Hoje você vai à Petrobras e é um centro de excelência de equipamentos submarinos”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 17).

Para absorver este conhecimento e acompanhar o desenvolvimento do robô, a Petrobras criou nesta época o centro de robótica, onde Ney Robinson foi trabalhar no início de 1987 após prestar concurso. *“Naquela época, os departamentos lá do CENPES eram voltados para refino, desenvolver processo de refino, processo de metalurgia. Não existia uma área submarina no CENPES. Foi criada depois da CONSUB”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 17). *“Quando nós entramos era a época que o CENPES estava fazendo o PROCAP [...] e estavam começando a formar as equipes para estudar os temas. Foi elencada uma série de temas que o pessoal achava importante”* e que o CENPES não dominava. *“Eu era um dos caras que conhecia mais intervenção submarina, pois eu já estava trabalhando com isso. O CENPES não sabia nada”* (REIS, 2018, p. 22-23).

A Petrobras capacitava empresas, mas as empresas também capacitavam a Petrobras. *“Um dos serviços que a CONSUB fez foi organizar [...] um grande curso de robótica para os técnicos”* do CENPES. *“O Ney Robinson foi um dos frequentadores desse curso. Nós trouxemos gente dos*

Estados Unidos para ministrar o curso [...] e eu [também] dei aula em alguns módulos” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 16). A CONSUB participou da criação da “*área de intervenção submarina*” realizando cursos, treinamento e participando de seminários organizados pelo grupo. “*O Núcleo de Tecnologia Submarina do CENPES formou-se na época desse curso. Os técnicos que foram o início da tecnologia submarina na Petrobras, grande parte deles estava nesse curso*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 17). Ainda nesse esforço de absorver e desenvolver tecnologia, a Petrobras fez convênios com a UFRJ para se aprofundar em alguns dos aspectos da construção de robôs (como mostrado pela figura 3.4, página 143).

Durante o processo de desenvolvimento, o CENPES mantinha um contato constante com a CONSUB: “*eles acompanhavam. Eles estavam ali vendo onde a gente estava apanhando, onde a gente não estava apanhando*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 17). “*Quem estava com a responsabilidade de construir? A CONSUB. Mas isso foi um esforço patrocinado pela Petrobras que ela podia simplesmente contratar uma empresa e fazer. Mas [...] a ideia era desenvolver a equipe*” (REIS, 2018, p. 27). Se não fosse por isso “*não precisava ter feito tantos contratos guarda-chuva com a universidade. Mas foi feito para desenvolver massa crítica*” (REIS, 2018, p. 27).

4.8 - DO PROJETO À CONSTRUÇÃO

Um folheto informativo/promocional, um “*teaserzinho*” segundo Tupinambá, (2019, p. 5), produzido pela CONSUB em 1989, chamado “*Notícias do Tatuí*” conta que “*a partir de julho de 1986, por iniciativa da PETROBRAS, teve início o programa de nacionalização de veículos submarinos de controle remoto, com a participação de vários Institutos de Pesquisa e empresas brasileiras*” (CONSUB, 1989).

Uma vez celebrado o contrato, foi traçado um plano, um “*programa*”, de desenvolvimento “*dividido em quatro fases: Projeto; Fabricação de um protótipo básico (sem garagem); Fabricação do protótipo completo; Fornecimento de duas unidades pioneiras*” (CONSUB, 1989). Havia uma série de especificações básicas definidas pela Petrobras que a CONSUB deveria atender (Tabela 4.1):

A fase de projeto envolvia a realização de uma série de tarefas específicas como mostrado no diagrama da figura 4.8: Interação com o cliente (GEPEM), Análise dos modelos existentes no mercado internacional, análise das condições brasileiras, especificação geral preliminar, modelagem numérica do comportamento (veículo / garagem / cabo) e ensaio no túnel de vento do CTA.

Profundidade máxima de operação:	1000mca.
Corrente marinha máx. de operação:	2Kt
Alimentação:	380VAC a 480VAC, 60Hz, 40KVA
Estado do mar máx. para operação:	06 (plataformas) 05 (embarcações)
Velocidade:	3Kt longitudinal 1.5Kt transversal 1.0Kt vertical
Configuração:	Unidade de Comando Fonte de Força Sistema de Lançamento Garagem Veículo Todo o conjunto facilmente transportável
Função Principal:	Observação através de televisonamento e fotografia
Outras Funções:	Corte de cabos até 3/4"DIA Medição de potencial eletroquímico

Tabela. 4.1 – Especificações básicas definidas pela Petrobras

Fonte: TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 199-200

Nesta fase, a CONSUB procurou a ajuda da COPPE para o desenvolvimento do “*sistema de controle dinâmico do USAR-I*”⁹⁷ e para o “*estudo de propulsores para um ROV*” (COPPETEC, 1986; SILVA, 1986), parceria que não se concretizou conforme foi contado na seção 3.4. Para além do que foi discutido no capítulo 3, este episódio mostra como duraram as negociações para a construção do robô e como foram evoluindo os enredamentos. Uma reportagem da Folha de São Paulo (UFRJ..., 1986) colocava a COPPE no projeto do robô em junho de 1986, no entanto, segundo outros documentos, a CONSUB só assinou o contrato um mês depois, em julho

⁹⁷ Unidade Submarina de Atuação Remota.

(CONSUB..., 1986; CONSUB, 1989), e a COPPE só apresentou uma proposta (recusada) à CONSUB em outubro (COPPETEC, 1986) daquele ano.

Como ninguém havia feito um robô submarino no Brasil, era necessário observar o que já existia para aprender. *“Teve uma fase de estudo conceitual. A gente olhou tudo que tinha no mercado na época. Não tinha tanta coisa ainda. O mais famoso era aquele RCV 225 [figura 2.2] da Honeywell. Mas que era um robô mais fraquinho”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 26).

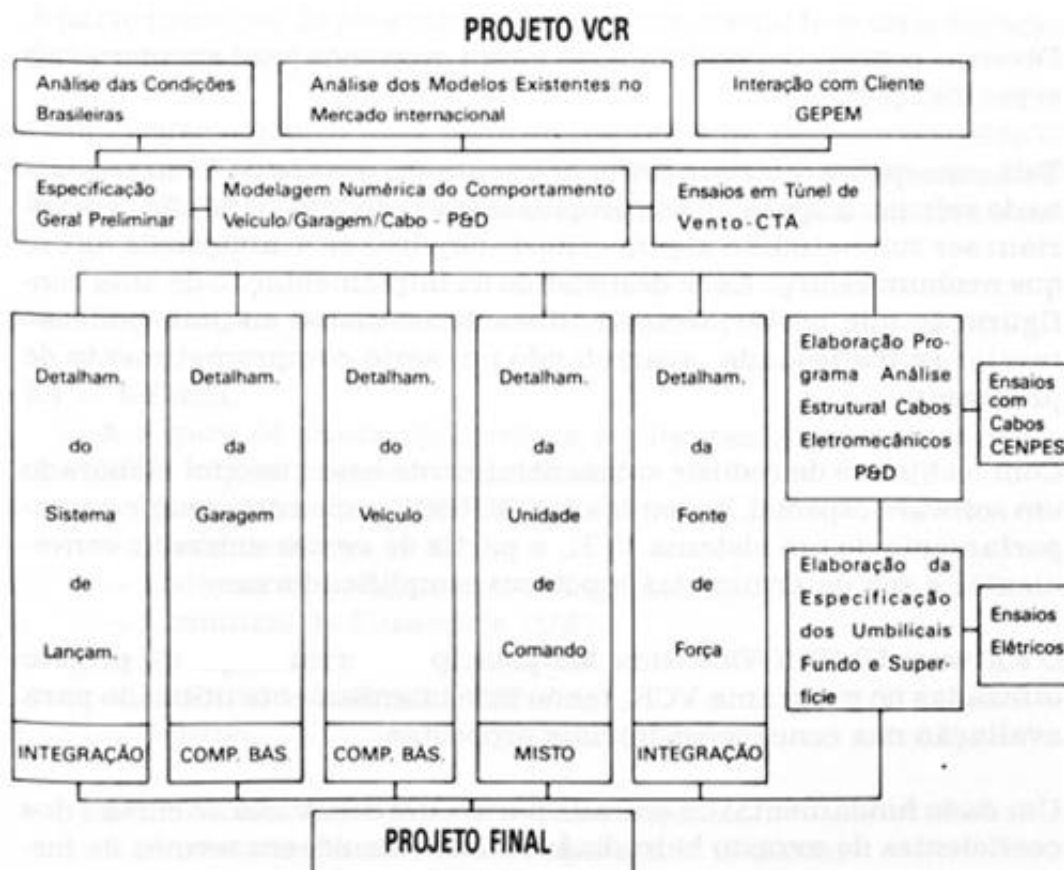


Figura 4.8 – Fases do projeto do programa VCR.

Fonte: TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 199

A Petrobras já utilizava alguns veículos e estava ciente destas limitações. Na mesma época que estava fechando o contrato do Tatuí houve o acidente com o poço a 411 metros (páginas 94 e 95). Sobre esse acidente, Ney Robinson (REIS, 2018, p. 13), conta que a Petrobras usava *“uma câmera que acompanhava [as operações] e já tinha uns pequenos veículos. [...] Mas, se não me engano, nessa época o 225, que era essa bolinha, não ia tão profundo [411 metros]. Então a coisa era acompanhada por câmeras”*. Ainda segundo Tupinambá (2019, p. 2): *“o modelo que na época [1986] era o mais bem-*

sucedido era o famoso RCV225. [...] Só que era para uma lâmina menor. Trezentos metros, quatrocentos metros”.

Havia outro problema além da profundidade. Os robôs existentes eram adaptados às características de outros mares. “O grande lance foi quando a gente resolveu abasileirar projetos que eram feitos com uma visão de atendimento a demandas do Mar do Norte” onde os “equipamentos eram concebidos com determinados tipos de configuração, voltadas para as características deles lá” (FORMIGLI FILHO, 2005, p. 31).

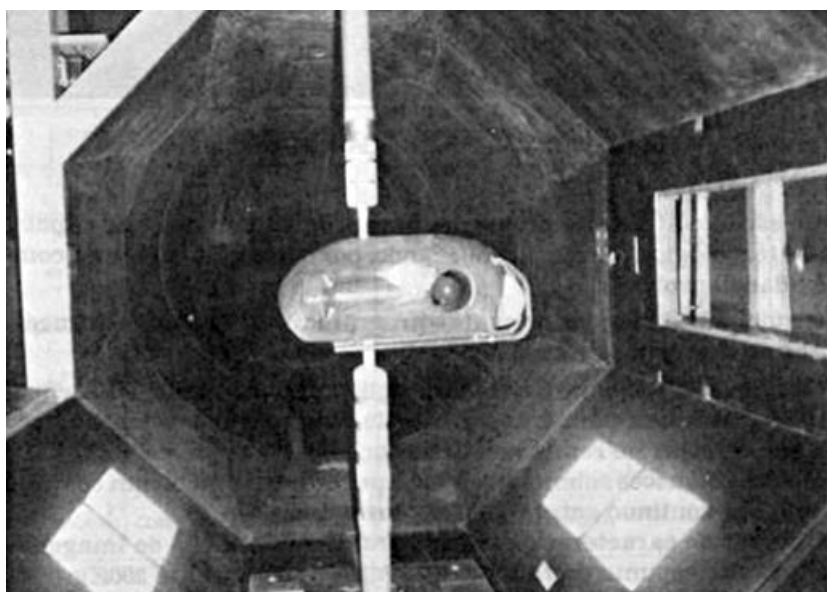


Figura 4.9 – Modelo em escala reduzida durante os testes no túnel aerodinâmico do CTA. Fonte: TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 197

As profundidades eram menores e as condições do mar eram diferentes. Eles “têm condições terríveis de mar durante o inverno, e têm condições excelentes durante o verão”. Aqui, no entanto, “a gente não tem as tempestades que existem lá, mas em compensação não tem durante o ano um mar de almirante como eles têm durante o verão” (FORMIGLI FILHO, 2005, p. 31). E um dos principais problemas eram as correntes marinhas. “A Petrobras já tinha percebido que as correntes na Bacia de Campos eram muito mais fortes e o RCV 225 não aguentava a corrente não. Ele era levado. Qualquer correntinha que tinha embandeirava aquilo tudo” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 26).

Não era então apenas uma questão de copiar um produto usado lá fora, mas de entendê-lo e traduzi-lo para as condições do mar brasileiro. Sendo assim, “diversas concepções preliminares foram propostas para atender às

especificações. Tais concepções diferiam principalmente em termos de forma e massa do veículo, disposição dos propulsores e potência instalada” (TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 200).

Estas concepções ou configurações “*deveriam ser submetidas a algum critério objetivo de avaliação*” e para isso foi desenvolvido um software simulador (chamado UMBROV) do “*comportamento de um sistema VCR, a partir de certas entradas convenientes e sob determinadas hipóteses simplificadoras*” (TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 200). Um “*dado fundamental de entrada*” para esse simulador eram as “*curvas dos coeficientes de arrasto hidrodinâmico do veículo, em termos de forças e momentos, nas diversas direções possíveis de deslocamento*” (TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 200).

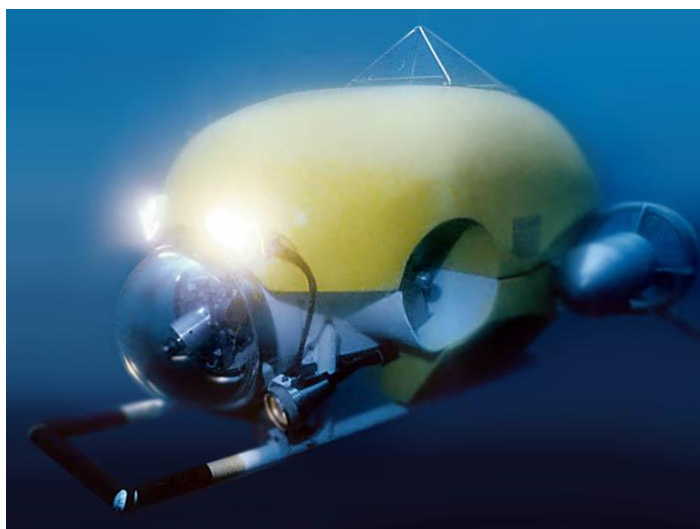


Figura 4.10 – Tatuí padrão. Fonte: GRUPOSYNTHESIS

Todo esse cuidado e trabalho de simulação foi feito pensando principalmente em desenvolver um produto apto a enfrentar as condições do mar e as correntes da costa brasileira. Era necessário pensar com muito cuidado na forma do robô. “*Por isso que o Tatuí é mais hidrodinâmico assim. Porque a gente fez uma coisa buscando uma especificação de fazer frente a essas correntes mais fortes que no Mar do Norte não tem*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 26).

Foi criado então um modelo “*em escala 1:2*” (TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 200) em isopor do robô (figura 3.5, página 144). “*Tinha que homologar uma forma ideal. Então a gente fazia de isopor, de poliuretano com uma camada de fibra de vidro para dar um acabamento e resistência*” (TUPINAMBÁ,

2018, p. 28). Este modelo foi testado no túnel de vento do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), em São José dos Campos (figura 4.9). Os dados hidrodinâmicos obtidos nestes testes serviram para alimentar o simulador (TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 200).

“Essa forma foi toda otimizada lá no túnel de vento do ITA. Ele foi feito numa escala menor. Os aerodinamicistas lá do ITA nos ajudaram nisso” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 26). A cada rodada de testes, o modelo reduzido era refeito e passava por novos testes até chegar à forma final (figura 4.10). *“Melhora aqui... Arredonda ali... Está dando turbulência aqui’... Mudava o shape e voltava lá de novo até chegar na forma que você está vendo aí”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 26).



Figura 4.11 – Tatuí com flutuador extra. Fonte: FARIAS, 2012

Os testes de hidrodinâmica permitiram otimizar a forma do robô, facilitando sua operação (permitindo melhores condições de manobra), ajudando a enfrentar as fortes correntes e melhorando o desempenho dos motores. Porém esta forma não se manteve estável por todo o tempo de operação do Tatuí. *“É que, quando acabou indo para plataforma, sempre pediam: ‘faz mais isso, faz mais aquilo, carrega mais não sei o quê’... Acabou que teve que fazer uns ajustes”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 6). Lembrando Bruno Latour (2011, p. 161-162), no “jogo da tecnociência a que estamos assistindo, o objeto é modificado à medida que vai passando de mão em mão. Ele não só é coletivamente transmitido de um ator para o próximo, como também é coletivamente composto pelos atores”. A forma depois de estabilizada

(provisoriamente) passou por modificações durante o período em que o esteve em operação, *“passando de mão em mão”*.

Quando o Tatuí entrou em operação começou a receber solicitações para realizar tarefas para as quais não havia sido inicialmente projetado. De acordo com a necessidade era preciso que ele carregasse novas ferramentas e acessórios, o que aumentava o seu peso e possivelmente afetava o seu equilíbrio. *“Teve várias coisas assim. Por exemplo, a Petrobras quis tirar umas fotos estéreo, fotos com profundidade. Então o Tatuí tinha que carregar uma câmera gigante que gerava uma imagem dupla. E era um monstro de uma câmera”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 6). Estas ferramentas e acessórios não eram permanentes, sendo acrescentados e retirados dependendo da tarefa que o robô fosse realizar.

Porém, depois do produto “pronto” não era mais possível voltar ao túnel de vento e aperfeiçoar a sua forma como havia sido feito na fase de projeto. Como eram coisas que *“o Tatuí não tinha sido desenhado para [carregar] aquilo”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 6-7), a solução encontrada foi adaptar um flutuador extra que podia ser ajustado sobre o robô. *“A gente então deslocava esse flutuador mais para frente, mais para trás”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 7) conforme o peso extra que o robô iria carregar.

Ney Robinson (REIS, 2018, p. 30) também comentou sobre este flutuador (figura 4.11): *“a CONSUB teve que botar num Tatuí um flutuador a mais porque eles fizeram umas mexidas [...] [e] ele ficou mais pesado. [...] Até algum tempo atrás eu vi esse Tatuí lá na CONSUB de Niterói”*. Segundo ele, esta solução *“não é diferente do que a gente faz hoje. Os ROVS têm uma capacidade de levar carga chamada, em inglês, de payload [...] A gente cansou de fazer operações que a gente botou uma ferramenta na ponta do braço”* (REIS, 2018, p. 33) e o veículo fica com a frente muito pesada, apontando para o fundo. *“Aí o que você faz? ‘Pega um pedaço desse flutuador aí, amarra no veículo e vamos fazer a operação’. [...] Improviso é o nome da operação no mar”* (REIS, 2018, p. 33-34). Este “improviso”, tão presente na cultura nacional na forma do “jeitinho brasileiro” ou “gambiarra”, esteve ligado à cultura da exploração de petróleo desde o início quando utilizavam sondas de furar poços d’água para buscar óleo (YERGIN, 1991, p.83) ou quando

começaram a explorar petróleo em águas rasas utilizando equipamento de terra (seção 2.2, página 77).

Mas, segundo Tupinambá, no caso do Tatuí não foi tanto uma questão de improviso. *“Aquilo não era do Tatuí original, nem era um ‘bacalhau’. Foi um acessório feito para poder carregar um pouco mais de peso em algumas situações que às vezes demandavam”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 7). Não era um acessório permanente e só era colocado em caso de necessidade. O efeito deste acessório no desempenho do robô é que *“ele perde a hidrodinâmica, mas, para algumas aplicações, se ele tinha de descer para um lugar só para tirar uma foto específica, por exemplo, não era tão importante navegar grandes distâncias”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 7).

4.9 - CONSTRUÇÃO DO ROBÔ

“Após a definição da configuração básica a ser adotada teve o início do projeto de detalhamento, aprovado pela PETROBRÁS em Abril de 1987, iniciando-se então a fabricação de uma unidade protótipo” (TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 201). Como se percebe pela seção anterior, uma parte importante de um robô submarino é a flutuação. *“Para a solução do problema de equilíbrio estático do Veículo, foi adotada a utilização de um bloco de espuma de flutuação especial”*. Esta espuma era *“constituída por uma matriz de resina epoxy com carga de microesferas de vidro ocas, resultando num compositè (sic) de baixa densidade e alta rigidez estrutural”* (TEMKE e FERREIRA, 1990, p. 201). Esta resina de epoxy com microesferas é chamada de Syntatic Foam (ou Espuma sintática) e tem diversas aplicações na indústria do petróleo, entre elas as que são utilizadas nos Risers. O Syntatic Foam já era utilizado no Brasil, mas *“era uma formulação que ninguém sabia como fazer. [...] Para que não afunde, o Riser precisa de flutuador para manter ele para cima. Isso já vem pronto. Eles têm lá uma forma que eles já encaixam no Riser. A gente não tinha acesso à formulação”* (REIS, 2018, p. 27).

No caso do Tatuí, segundo Tupinambá (2018, p. 27), este material foi escolhido, pois *“não tinha muita alternativa. Todos os robôs eram assim. [...] Quase todos eles eram Syntatic Foam”*. Escolhido o material, porém, foi

necessário um grande trabalho de experimentação. “O problema do Sintatic Foam”, sua “grande dificuldade”, é “que ele é composto de duas coisas: resina epoxy e [...] as tais microesferas. A microesfera não tem jeito, você tem que importar. Ela já era importada para outros fins.” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 26).

Já em relação à resina epoxy, “tinha um cara aqui dentro que desenvolveu a fórmula do flutuador do Tatuí. [...] Eu acho que na época o Tupinambá e a CONSUB estavam tendo problemas e quem ajudou muito foi esse técnico da Petrobras que fez aquela formulação.” (REIS, 2018, p. 26-27). Segundo Ney Robinson, houve a participação de um técnico da Petrobras no desenvolvimento da fórmula correta, porém, para Paulo Tupinambá, a dificuldade foi acertar o processo de preparo da resina. “A resina epoxy também não tem grande dificuldade. O problema é que quando você funde grandes blocos de resina” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 26).

Portanto, não bastava saber a fórmula, era necessário aperfeiçoar o processo de fundir um grande bloco maciço de Espuma Sintática. “A reação de catalisação da resina é exotérmica. Se você não tem um controle desse calor gerado, o bloco esquenta demais no meio. [...] A resina é pouco condutora. O calor não sai e [...] ela se autodanifica durante o processo de endurecimento” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 26-27). A solução para este problema era “fazer o processo ser muito lento, para que o endurecimento seja bem lento e haja tempo para dissipação do calor gerado e a catálise aconteça de uma forma controlada. A gente apanhou um pouco com isso” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 27).

Segundo Tupinambá (2018, p. 27), “havia a tecnologia no Brasil para fundir fibra de vidro e havia como botar uma carga na resina, carga de quartzo ou talco. Era supercomum o uso de cargas para reduzir a velocidade da catálise na fundição de peças espessas de fibra de vidro”. A CONSUB buscou a ajuda de uma “empresa de Fiber Glass” para fazer os flutuadores, que já tinha alguma experiência com o material, mas “nunca tinha fundido um bloco tão grande assim” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 27).

Foi necessário um trabalhoso processo de aprendizado: “tivemos vários blocos perdidos até chegar num jeito. Fazíamos a cura dentro de um tanque com um sistema de refrigeração com serpentina para tirar calor. Aquilo

demorava dois, três dias. Até que conseguimos controlar esse processo” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 27).

Depois de todo esse esforço, a CONSUB poderia ter aproveitado esta tecnologia para conseguir um novo mercado. *“A gente ficou muito tentado de estabelecer uma linha de fabricação na CONSUB para fazer flutuador de Riser e de dutos. Mas acabamos indo para um lado diferente, mas quase entramos nisso aí. Quase nos lançamos para fabricar flutuador”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 28).

Também no esforço de desenvolver as peças que não podia encontrar no Brasil e pelo alto índice de nacionalização exigida no projeto, a CONSUB teve de fazer uma parceria com a PUC para desenvolver a câmara submarina do Tatuí. Essa parceria teve outra importância para a CONSUB, pois a empresa utilizou as instalações da PUC para testar peças. Tupinambá lembra com carinho dessa parceria: *“Tivemos uma excelente experiência de colaboração com a PUC. Nos ajudaram com câmeras, com testes de equipamentos, teste de vibração... [...] Preços acessíveis, pessoal tranquilo. Foi uma colaboração muito boa com a Engenharia Mecânica da PUC”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 23). Nas instalações da PUC foram realizados os testes de stress nos equipamentos do robô: *“a gente fazia os equipamentos novos, tinha que submeter [a testes]. Eles tinham câmaras de vibração, Simuladores de vibração...”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 23).

O desenvolvimento do Tatuí envolveu a realização de trabalhos novos (no Brasil) como o aperfeiçoamento da forma hidrodinâmica nos túneis de vento do ITA ou a (re)invenção da fórmula e do processo de produção de grandes blocos de Syntatic Foam. Mas o desenvolvimento do robô também envolveu a integração de componentes já bastante conhecidos pelo uso em outras situações na superfície, como a câmera de TV e os motores. Neste caso, porém, não é possível utilizar estes componentes da mesma forma como eles são usados na superfície. Eles precisam ser adaptados, traduzidos, através de um processo chamado de “marinização”. Conforme ensina Tupinambá (2018, p. 36), *“marinizar é quase um sinônimo de desenvolver. O ato de marinizar é você partir de algum item ou equipamento que funciona para*

outro fim, e adaptá-lo para uso subaquático. [...] Colocá-lo para funcionar dentro d'água".

Geralmente o processo de marinização parte de um equipamento que funciona em terra, mas às vezes isso não é possível e tem que se pensar uma solução totalmente nova. Quanto se trata de criar um equipamento para uso subaquático, *"você geralmente parte de um equipamento que funciona em terra porque isso já te dá uma base qualquer"* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 36). Porém, às vezes simplesmente não há um equipamento que realize funções equivalentes em terra ou simplesmente a quantidade de modificações é tanta que era mais viável criar um equipamento novo. *"Mas as duas alternativas sempre envolviam desenvolvimento"* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 36).

No caso do motor do Tatuí optou-se por modificar um equipamento existente: *"partimos de um motor de empilhadeira"* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 36). O uso do motor de empilhadeira poupou muito trabalho, pois *"deu para usar a carcaça, o rotor, as escovas, deu para usar várias partes. Então economizamos um trabalho enorme. [...] O encapsulamento teve quer ser feito totalmente"* e as partes internas do motor foram envolvidas *"num banho de óleo"* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 37).

Tupinambá (2018, p. 37-38) explica que há *"duas grandes estratégias principais de marinização"*: colocar o equipamento num vaso de pressão para que ele funcione na pressão da superfície *"preservando o ambiente de trabalho original do motor"* ou *"construir um encapsulamento para o motor, mas preenchê-lo com um fluido que seja compatível com os componentes do motor, como óleo dielétrico, por exemplo,"* mantendo o interior na mesma pressão do exterior. Ainda segundo Tupinambá (2018, p. 38), a segunda forma, a que foi adotada no motor do Tatuí (figura 4.12), *"é de fato a mais natural, pois é usada pelos próprios seres aquáticos. O peixe não é um vaso de pressão. [...] Ele deixa que a água preencha todos os espaços celulares e intracelulares, de modo que há uma equalização de pressão"* do ambiente.

Diferente dos peixes, porém, não é possível simplesmente deixar a água do mar entrar, *"porque a água salgada é incompatível com o circuito elétrico do motor"*, e por isso é necessário utilizar um fluido como o óleo dielétrico que é compatível. A água do mar (salgada) tem uma elevadíssima

condutividade elétrica, o que interfere no funcionamento do motor, além de ser altamente corrosiva, já um óleo dielétrico, além de ser um isolante, protege o motor. Esta segunda solução tem outra vantagem em relação à primeira, pois *“enquanto os vasos de pressão terão sempre uma pressão limite de colapso, sistemas compensados não tem limite de profundidade”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 38).

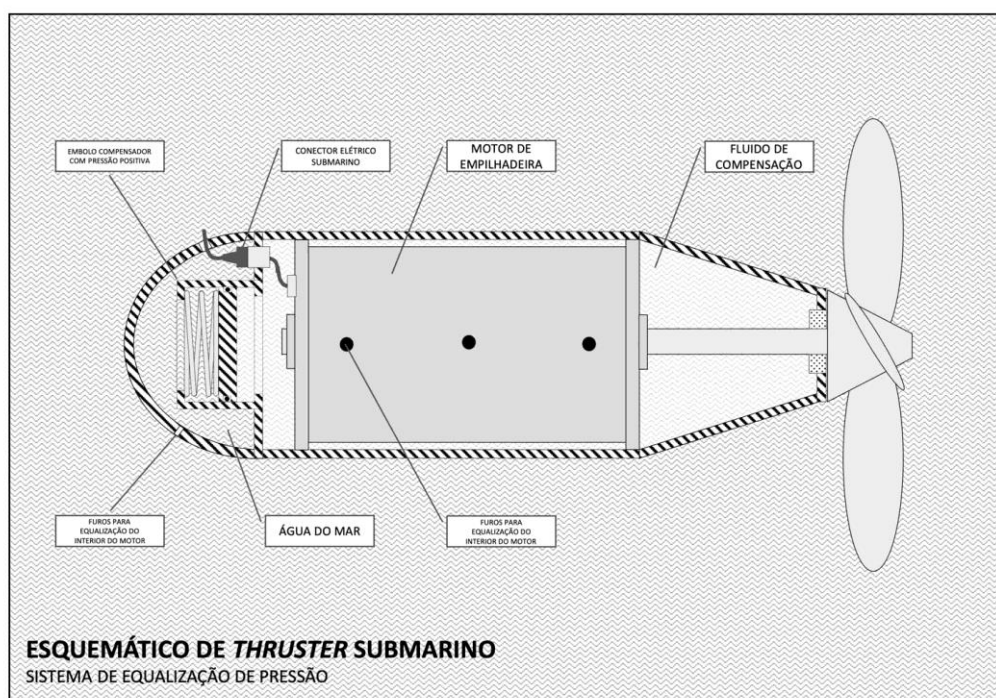


Figura 4.12 – Motor do Tatuí. Fonte: Cedido por Paulo Tupinambá, 2019

Além disso, podem-se tomar precauções para evitar problemas decorrentes de falhas no sistema: *“se acrescentarmos uma mola apertando um pouco o êmbolo do compensador poderemos criar uma pressão interna levemente maior do que a do ambiente marinho”*. Caso a vedação se rompa, *“vai vazar lentamente o óleo de compensação para o mar, em vez de entrar água do mar no sistema”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 38). Além disso, é possível *“monitorar a posição do embolo do compensador e detectar se está havendo um problema no sistema”* dando *“tempo de tirar o equipamento da água sem que ele danifique. Então o sistema compensado é muito mais eficiente e robusto”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 38).

A marinização de componentes foi mais um trabalho pioneiro da CONSUB. Antes do PROCAP não havia demanda no país para este tipo de trabalho. *“Acho que quem promoveu marinização foi a Petrobras, com essa*

história de águas profundas, e a Marinha. Eu não sei de nenhuma iniciativa muito importante ou significativa antes” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 36). A marinização “feita de forma sistemática é um fenômeno principalmente associado à ida da Petrobras para águas profundas” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 36). A participação da CONSUB no PROCAP, particularmente o desenvolvimento do Tatuí garantiu à empresa este pioneirismo. “Nós construímos o primeiro sistema submarino compensado feito no Brasil. [...] Nós fizemos motor elétrico compensado, sensores, fizemos muita coisa compensada. Ninguém sabia” fazer isso aqui. “Porque o desenho de um sistema compensado parece simples, mas tem uma série de pontos críticos a considerar” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 39).

Para testar os componentes do Tatuí em relação à pressão, a CONSUB criou seu próprio laboratório simulando as condições do mar onde peças pequenas podiam ser testadas. Segundo Tupinambá (2018, p. 40), “o motor do Tatuí foi muito testado”. A CONSUB “*tinha umas três câmaras de teste para equipamentos de pequeno porte assim. [...] Tinha uma câmara de teste que [...] simulava três mil metros de profundidade. Você podia pôr um motor como esse dentro*” e “*testar como se ele estivesse no mar*”. O robô tinha de ser testado em partes, pois “*não tinha uma [câmara] para pôr o Tatuí inteiro, mas para pôr os componentes tinha. Senão não tinha como fazer a AFM*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 40).

A palavra-chave era aproveitamento dos recursos disponíveis. Algumas vezes era viável optar por uma tecnologia que havia sido desenvolvida há relativamente pouco tempo, mas ainda não muito difundida no país. Este é o caso das fontes chaveadas utilizadas no computador que controlava o robô. “*As tais fontes chaveadas que a gente usou que são as fontes que viabilizaram o computador pessoal*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 28) e “*com a invenção dessas fontes muita coisa passou a ser possível e no Brasil tinha pouca gente que fazia isso, que conhecia isso*” na época (TUPINAMBÁ, 2018, p. 28). “*A fonte de energia para a eletrônica toda tinha que ser muito compacta. Gerar pouca carga térmica*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 28) e “*com o tipo de fonte que existia antes [...] metade do volume do computador ia ser uma fonte que iria dissipar calor para caramba*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 28).

Outras vezes, como no caso do motor, a tecnologia ainda não estava madura para ser utilizada. *“Os motores que eram usados no primeiro Tatuí foram motores com escova. Não existia motor sem escova ainda. Devia ter em pesquisa, mas para o protótipo”* eram motores em que *“tem lá um induzido e o carvão fazendo contato para poder fechar o campo”* (REIS, 2018, p. 31).

Embora atendesse bem às necessidades do robô, o tipo de motor utilizado exigia bastante manutenção, pois *“o carvão em contato com o induzido ele se desgasta. O pozinho do carvão aqui no ambiente ele”* se dispersa, *“mas como ali nós estamos com um ambiente fechado e o óleo está em volta daquilo. O óleo sujava muito rápido”* (REIS, 2018, p. 22). Este problema, porém, era esperado e era compartilhado com outros equipamentos submarinos que utilizassem motores com escova (único disponível à época), tanto que não é mencionado nos relatos e relatórios dos testes do robô.

4.10 - OS TESTES

Num estágio avançado da construção do protótipo, em março de 1988, foi realizado o primeiro teste no mar do robô, que ainda não havia recebido o apelido de Tatuí. No dia 10 de março, Ney Robinson, que participou do teste, escreveu no relatório a seus chefes: *“Durante os dias 08 e 09 /03/88 estivemos a bordo do navio da Marinha, SIRIUS H-21, onde testes de mar com o V.C.R. desenvolvido pela CONSUB seriam feitos, bem como a tentativa de localização de um torpedo avariado, perdido em operação de treinamento da Marinha”* (REIS, 1988, p. 1). Este primeiro teste foi realizado *“a aproximadamente 9,0 milhas ao sul da ILHA RASA, a uma profundidade de $\cong 70,0m$ ”* (REIS, 1988, p. 1).

O equipamento ainda estava em desenvolvimento e era esperado que apresentasse falhas. *“Durante a viagem o eng.º Tupinambá fez uma explanação do que seria a operação, bem como demonstrou à tripulação o que era esperado do equipamento, visto que o sistema não estava completo a bordo”* (REIS, 1988, p. 2-3). Uma ausência importante no equipamento era a garagem usada para levar o robô da superfície ao fundo e trazê-lo de volta. *“Iniciada a operação de colocação do V.C.R. na água constatamos já que é de*

grande importância, para a segurança dos envolvidos nas tarefas, bem como a integridade do equipamento, a existência da gaiola (ou garagem)” (REIS, 1988, p. 3). A Garagem fazia parte da especificação pedida pela Petrobras conforme pode se verificar pela tabela 4.1, mas o *teaser* “Notícias do Tatuí”, produzido um ano depois, informa que os primeiros testes foram realizados com um protótipo sem garagem (CONSUB, 1989). Mesmo estando previsto, Ney Robinson relatou entre os “*Problemas Notados*” a “*Falta da Gaiola e Sist. de lançamento completo*” (REIS, 1988, p. 8).

Neste primeiro teste o robô fez dois mergulhos. Na primeira descida do veículo foi “*verificada a incidência de uma grande corrente, que, por falta de instrumentação, não foi possível ser medida e registrada*” (REIS, 1988, p. 3). A falta da gaiola e a forte corrente prejudicaram a utilização do veículo. “*Em muitos casos, para operações com ROVs menores, o veículo pode ser lançado diretamente do convés do barco*”. Já “*veículos maiores [também] podem ser lançados diretamente, mas o risco de danos aumenta à medida que o peso do veículo aumenta*” (CHRIST e WERNLI SR, 2014, p. 222-223, tradução minha). No caso de veículos maiores, a oscilação do navio atuando sobre o peso do veículo suspenso pelo cabo enquanto desce até a água pode fazer com que “*o veículo se torne uma ‘bola de demolição’*” (CHRIST e WERNLI SR, 2014, p. 223, tradução minha).

O robô teve dificuldade de descer até o fundo. Segundo o relatório: “*A liberação do veículo do sistema de içamento foi feita com auxílio de um mergulhador, sem problemas maiores*”, porém, “*na água e com autonomia de movimentação, notamos uma grande dificuldade de manobra, o que fazia o veículo sempre procurar a orientação da corrente marinha*” (REIS, 1988, p. 4). O Manual do ROV explica que “*veículos lançados diretamente são mais vulneráveis a quaisquer correntes predominantes da superfície até a profundidade operacional do veículo*” (CHRIST e WERNLI SR, 2014, p. 223, tradução minha). Essa vulnerabilidade “*se deve ao fato do Tether de flutuação neutra estar mais sujeito ao arrasto do que o pesado umbilical de metal*” (CHRIST e WERNLI SR, 2014, p. 223, tradução minha). Ney Robinson (2019, p. 32-33) explica a importância da gaiola e a diferença entre o *Tether* e o umbilical comum:

Para mim, na operação, o melhor [da gaiola] é que você tem uma ancoragem [do robô] lá no fundo. Você tem um ponto de referência que é a gaiola, que é mais pesada. Então você sabe que está no local geométrico dos pontos equidistantes daquele ponto ali. Você se perde menos. Quando você tem umbilical direto, você tem um erro muito maior [, pois você tem que ter um controle de uma dimensão a mais]. Então a gaiola e o TMS, que é o Tether Management System, que também é o controlador de umbilical, ele serve basicamente para te dar segurança na operação. E você não precisa ter um ROV tão forte que vai carregar aquela projeção do umbilical todo. Você imagina um cabinho de 10 mm. Mas imagina 500 m de 10 mm. Se você fizer a seção disso, numa correnteza, imagina a força que isso faz. 10 mm x 500 metros, olha a área vélica que você tem de uma correnteza levando o veículo embora. Antes de você começar a trabalhar, você tem que administrar aquele rabo. A gaiola, ela tem um peso. E o umbilical que vai da gaiola até o veículo é um umbilical diferente desse umbilical que está vindo lá de cima. Esse a gente chama de umbilical. Porque ele tem uma armação de aço. O umbilicalzinho que vai da gaiola até ele é o Tether. Ele não tem aço. Ele é neutro na água. Justamente para o ROV não ter que ficar fazendo força. [Muita gente também chama, em português, o Tether de umbilical]. Eu acho que deve. Eu não gosto de usar a palavra em inglês não.

Porém, independentemente da falta de gaiola, não era o dia ideal para realizar a operação. O ROV foi retirado da água com a piora das condições do mar devido à aproximação de uma frente fria. Durante a noite, que foi “agitadíssima, pois o mar estava com muitas vagas e com muitas correntes”, foi feita uma “varredura com SIDE-SCAN na área determinada como sendo a mais provável de sucesso” e foi escolhido um ponto “com a conformação (perfil) de um torpedo” (REIS, 1988, p. 5-6).

Na manhã seguinte o navio foi posicionado no ponto escolhido e “o veículo foi sem problemas até o fundo, onde seu profundímetro registrou algo em torno de 80,0m contra os 70,0 estimados pelo navio. Encontramos um fundo bem lodoso e uma corrente marinha bem forte” (REIS, 1988, p. 7). Apesar do sucesso da descida, porém, “foi impossível realizar um voo com o veículo a uma altura tal que permitisse uma inspeção no leito marinho, tanto pela dificuldade de manobra como pelo posicionamento das luminárias, que não foi o ideal para esta operação” e então “o veículo foi recolhido após esta tentativa” (REIS, 1988, p. 7).

O documento termina elencando diversos problemas, como interferência entre componentes e ausência de equipamentos (sonar, giro, proteção para o fundo etc), e indicando uma série de sugestões. A primeira das sugestões era “fazer programa de teste no TEBIG onde nós e um operador

efetivo nos ocuparemos de conhecer melhor as manhas e possibilidades do veículo” (REIS, 1988, p. 7). O documento termina com três conclusões: “devemos parar de imediato com demonstrações externas; precisamos gastar mais horas com veículos na água a fim de conhecê-lo melhor e sanar pontos falhos e/ou duvidosos; precisamos de **um par de operadores efetivos**” (REIS, 1988, p. 16 – grifo meu).

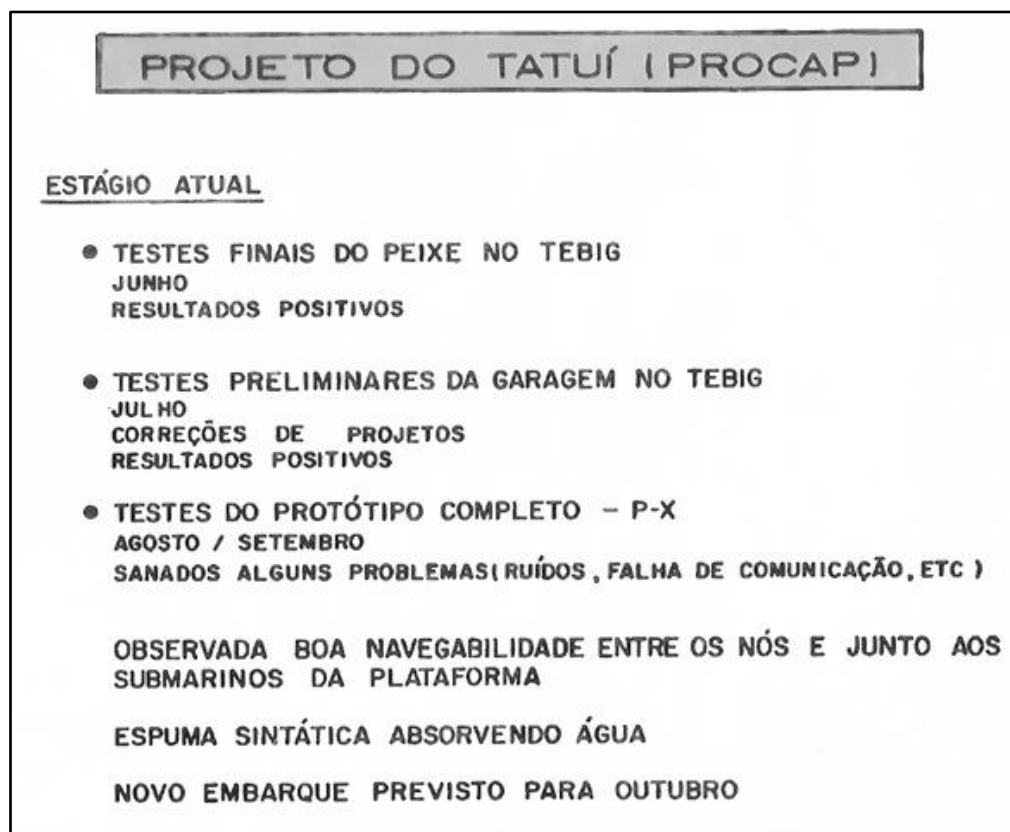


Figura 4.13 – Transparência sobre os testes do Tatuí.

Fonte: Acervo de Ney Robinson, 1988

Os testes no TEBIG (Terminal Petrolífero da Baía de Ilha Grande, Angra dos Reis) foram realizados entre abril e julho de 1988. Uma reportagem do jornal O Globo de 5 de maio de 1988 (MOTTA, 1988), onde o robô já é referenciado pelo apelido “Tatuí”, menciona o teste no TEBIG informando que o robô mergulhou “a uma profundidade de 30 metros, verificando-se principalmente suas condições de manobrabilidade, velocidade e estabilidade”. O teaser Notícias do Tatuí de abril de 1989 (CONSUB, 1989) não fala da data do teste no TEBIG, mas informa que foi realizada uma “inspeção completa da jaqueta experimental LABMAR”. Por fim, uma transparência encontrada no acervo de Ney Robinson (pelo conteúdo deve ter sido feita no final de setembro

de 1988) fala de testes do robô e da garagem, realizados em junho e em julho, no TEBIG (figura 4.13). Segundo a transparência, foram realizadas correções de projeto e ambos os testes tiveram resultados positivos.

A transparência da figura 4.13 informa que foram realizados testes do protótipo completo na sonda P-X entre agosto e setembro de 1988 e foram “*sanados alguns problemas (ruídos, falha de comunicação, etc)*”. O teaser Notícias do Tatuí, editado no ano seguinte, fala destes testes mais detalhadamente: “*inspeção completa dos submarinos da P-X, incluindo hidrofones e propulsores; inspeção do riser da P-X até 440m; inspeção completa do BOP da P-X, poço 7AB-5D, incluindo medição de potencial eletroquímico (440m)*” (CONSUB, 1989). O teaser não diz explicitamente onde estava posicionada a sonda P-X, porém é possível inferir que ela estava no Campo de Albacora, na Bacia de Campos, de acordo com o código AB no nome do poço citado.

A reportagem do jornal O Globo (MOTTA, 1988) fala que o Tatuí foi testado na “*Bacia de Campos, onde ele foi lançado a uma profundidade de 280 metros em mar aberto*”, porém sem fornecer maiores especificações sobre esse mergulho. As duas outras fontes não falam sobre este mergulho e a reportagem não cita o teste junto à sonda P-X. Acredito que todas as fontes estão falando do mesmo teste (da sonda P-X), pois o Campo de Albacora foi descoberto em 1984 e tem profundidades entre 150 e 1000 metros (MORAIS, 2013, p. 138).

O Notícias do Tatuí também fala de outros testes. Segundo o teaser (CONSUB, 1989), o Tatuí “*localizou e inspecionou o poço RJ-305 em 440m de profundidade; inspecionou a Árvore de Natal do poço RJS-233 em 240m de profundidade; localizou e inspecionou o poço PIONEIRO 06-P006 em 240m*”. Além disso, realizou o “*corte do cabo-guia do poço RJS-233 em 240m de profundidade [e] foram retiradas cerca de 70 fotos de 70mm semi-métricas tridimensionais da PCA-1 em aproximadamente 12 mergulhos*” (CONSUB, 1989).

Embora os testes em mar aberto, em “*condições reais de operação*” (CONSUB, 1989), tenham atingido a profundidade máxima de 440m (junto à sonda P-X), o protótipo e as unidades completas também foram

“exaustivamente testados em tanque de provas e câmara de testes hidrostáticos (até 1250 metros de profundidade)” (MOTTA, 1988; CONSUB, 1989) nas instalações do CENPES. Após todos estes testes, “em dezembro de 1988, as duas primeiras unidades completas foram entregues ao Grupo Executivo de Perfurações Marítimas – GEPEM” (CONSUB, 1989).

Em abril de 1989, segundo o Notícias do Tatuí (CONSUB, 1989), as três unidades estavam em operação: o protótipo *“encontra-se em operação desde 29.03.89, no terminal da Baía de I. Grande - TEBIG, sob contrato com o CENPES, acoplada a um sistema estereofotogramétrico, que permite a obtenção de fotografias tridimensionais com qualidade métrica”*, a primeira unidade produzida *“encontra-se instalada na plataforma semissubmersível P-XV, operando em lâmina d’água de aproximadamente 240m”* e a *“segunda unidade está instalada na sonda P-XXIII, e deverá operar em profundidade de 100m”*.

A construção destas duas unidades definitivas mostra que o protótipo passou nos testes e a CONSUB recebeu sinal verde da Petrobras para a fabricação do robô, o que não quer dizer que ainda não houvesse alguns problemas pendentes. O Notícias do Tatuí informa que os problemas detectados, até aquele momento, foram: *“Pequena interferência dos motores na imagem de vídeo; Queda de isolamento no umbilical de superfície (três ocorrências); Pane no mecanismo de manuseio do umbilical de fundo devido ao travamento de urna catraca (uma ocorrência)”* (CONSUB, 1989). Ainda segundo o informativo, *“Embora o pequeno número de horas de operação não permita a definição de um percentual de down-time, os problemas observados com maior frequência (queda de isolamento nos umbilicais) são também comuns em ROV’s de origem estrangeira”* (CONSUB, 1989).

Embora este seja um documento produzido pela CONSUB, ele circulou sem contestação aparente dentro da Petrobras. Além disso, um artigo de jornal publicado em 1990 nos informa que o período de testes dos robôs havia terminado, a Petrobras considerava o equipamento “acabado” e “as operações foram consideradas satisfatórias” (PETROBRAS APROVA..., 1990). Fica difícil, portanto, sustentar que o abandono do Tatuí pela Petrobras tenha a ver com alguma deficiência técnica como sugerido pelos relatos citados na seção 3.6.

Em um dos seus parágrafos, o Notícias do Tatuí antecipa o futuro da CONSUB, em relação aos robôs submarinos, após a conclusão do contrato de desenvolvimento: *“é importante ressaltar que, além dos aspectos técnicos envolvidos em uma operação pioneira, é a primeira vez **que uma empresa opera um sistema ROV de propriedade da PETROBRAS**”* (CONSUB, 1989 – grifo meu). A Petrobras nunca solicitou treinamento para um *“par de operadores efetivos”* (REIS, 1988, p. 16) conforme o sugerido por Ney Robinson, e eram os próprios funcionários da CONSUB que continuaram a operar o *“sistema ROV de propriedade da PETROBRAS”* (CONSUB, 1989).

4.11 - DESESTABILIZAÇÃO DO TATUÍ

Um problema que atingiu o Tatuí, e outros projetos de desenvolvimento originais da Petrobras, foi que o pessoal diretamente ligado à operação era (e é) pressionado internamente para apresentar resultados o mais rápido possível. Mesmo que não exista uma pressão clara, o próprio departamento quer mostrar eficiência. O desenvolvimento de um produto não é compatível com essa pressa, pois implica em prazos mais longos, erros de projeto que ainda não foram corrigidos e protótipos onde nem todas as funcionalidades foram implementadas, além de custos adicionais na passagem do protótipo para o produto final.

Ao DEPER interessava ter os robôs o mais rápido possível, se possível comprando ou alugando. O desenvolvimento do equipamento por uma empresa nacional foi uma imposição que partiu do SERMAT e do CENPES (isso pode ter alguma relação com o fato de José Paulo Silveira ter sido diretor do SERMAT e na época do PROCAP ser diretor do CENPES). Segundo Ney Robinson (REIS, 2019, p. 31), o DEPER *“foi obrigado a contratar. Este é que é o problema. Porque era quem tinha a operação. O CENPES não tem operação. O CENPES desenvolveu e precisava botar no campo”*. Houve uma pressão para que o DEPER fosse o local para os testes *“porque é quem tá na frente. A perfuração vai antes e depois é que vai a produção. Quem está mais na frente está com problemas mais imediatos. E antevendo o que vai acontecer daqui a pouco. Muito rapidamente a gente chegou nos 700 metros”* (REIS, 2018, p. 32).

Mas segundo Ney Robinson (REIS, 2019, p. 28 – grifo meu) havia, por parte de alguns grupos dentro da Petrobras, críticas recorrentes em relação ao investimento da Petrobras em desenvolvimento tecnológico:

*São esses críticos que, independente do tema, eles são **colonizados**. Não tem jeito. Eles acham que “se tem uma coisa melhor, eu quero essa coisa melhor para trabalhar. Porque aí vai ser o meu índice que vai ser o melhor. Se der errado eu apostei no top do que está disponível”. [Quem pensa assim] esquece que tudo isso tem que ter uma base. Porque até para você operar uma coisa que é do gringo, você tem que ter uma base mínima de conhecimento.*

Estas críticas eram feitas ao longo da década de 1980, mesmo antes do início do contrato de desenvolvimento do Tatuí, e, mesmo quando a Petrobras começou o PROCAP, os críticos não silenciaram. Quando a Petrobras decidiu ir para águas profundas, diziam: “a Petrobras bota equipamentos em águas que não dá para fazer manutenção” (REIS, 2018, p. 20). Quando começaram os testes do robô diziam: “mas para que vai ficar usando essa coisa de tecnologia brasileira. O troço está sendo desenvolvido. A gente aluga um do gringo que já está pronto. Tem muito mais recurso e tal” (REIS, 2018, p. 28). Para alguns dos críticos a solução era simples: “me dá um talão de cheque que eu resolvo qualquer problema tecnológico” (REIS, 2018, p. 28-29). Todas estas frases são manifestações da Colonialidade do Poder que estavam menos visíveis enquanto o país e a Petrobras priorizavam o desenvolvimento nacional, mas que foram emergindo e ganhando visibilidade quando esta prioridade foi deixando de existir.

Esses grupos não tinham tanta força, nem representavam a posição dominante na Petrobras no início do PROCAP e durante o desenvolvimento do robô. O Engenheiro José Formigli Filho, que era chefe de operação em Macaé na década de 1980, contou em depoimento ao projeto memória da Petrobras suas lembranças sobre a época: “outra coisa também que a gente fez e eu diria que foi bastante arrojado foi quando a gente começou a fazer interfaces para o robô, para o ROV – Remote Operated Vehicle. A gente investiu muito nisso, e o pessoal do Cenpes foi fundamental” (FORMIGLI FILHO, 2005, p. 34).

Pelas palavras de Formigli Filho é possível notar que mesmo na operação havia gente consciente da importância de investir em capacitação, pois era necessário “ter um processo bem estruturado de desenvolvimento

tecnológico porque senão aquele negócio não decolava, ia ficar só comprando o que os outros trouxessem” (FORMIGLI FILHO, 2005, p. 35). Também havia consciência do papel do CENPES neste processo:

*Eles tinham uma cabeça para planejar essas operações melhor do que a nossa da operação. Porque **na nossa cabeça a gente queria fazer logo o negócio**, e se você queria ter um cara para parar, para pensar, para ver como ia fazer, era a turma aqui do Cenpes (FORMIGLI FILHO, 2005, p. 34 - grifo meu).*

Porém as mudanças políticas, pelas quais passava o país durante o processo de redemocratização, também eram mudanças de mentalidade econômica, e já durante as discussões da constituinte de 1988 começou a ficar claro para onde sopravam os novos ventos. *“Em 1989, tínhamos a primeira eleição para presidente da república. Na constituinte, se discutiu o monopólio do petróleo. Ficou evidente que o monopólio seria alterado em função das discussões” (SILVEIRA, 2007, p. 19). Nessa época, José Paulo Silveira, um dos idealizadores do PROCAP, foi transferido para o serviço de planejamento (SERPLAN), onde se organizou a estratégia para o novo cenário: “nós fizemos um esforço com uma equipe mista do Cenpes e do setor de planejamento e assim se fez o primeiro plano estratégico da Petrobras [...]. Foram elaborados cenários de longo prazo, se estudou as tendências internacionais, nacionais” (SILVEIRA, 2007, p. 21). As conclusões desses estudos mostram como os novos tempos já influenciavam a empresa que agora mirava a “eficiência” e a “competência”. Segundo Silveira:*

*Nessas discussões – olhando para o mundo, para as tendências e para o que está acontecendo – se observou que o nacionalismo estava mudando de face [...]. Você não assegura soberania se fechando e sim interagindo com o mundo. Para isso, é fundamental **ser eficiente, ser competente** (SILVEIRA, 2007, p. 22, grifo meu).*

Os grupos que eram contra o desenvolvimento de tecnologia e capacitação de empresas nacionais, mesmo antes que assumisse o governo neoliberal de Fernando Collor, ganharam força dentro da Petrobras. Não era *“um uníssono dentro da Petrobras de que a empresa tinha que se meter em desenvolvimento tecnológico” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 29). Segundo Tupinambá, “havia certa boa vontade do SERMAT, mas desde aquela época já era uma bola meio dividida dentro da Petrobras. Já existia o coro daqueles que diziam: ‘a Petrobras não tem nada a ver com isso. Com desenvolvimento’”*

(TUPINAMBÁ, 2018, p. 29). Portanto, apesar dessas pressões e com o amparo do CENPES e do SERMAT, o contrato foi fechado após uma longa negociação. O Tatuí foi desenvolvido, testado, aprovado, e foram entregues para operação o protótipo e as duas unidades contratadas. CONSUB, SERMAT e o CENPES foram aliados na criação da estabilidade provisória que permitiu o desenvolvimento do protótipo do Tatuí e sua transformação em produto final. Porém, para que esta estabilidade se mantivesse, eram necessários o apoio e o empenho de um novo aliado: o DEPER. Nesse ponto houve um novo problema.

Quando o Tatuí foi desenvolvido ainda não estava muito claro para a Petrobras, para o SERMAT e para o DEPER a forma como ele seria operado. Mais especificamente, quem operaria o robô. Era um equipamento muito novo e ainda não havia uma cultura desenvolvida sobre isso. O modelo que se tinha eram os chamados “*Sistemas de Televisionamento Submarino*”, um equipamento padrão das plataformas de perfuração e de produção. “*Era uma câmera de TV que descia nos cabos de aço guia das Árvores de Natal*” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 10). Você montava o equipamento “*no cabo de aço e ela descia escorregando. [...] Chegava lá embaixo e tinha uma câmera que tinha movimento pan&tilt para se olhar como estava a instalação lá embaixo. E era comprado pelo SERMAT e operado pelos técnicos da plataforma*” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 10).

Então, de acordo com esse modelo de trabalho, o projeto do robô foi concebido pelo SERMAT como sendo de mais um equipamento que estaria presente em todas as plataformas. “*A motivação da compra do ROV Tatuí pela Petrobras foi baseada no conceito de que ele seria um equipamento padrão da plataforma. Ficaria na plataforma. Depois se percebeu que isso não era*” desejável. “*Mas nesse início da indústria isso não estava claro*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 15).

Segundo Tupinambá (2019, p. 11), “*o pessoal do SERMAT via o robô como uma espécie de sistema de televisionamento submarino mais sofisticado. Tem a mobilidade, pode olhar de tudo quanto é ângulo, pode se afastar da plataforma se alguma coisa caiu mais longe. E eles achavam que a filosofia ia ser a mesma*”. A ideia do SERMAT é que bastaria treinar alguém da plataforma

para operar o robô, mas essa tarefa (operar o robô) acabou por se mostrar uma tarefa mais sofisticada do que o esperado. Operar um robô submarino “*não é uma profissão ‘Part Time’*. Não daria para o cara lá da sonda [de uma hora para outra] *virar piloto de ROV*. [...] *A operação e a manutenção do ROV era um negócio pesado. O ROV cada vez que sai d’água tem um checklist enorme*” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 11). Não havia como desviar parte da tripulação da plataforma, já sobrecarregada de trabalho, para esta nova tarefa.

Quando negociou o projeto do Tatuí, Paulo Tupinambá imaginava que a demanda crescente da Petrobras permitisse que sua empresa fosse se tornar a raiz de uma nascente indústria de fabricantes de robôs. “*Nós **imaginávamos que a CONSUB iria virar uma fabricante***. [...] *A Petrobras ia passar a fazer editais de licitação de compra do robô, onde certamente ela ia incluir o treinamento do piloto*” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 8 – grifo meu). A CONSUB esperava vender para a Petrobras o equipamento, um pacote de treinamento e kits de manutenção. “*Nós achamos que a Consub iria se tornar fornecedora de robôs. Só que o pessoal de perfuração e de produção não quis de jeito nenhum*”. Quando “*o Tatuí ficou pronto percebemos que precisaríamos seguir em outra direção e **tivemos que virar operadores***” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 8, grifo meu).

O pessoal da perfuração não queria operar o ROV e não considerava isso como sua tarefa, o que gerou, ainda durante o desenvolvimento, um mal estar no DEPER em relação ao novo equipamento. Isso foi ficando claro quando o robô “*foi para os testes de mar a bordo das sondas offshore. Começamos a ver que o pessoal não recebia bem aquilo. Não entendia muito bem aquilo. ‘Esse é o robô que **vocês vão operar**’? Eles não queriam saber daquilo*” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 10 – grifo meu). Segundo Tupinambá, durante os testes ficou claro que o pessoal do DEPER esperava que “*alguém*” operasse o robô para eles. Quando foi feito o contrato, houve uma falha na comunicação sobre quem iria operar os robôs, e o resultado disso é que a CONSUB entregou os robôs e teve de operá-los enquanto foram usados pela Petrobras.

Nesse ponto, fica claro que o motivo da inviabilização de uma indústria brasileira de fabricantes robôs submarinos (ou, pelo menos, da primeira empresa nacional que se dedicou a isso) não foi o mau funcionamento do robô

Tatuí e seu posterior abandono, como sugerem os relatos de Ortiz Neto ou Moraes (página 130). Segundo Tupinambá (2019, p. 11): “A gente precisava de uma licitação... O pessoal da plataforma não queria operar e não saía licitação para a gente vender mais nenhum”. A CONSUB foi inviabilizada como fabricante de robôs porque deixou de ter financiamento e incentivo de demanda para evoluir seu produto e projetar novas unidades. Uma AFM pioneira (página 217-218) está limitada a uma quantidade de equipamentos, o que não garante que futuramente continuarão a ser fornecidos. Se não há novos pedidos não há novas AFM ou novos equipamentos e a empresa teve de virar uma operadora de robôs para ficar no mercado.

A CONSUB teria que usar recursos próprios para construir novos robôs ou introduzir melhorias nos já existentes e, mesmo assim, não teria a garantia de que estes robôs seriam contratados pela Petrobras, o que viabilizaria seu investimento. A saída para a empresa foi se tornar uma operadora, inicialmente operando seus próprios robôs e posteriormente equipamentos importados. “O SERMAT, para dar uma solução para os Tatuís que estavam prontos, conseguiu uma negociação com o DEPRO e eles nos contrataram para operar os Tatuís. E isso foi fundamental porque passamos a ser cadastrados como operadores” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 11). E se a CONSUB não os operasse, ninguém estava habilitado ou teria interesse em fazê-lo e os robôs ficariam abandonados em algum canto. O trabalho seria realizado por outras empresas que alugariam e operariam seus robôs.

Terminados os testes e entregues os robôs, a CONSUB não conseguiu mais nenhum novo contrato de compra. “prevaleceu a tese da área-fim da Petrobras de que deviam alugar e, para piorar nossa situação, veio o Collor e abriu a porteira das importações” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 8). Com a chegada do novo governo, os problemas aumentaram. Se houvesse alguma proteção à nascente indústria nacional de robôs, se houvesse uma barreira que garantisse a CONSUB crescer, talvez a empresa tivesse se tornado, pelo menos, uma operadora dos seus próprios robôs, mas, segundo Tupinambá, a política do novo governo era como se dissessem: “isso que vocês fizeram aí não vale mais nada. Não tem barreira nenhuma” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 8), e pouco importa o conhecimento adquirido. A abertura comercial foi muito rápida, dando

pouco tempo às empresas para se adaptarem (como mostrado na página 170): *“e aí a conclusão. Eu me lembro que em seis meses eu tive que achar um parceiro lá fora. Consegui criar uma parceria internacional com **a inglesa Sub Sea Offshore** e virar uma operadora de robô submarino aqui”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 9 – grifo meu)

Além da questão da operação, havia outras questões que prejudicavam a fabricação do robô por uma empresa nacional. Outra questão era o tempo necessário para fabricar o robô. Quando a Petrobras fazia uma licitação para fornecimento de produto, a empresa tinha um prazo de entrega que era suficiente para a fabricação do equipamento, porém a Petrobras agora só oferecia contratos de serviço. *“Outro aspecto importante: para atender um contrato de serviço, **não dava tempo de você fabricar**. As licitações para contratos de serviço previam mobilização em trinta dias”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 9 – grifo meu). Havia também a duração muito curta dos contratos de serviço. *“Você precisava ter o robô na prateleira”* para atender aos *“prazos exíguos. Senão não dava para atender. Outra coisa: contrato de seis meses! Como é que você vai construir um robô para atender um contrato de seis meses? Às vezes tinha uma licitação para atender uma sonda por [apenas] seis meses”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 9). A solução foi parar de construir e procurar alguém para abastecer as prateleiras da CONSUB com robôs prontos.

Tudo o que foi dito nestas duas últimas seções enfraquece muito a “causa” do “julgamento da racionalidade” apresentado na seção 3.2. Não foi a Petrobras e a CONSUB que “não perceberam” a necessidade de mudar as especificações do robô. A Petrobras mudou seus interesses, mudou suas práticas, seus objetivos e não buscou integrar uma empresa nacional a estas novas práticas.

4.12 - DE DESENVOLVEDOR A LOCADOR

A história do primeiro robô submarino brasileiro caminhava para o fim, mas graças ao talento empresarial de Tupinambá a CONSUB sobreviveu. Quando percebeu que não conseguiria se tornar um fabricante, o empresário foi buscar novos aliados para dominar o mercado de aluguel e operação de

robôs. A ideia era procurar um fabricante internacional que ainda não tivesse um representante no Brasil e oferecer uma parceria. O fabricante escolhido foi a empresa inglesa SUBSEA Offshore.

“A Petrobras, quando ela começou a alugar, ela queria uma variedade de robôs. [...] Robôs de grande porte [...] com manipuladores. E a SUBSEA fabricava o Pioneer. Um ROV grande. [...] Então nós começamos a representar a SUBSEA aqui” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 9) em 1990. A parceria foi muito bem sucedida e *“em 1994 a gente já devia ter [...] uns 15 contratos de operação de ROV. Nós éramos os maiores da Bacia de Campos em sociedade com a SUBSEA inglesa”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 9).

A parceria com a fabricante inglesa foi a solução para a CONSUB continuar no mercado de robôs, pois se não tivesse tido acesso à frota da SUBSEA, não teria como se candidatar aos contratos de locação. Com esta parceria, a CONSUB continuou a não ter robôs *“na prateleira”*, mas a *“SUBSEA tinha, pois ela tirava daqui, remanejava... No mundo inteiro, não era só no Brasil. Essa parceria com a SUBSEA foi o único jeito da CONSUB virar operadora e atender às demandas da Petrobras”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 9). A CONSUB era a operadora e a SUBSEA continuava como dona dos robôs. *“A gente rachava o contrato. A SUBSEA mandava o ROV, a equipe era nossa e do faturamento que a gente tinha um pedaço ia para a SUBSEA e um pedaço ia para a gente”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 10).

Esta parceria renovou a estabilidade da relação da CONSUB com os robôs submarinos, mas a estabilidade dos fatos e dos artefatos é precária e precisa de muito trabalho para ser mantida, muitas vezes através da agregação de novos aliados. A onda neoliberal que se fortaleceu após a redemocratização foi ganhando mais força nos anos 1990. Na busca pela eficiência e corte de custos, a *“Petrobras passou a terceirizar tudo”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 30).

Foram feitas cada vez mais terceirizações e *“cada vez em pacotes mais integrados. Houve uma primeira onda de terceirização mais pulverizada, mas depois a Petrobras falou assim: ‘a terceirização, se eu dividir muito, dá muito trabalho para gerenciar. São muitos contratos’”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 30). Como consequência deste raciocínio, *“a Petrobras foi integrando os blocos de serviço, de modo que ela fazia cada vez menos contratos, mais amplos,*

para que ela tivesse menos interface para gerenciar” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 30).

O empresário Tupinambá, em 2018, entende e aprova a transformação pela qual passou a relação da Petrobras com as empresas contratadas: *“E está certo! Isso foi uma tendência geral. Não foi só da Petrobras. Até chegar no ponto [em] que tinha empresa que fazia um contrato para desenvolver um campo inteiro. Nós tivemos alguns casos em que a Petrobras terceirizou o campo” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 30).*

Mesmo concordando hoje em dia, ele reconhece, porém, que isso afetou profundamente sua carreira empresarial, jogando sua empresa cada vez mais para fora do negócio: *“isso para empresas como a nossa era uma espécie de pesadelo porque, na medida em que a Petrobras integrasse cada vez mais, você ficava mais à mercê de uma cadeia de produção muito maior” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 30).*

No início do processo, sem saber ainda o quão longe chegaria esta *“tendência à terceirização”*, o empresário tentou reagir. *“Num primeiro momento nós tentamos acompanhar” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 30).* A CONSUB buscou um aliado nacional para se adaptar às novas exigências dos contratos da Petrobras. *“Quando a Petrobras” deixou de querer apenas o “robô e passou a querer o robô junto com o navio, a gente fundiu a Consub com a Norsul para ter o navio e começamos a tentar acompanhar aquele movimento da Petrobras. E acompanhamos até certo ponto. Chegamos a ter 22 embarcações” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 30).*

A fusão com a NORSUL não foi importante apenas por causa dos navios, mas também por causa do aporte de capital que permitiu à CONSUB buscar contratos maiores. *“O pessoal da Norsul trouxe para a gente um lado financeiro muito bom. Era a família Lorentzen, dona da Aracruz Celulose. Eles tinham a Norsul Offshore, que nós juntamos com a Consub, a Norsul Navegação e a Aracruz” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 31-32).* Tupinambá conseguiu assim uma aliança com um grande grupo empresarial.

A nova empresa mudou um pouco sua razão social, *“continuou se chamando CONSUB, mas deixou de ser CONSUB equipamentos e serviços*

Ltda e passou a se chamar CONSUB S.A. E aí a gente passou a ter um status que a gente não tinha” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 32). Além do novo status, Tupinambá ficou com 50% da nova empresa e pode continuar na presidência. *“Nessa época a Norsul tinha uns doze navios de apoio marítimo e a CONSUB passou a ter essas embarcações. E começamos então a ganhar outros contratos e fazer essas embarcações especiais tipo RSV, PLSV e DSV⁹⁸”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 32).

Com a mudança de escala obtida com a fusão, a CONSUB passou a poder *“fazer frente a contratos muito sofisticados da Petrobras. A CONSUB instalou o primeiro Riser rígido da Petrobras naquela plataforma que explodiu, a P36⁹⁹”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 30). A instalação deste Riser rígido foi uma *“obra gigantesca. [Tivemos] que fornecer o equipamento [o Riser], navio, robô, inspeção submarina. Um pacote monstruoso. Chegamos a fazer coisas desse tipo”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 30-31).

A fusão acabou também provocando uma mudança de rumo na trajetória da CONSUB como operadora de robôs, pois, segundo Tupinambá (2019, p. 9), *“quando fizemos essa associação com o grupo Lorentzen, passamos a ter acesso a financiamento internacional muito barato”*. Então quando *“venceu o acordo operacional”*, por iniciativa do *“pessoal do grupo Lorentzen”*, a CONSUB resolveu *“não renovar a parceria com a SUBSEA”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 9).

O plano que foi posto em prática é que como *“não tinha barreira para trazer. Vamos usar isso ao nosso favor e comprar os robôs lá fora formando a nossa própria frota de robôs”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 10). A nova situação

⁹⁸ RSV – ROV Support Vessels, PLSV – Pipe Laying Support Vessels e DSV – Diving Support Vessels.

⁹⁹ *“A P-36 foi a maior plataforma semi-submersa de produção de petróleo no mundo, antes de seu naufrágio em março de 2001. A plataforma era de propriedade da estatal brasileira Petrobras e custou 350 milhões de dólares”, disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Plataforma_P-36, acessado em 17/11/19. Interessante mencionar que muitos colocam a terceirização entre as causas do afundamento. “Um elemento essencial a ser considerado é que não houve somente erros e desmandos no caso da Piper [pior acidente da história da indústria petrolífera offshore], e sim uma longa cadeia de eventos. Os mesmos autores apontam que o referido desastre expôs tudo o que havia de errado no campo da segurança offshore. [...] De modo similar, pode-se lançar mão do mesmo raciocínio no caso da Petrobras, ao iluminarmos algumas das iniciativas levadas a cabo nos anos que antecedem o acidente com a P-36, como a redução de efetivos, a **escalada da terceirização e a reestruturação organizacional**”* (FIGUEIREDO, ALVAREZ e ADAMS, 2018, p. 9 – grifo meu).

permitia “Comprar com financiamento externo enorme de cinco, seis, sete, dez anos... A gente começou a trocar a frota da SUBSEA por veículos próprios da CONSUB. Próprios, [porém] importados” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 10). Assim não seria mais necessário dividir o faturamento com a SUBSEA. “Quando a gente passou a ter o Grupo Lorentzen, o faturamento passou a ser 100% nosso. Nós chegamos a ter vinte e tantos contratos na Bacia de Campos ao mesmo tempo” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 10).



Figura 4.14 – Tupinambá segurando um Hyball em 1991¹⁰⁰.

Fonte: CALIFE, 1991

A CONSUB então adotou um novo fabricante e passou a comprar os robôs de uma fábrica inglesa chamada Hydrovision. “A *Hydrovision* ela só fabricava. **Ela era [lá fora] o que nós queríamos ser aqui**, lá no início, só que ela vendia para o mundo inteiro. Tinha desde o pequenininho do Hyball [figura 4.14] até os *Diablos* e *Demons*, que eram enormes, de duas, três toneladas” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 10, grifo meu).

¹⁰⁰ A foto é de 1991, antes portanto da fusão com a NORSUL e antes da compra dos robôs da Hydrovision.

O trecho grifado fala muito sobre a história do Tatuí, da CONSUB, de empreendedores como Tupinambá e da indústria de capital nacional como um todo. O sonho de criar a indústria nacional de robôs só pôde ser sonhado por uma janela de oportunidade criada ao longo dos anos 80. Esta janela começou a fechar no final da década, fortalecendo e naturalizando a inviabilidade econômica/comercial decretada nas reportagens da Brasil Energy (DSND..., 2001; TUPINAMBA..., 2002) quando se refere ao “*primeiro ROV brasileiro*” (anteriormente citado na seção 3.7, p. 154).

A transformação em locadora de robôs, a parceria com a empresa inglesa e a fusão com a NORSUL deram uma sobrevida à CONSUB, mas, à medida que o neoliberalismo foi conquistando mais e mais “corações e mentes” no Brasil, sobretudo de empresários, políticos e os chamados “*formadores de opinião*”, as regras do jogo foram mudando numa velocidade que venceu sua capacidade de adaptação como empresa nacional.

4.13 - DESNACIONALIZAÇÃO DA CONSUB

Nos “*exuberantes*” anos 90, segundo as palavras do prêmio Nobel de economia Joseph Stiglitz, “*o crescimento*”, principalmente da economia dos EUA, “*subiu para níveis nunca vistos em uma geração. Os artigos de jornais e especialistas proclamaram que havia uma Nova Economia, que as recessões eram coisa do passado e que a globalização traria prosperidade ao mundo inteiro*” (STIGLITZ, 2015, p. 3). Como numa religião, a receita de sucesso econômico foi sendo espalhada (seção 1.11), sobretudo nos ditos países em desenvolvimento, cujas economias sofreram com as diversas crises da década anterior: “*nos gabamos de nosso sucesso e pregamos aos líderes econômicos às vezes invejosos de outros países que, se eles nos imitassem, também poderiam desfrutar de prosperidade como a nossa*” (STIGLITZ, 2015, p. 3).

Os ditos “*formadores de opinião*”, como o jornal O Globo, tratavam com ufanismo os novos tempos. Uma reportagem de agosto de 1997 trazia como título “*No fundo, um oceano de oportunidades*” e subtítulo “*Abertura do setor petrolífero para empresas privadas vai gerar todo tipo de emprego*” (ANSELMO, 1997). Logo nas primeiras linhas se percebe que as

“oportunidades” não serão iguais para todos: “A estimativa é que, pelo menos 20 novas empresas do setor se instalem no país e gerem empregos de toda ordem. Apesar de a **atividade de exploração estar reservada a multinacionais e empresas de grande porte**, os pequenos e micro empresários **não ficarão a ver navios**” (ANSELMO, 1997 - grifo meu). A expressão “não ficar a ver navios” soa como humor negro, pois logo a seguir a reportagem fala que “com a **falência do setor naval**, muita gente qualificada terá novas oportunidades” (ANSELMO, 1997 - grifo meu).

Há uma significativa diferença de qualidade de como cada setor vai se beneficiar da abertura do setor petrolífero. Enquanto as “*multinacionais e empresas de grande porte*” vão poder participar das atividades de exploração, às demais empresas (nacionais) resta a “*falência do setor naval*” (nacional) ou outras oportunidades detectadas por levantamentos “*feitos junto à Petrobras,*” que apontaram “*necessidades que*” poderiam “*ser desempenhadas por empresas de pequeno porte como, por exemplo, o serviço de manutenção de extintores de incêndio*” (ANSELMO, 1997). A CONSUB, empresa que um dia sonhara ser fabricante nacional de ROVs, na reportagem já é tratada como DSND-CONSUB.

A “*boa nova*” do evangelho neoliberal foi aceita e assimilada inclusive por empresários, como Tupinambá, que não teriam surgido e prosperado se não fossem a proteção e o interesse do estado brasileiro. Esta contradição tem uma razão de ser. Mesmo tendo se tornado empresário nacionalizando equipamentos que antes eram importados, à medida que os ventos foram mudando, ele foi se adaptando aos novos tempos e conseguiu se manter como um empresário de sucesso.

Esta contradição está presente ao longo das entrevistas com Tupinambá. Num ponto ele conta que procurou a Subaquática porque achou que as empresas de mergulho “*estrangeiras não vão querer nacionalizar equipamentos, então eu vou nas brasileiras*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 8), fala dos equipamentos que produziu para a empresa e que nacionalizou “*inclusive o próprio equipamento de mergulho profundo (Sistema de Mergulho Saturado), com apoio da FINEP. Que era o grande sonho da subaquática de nacionalizar*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 8) e mais adiante relata como ajudou a Subaquática a

se qualificar para realizar soldas submarinas e competir com as empresas estrangeiras (TUPINAMBÁ, 2018, p. 9-14 e na seção 4.4).

Noutro ponto, já falando sobre o Tatuí, “*nacionalizar*” parece deixar de ser um desejo do próprio empresário para se tornar quase uma obrigação “*irracional*” imposta pela Petrobras. Como quando ele fala sobre o Syntactic Foam, “*Faria muito mais sentido [importar]. Porque tinha isso também. A AFM da Petrobras definia o índice de nacionalização. Porque se não tivesse isso era muito melhor para a gente encomendar o Sintatic Foam. Teria saído muito mais barato*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 27), ou a câmera de vídeo do robô, “*Então você imagina. A gente fazer uma câmera de TV, um absurdo, estava **reinventando a roda**. Tinha já vários fabricantes de câmeras submarinas no mundo. Era muito melhor ter comprado. Mas se eu comprasse não atendia ao índice de nacionalização e não recebia da Petrobras*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 27 – grifo meu).

Logo a seguir, na volta do pêndulo, o esforço de nacionalizar volta a ter um viés positivo: “*mas foi bom! Sabe por quê? A gente teve um trabalho excepcional, enorme. Talvez desnecessário por certo lado. Mas por outro lado a gente acabou usando essa rede em outras coisas*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 28). As dificuldades se mostram justificadas pelo efeito cumulativo do aprendizado tecnológico: “*usamos no equipamento oceanográfico a mesma tecnologia que usamos no Tatuí. O mesmo conector elétrico, a mesma placa eletrônica microprocessadora, etc. Acabamos usando em outras coisas*”. Mesmo assim não deixa de lembrar que foi um processo sofrido: “*Porque se a gente não tivesse passado por essa **tortura** toda aqui não teria conseguido fazer isso*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 28 – grifo meu).

Observando a trajetória de Tupinambá, acredito que ele encarna um tipo raro (no Brasil) de empreendedorismo. Se por um lado há um tipo de empreendedor “*idealista*” que começa um negócio criando artefatos revolucionários de forma muitas vezes improvisada (como na história da fundação da *Apple Computers Inc.*, por Steve Jobs, num fundo de garagem), por outro lado há um tipo de empreendedor que não necessariamente cria produtos revolucionários, mas tem o talento de descobrir e investir em negócios potencialmente lucrativos.

Tupinambá, nos primeiros anos de sua carreira de empresário, juntava estes dois tipos de empreendedorismo na mesma pessoa. Esses dois Tupinambás (mais do que um e menos que muitos) emergem de suas palavras nas horas gravadas das entrevistas. Mesmo que a onda neoliberal e a necessidade de sobrevivência tenham reprimido o empresário “*idealista*”, algo dele ainda teima em existir, haja vista que as realizações da CONSUB ainda ocupam um lugar de destaque na página de web de sua empresa atual.

A onda neoliberal se aprofundou a partir do governo Fernando Henrique Cardoso. Em 1995, através da emenda constitucional nº 6¹⁰¹, foi eliminado da constituição o conceito de empresa brasileira de capital nacional, abrindo o setor de exploração de recursos minerais a qualquer empresa estabelecida no país. Essa mudança constitucional abria caminho para o fim do monopólio estatal do petróleo que foi definido pela lei 9.478, de 6 de Agosto de 1997¹⁰².

A mesma lei também determinou a criação da Agência Nacional do Petróleo (ANP), retirando da Petrobras o poder e a liberdade de decidir as políticas públicas relativas ao setor. Em vista dessas mudanças, a empresa teve a necessidade de se adequar às novas condições de concorrência com empresas estrangeiras, agora estimuladas a participar do mercado brasileiro de petróleo (criado e desenvolvido pela Petrobras).

Face às novas condições, a Petrobras acentuou o processo de terceirização e integração das atividades terceirizadas, colocando um desafio para a CONSUB que ela só pôde enfrentar mudando radicalmente para permanecer a mesma coisa. A CONSUB foi vendida para uma empresa estrangeira. Pela constituição de 1988 ela deixaria de ser uma empresa brasileira de capital nacional, porém, como essa categoria não mais existia pela emenda constitucional de 1995, ela simplesmente continuava sendo uma empresa brasileira.

¹⁰¹ Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/Emendas/Emc/emc06.htm>, consultado em 20/11/2019.

¹⁰² Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9478.htm>, consultado em 20/11/2019

“A visão do órgão operacional foi virando cada vez mais para a contratação do serviço. Em vez de comprar, alugar. E isso chegou a um paroxismo” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 7). A partir de certo momento “a Petrobras estava alugando a sonda já com tudo. Vinha com o robô e com o que você pudesse imaginar. Estava alugando com a equipe e com tudo” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 7). Se por um lado, como citado anteriormente, Tupinambá aprova (“está certo” e “foi uma tendência geral” nas palavras dele em TUPINAMBÁ, 2018, p. 30) a crescente preferência da Petrobras por serviços cada vez mais integrados, por outro lado ele reconhece que isso foi colocando sua empresa fora do jogo, o que acabou levando à venda do seu controle para um grupo norueguês em 1997. “E foi por aí que a gente saiu do mercado. Preferi vender a empresa porque vi que não ia fazer frente àquilo ali. Conseguimos ir até um ponto que já era complicado. Dali para frente só mesmo o grande capital internacional é que poderia fazer frente” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 30).

Numa fase de transição que durou cerca de cinco anos, Tupinambá manteve 10% do capital e a presidência da empresa, os 90% restantes passaram para o grupo norueguês DSND. “Em 98 a gente começou o processo de venda integral para a Norueguesa DSND. E esse processo só terminou em 2001. Foi de 98 a 2001. Em 2001 eu saí completamente fora” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 31). Há na fala de Tupinambá uma pequena confusão de datas, possivelmente devido aos quase 20 anos que transcorreram desde os fatos narrados.

Em dezembro de 2002, o periódico Brasil Energy informava que a venda havia sido feita em 1997: “a venda da empresa de engenharia submarina do Rio Consub para o grupo norueguês DSND em 1997 não significou a aposentadoria do empresário brasileiro Paulo Tupinambá” (TUPINAMBÁ..., 2002, tradução minha). A reportagem confirma logo a seguir a data do fim do processo de transição: “nos cinco anos findos em 8 de setembro passado, o empresário foi **impedido de investir no setor offshore por uma cláusula que o proibia de competir com a nova empresa**, que agora é chamada DSND Consub” (TUPINAMBÁ..., 2002 -tradução e grifo meus).

Mesmo que possa ser uma cláusula comum neste tipo de negociação, não deixa de ser curiosa a proibição imposta a Tupinambá de participar do

mercado Offshore e como isso pode ter afetado um empreendedor que havia estado ativo por quase vinte anos. A reportagem continua informando que “*livre de restrições contratuais, Tupinambá está voltando ao mercado, mas desta vez como investidor. Ele formou a holding Synthesis, que já assumiu o controle de cinco empresas e está aberta a outras oportunidades no mercado*” (TUPINAMBA..., 2002 - tradução minha).

Sua atração pelo mar continuava, tanto que uma das primeiras empresas adquiridas foi uma “*empresa brasileira de trabalhos submarinos (Embraos), especializada em mergulho, com 100 funcionários e sede no estado do Rio de Janeiro, na principal base de fornecimento de petróleo offshore, Macaé*” (TUPINAMBA..., 2002 - tradução minha). Tupinambá fala desse período de transição com tranquilidade: “*em 98 a CONSUB já era controlada pela DSND, mas eu ainda tinha participação. Ainda tinha ações. E era presidente e tal. Depois eu continuei tendo ações e passei a presidente do conselho. E aí finalmente eu vendi o resto das minhas ações*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 31). Mesmo não controlando mais a empresa ele ainda se identifica com a CONSUB da época e entende como positiva a abertura de mercado do setor de petróleo, pois “*começamos a ter outros clientes, que era uma coisa que nunca tínhamos experimentado. Tivemos a Shell. Tivemos a BP. Fizemos obras para outras empresas. Era uma fatia ainda pequena de faturamento*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 31 – grifo meu).

Apesar da abertura do mercado do petróleo, pelo menos até o momento em que Tupinambá se desligou definitivamente da CONSUB, os principais clientes da empresa eram estatais. A Petrobras, sem dúvida alguma, era a principal cliente. Não menos importante, porém, foi a Marinha do Brasil, para quem a CONSUB desenvolveu diversos projetos. Mas houve outros clientes estatais também como a CESP (Companhia Energética de São Paulo) e a Embratel.

4.14 - CRESCIMENTO ATRAVÉS DOS ANOS

O projeto do robô Tatuí não foi o primeiro, nem foi o único, projeto da CONSUB. Como mencionado anteriormente, a recém-criada empresa

trabalhava inicialmente para atender as necessidades de nacionalização de equipamentos da sua empresa mãe, a Subaquática. Algumas pistas foram sendo publicadas na imprensa que nos permitem seguir os passos no crescimento da empresa ao longo do tempo.

Segundo um artigo da revista Isto é Dinheiro em 2009, a CONSUB foi criada em 1983, com capital inicial de US\$ 50.000, proveniente da venda de um carro e do fundo de garantia de Paulo Tupinambá (FERREIRA, 2009). Esta versão foi confirmada, salvo pela origem do capital, em um artigo do Jornal Valor Econômico em 2010 (OCEANÓGRAFO..., 2010). Por outro lado, uma reportagem, publicada na revista Veja em 1993, afirma que a CONSUB foi criada em novembro de 1982 e, nas palavras do próprio Tupinambá, eram “*seis engenheiros numa sala, sem saber como pagar aluguel*” (CORRÊA, 1993, p. 56). Uma reportagem publicada no jornal O Globo em 1999 faz uma fusão destas duas versões: a CONSUB teria sido criada em 1982, com um faturamento anual de US\$ 50.000 (VIDOR, 1999).

Através de imprensa, mesmo com muitas lacunas, é possível acompanhar a evolução do faturamento anual da empresa ao longo dos anos. Dez anos após sua fundação, após ter completado diversos projetos, entre eles o robô Tatuí, uma reportagem publicada em 1993 contava que “*em 1992,*” a CONSUB “*fechou o ano com um faturamento de 5 milhões de dólares. Em 1993,*” a expectativa era “*chegar aos 8 milhões*” (CORRÊA, 1993, p. 56). Outra reportagem, esta publicada em 1999, mostra a evolução do faturamento no período após a fusão com a NORSUL até imediatamente após a venda para a DSND. O faturamento anual foi de “*US\$ 40 milhões em 1997, contra US\$ 20 milhões no ano anterior [1996], e US\$ 80 milhões no ano passado [1998]. Para 1999, a empresa já tem um faturamento contratado de US\$ 200 milhões*” (PENA NETO, 1999). Alguns anos depois, “*em 2001, quando a Consub faturava US\$ 240 milhões e empregava 200 pessoas,*” Tupinambá “*vendeu o negócio para o grupo norueguês DSND por R\$ 50 milhões*” (FERREIRA, 2009; OCEANÓGRAFO..., 2010).

Em fevereiro de 1997 a CONSUB produziu uma brochura em inglês, “*Company Presentation*”, que como o próprio título deixa explícito “*apresentava*” a empresa através do seu organograma, dados financeiros e

projetos realizados. A data de publicação e a língua em que foi redigido mostra que este documento possivelmente foi utilizado nas negociações com o grupo DSND. A figura 4.15 mostra a evolução do faturamento (*turnover*) em dólares entre os anos 1992 e 1997 apresentando números semelhantes (mas não exatamente iguais) àqueles publicados nas reportagens citadas no parágrafo anterior. A figura e as reportagens mostram que tanto a fusão com a NORSUL, em 1996, quanto a venda para a DSND, em 1997, representaram grandes saltos de escala para a empresa.

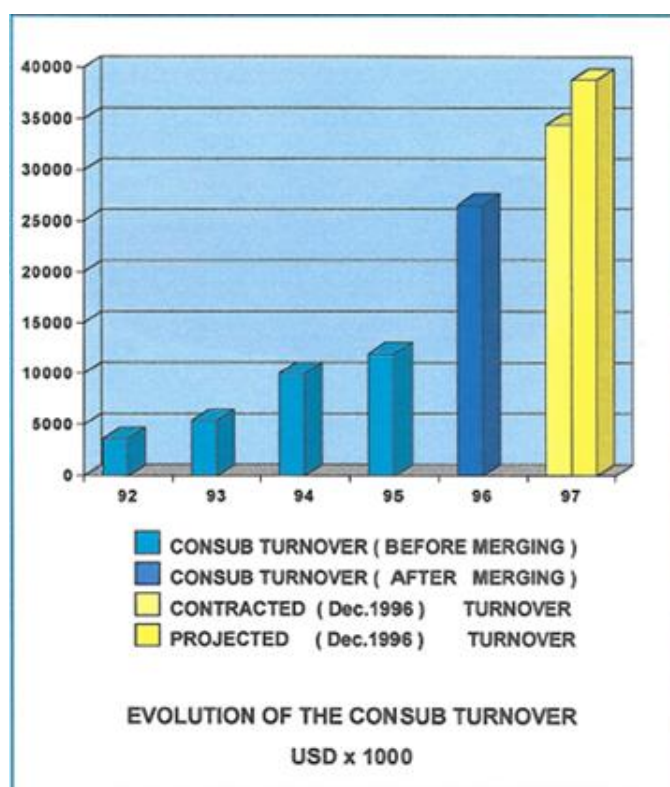


Figura 4.15 – Evolução da Renda Bruta da CONSUB (92/97) Fonte: CONSUB, 1997

As informações se tornam confusas quando se trata da evolução do número de funcionários. A mesma reportagem que informa que a CONSUB começou com seis engenheiros (certamente havia outros empregados invisíveis) dividindo uma sala, também afirma que em 1993 a CONSUB “empregava 26 engenheiros, num quadro de 100 funcionários (e só vinte pessoas na administração)” (CORRÊA, 1993, p. 56). Em 1999, com a CONSUB já sob o controle da DSND, Paulo Tupinambá afirmou, para uma reportagem do jornal O Globo, acerca dos investimentos que a empresa estava realizando que “além dos 800 empregos diretos que a indústria criou, serão gerados mais 300 empregos nos próximos seis meses” (ORDOÑEZ, 1999).

Dez anos depois, porém, na reportagem publicada pela revista Isto é, Tupinambá afirma que quando vendeu sua participação, a empresa empregava 200 pessoas (FERREIRA, 2009).

A enorme discrepância entre os números talvez possa ser explicada por uma confusão entre empregos diretos e indiretos na reportagem de 1999, ou talvez uma falha de memória devido aos oito anos decorridos entre a venda da participação na empresa em 2001 e o momento da reportagem em 2009. De qualquer forma, tanto faturamento quanto número de empregados demonstram o crescimento experimentado pela CONSUB ao longo dos anos, reflexo tanto da diversificação de clientes e projetos quanto das fusões pelas quais a empresa passou.

4.15 - CONSUB ALÉM DO TATUÍ

Quando ficou claro que a Petrobras não compraria mais robôs, a sobrevivência da CONSUB não foi garantida por ela ter se tornado locadora de ROVs, mas, sobretudo, por ela estar envolvida em outros projetos para a Petrobras e para outros clientes.

Com afirmado anteriormente, com o projeto da solda submarina o nome de Tupinambá começou a ficar conhecido dentro da Petrobras (página 201), porém esse era um projeto muito associado à Subaquática e, desde 1982, Tupinambá tinha sua própria empresa. Para a CONSUB se habilitar para desenvolver o Tatuí ela precisava ser conhecida pelo SERMAT. *“Tinha essa coisa da solda também, mas a solda era mais na área de serviço, no SEGEN. Não tinha tanta relação com o SERMAT. Nosso canal com o SERMAT foi muito baseado no projeto do DLP”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 20).

A oportunidade surgiu através de um projeto pequeno que, no entanto, foi realizado de uma forma original e engenhosa. *“Não lembro se mencionei [...] um projeto executado para o SERMAT, antes do Tatuí, que foi muito importante. Nós desenvolvemos [...] um negócio chamado DLP (Dispositivo de Liberação Programada)”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 20). O DLP foi um dos primeiros projetos que a CONSUB fez para a Petrobras, quando a empresa já começava a não querer mais depender de Subaquática como sua única cliente.

Este projeto “causou uma impressão importante na Petrobras porque era um dispositivo sofisticado. Foi em 85, 86, logo antes do Tatuí. [...] Nosso canal com o SERMAT foi principalmente pelo DLP. [...] Foi a nossa via para o Tatuí” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 20).

A Petrobras queria lançar dutos, de forma controlada, a uma profundidade de cerca de cem metros ou mais. “A Petrobras estava indo para águas mais profundas. [...] O método tradicional é através de barcas especiais, que são de operação muito cara, ou [os dutos são] montados no fundo em trechos pequenos. Mas quando você ia para águas de cem metros assim era mais complicado” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 20-21). O DLP era uma forma da Petrobras não ter que trazer caríssimas embarcações especializadas de fora e também um “jeito de instalar um trecho de duto numa água mais profunda de uma forma semi-automatizada e de menor custo” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 21). O sucesso deste primeiro projeto serviu como uma demonstração do potencial da nova empresa: “Produto! Vendido! [...] A gente entregou na caixa para o SERMAT. Foi uma experiência importante” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 21).

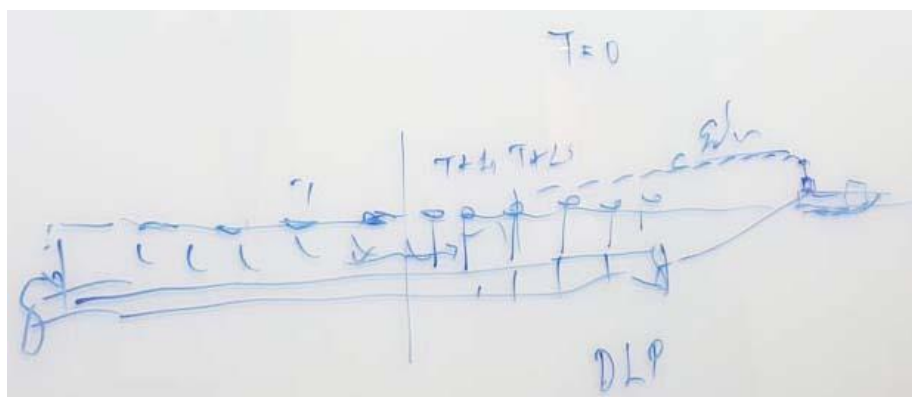


Figura 4.16 – Desenho de Tupinambá mostrando um navio

Fonte: Entrevista do dia 01/08/2019

O DLP é um dispositivo formado por uma boia, um cabo de aço para segurar um duto, uma luminária estroboscópica, um receptor de rádio e uma eletrônica para controlar tudo isso. Diversos dispositivos destes são colocados em sequência, em intervalos regulares segurando o duto (figura 4.16). Quando o rebocador chegava no ponto de lançamento do duto e estava pronto para começar a operação, um sinal era emitido do barco e as boias começavam a soltar o duto. Os dutos não eram soltos todos de uma vez, mas numa

sequência pré-programada. Tupinambá (2019, p. 20), dá um exemplo de como isso funcionava:

Essa foi uma invenção nossa para apoiar esse tipo de operação [lançamento de dutos]. O DLP era basicamente um relé mecânico que ficava entre uma boia e o duto a ser lançado. Foram fabricados 70 unidades de forma que 70 boias podiam ser conectadas a um trecho de duto a ser lançado, permitindo que fosse rebocado até seu local de instalação. Ali os DLP's eram acionados por controle remoto seguindo um padrão temporal pré-determinado: liberando as boias do centro para as duas extremidades. Com isso o trecho de duto era lançado de forma controlada. Os DLP's eram então recolhidos para uso futuro. Esse fornecimento causou uma impressão importante na Petrobras porque era um dispositivo sofisticado.

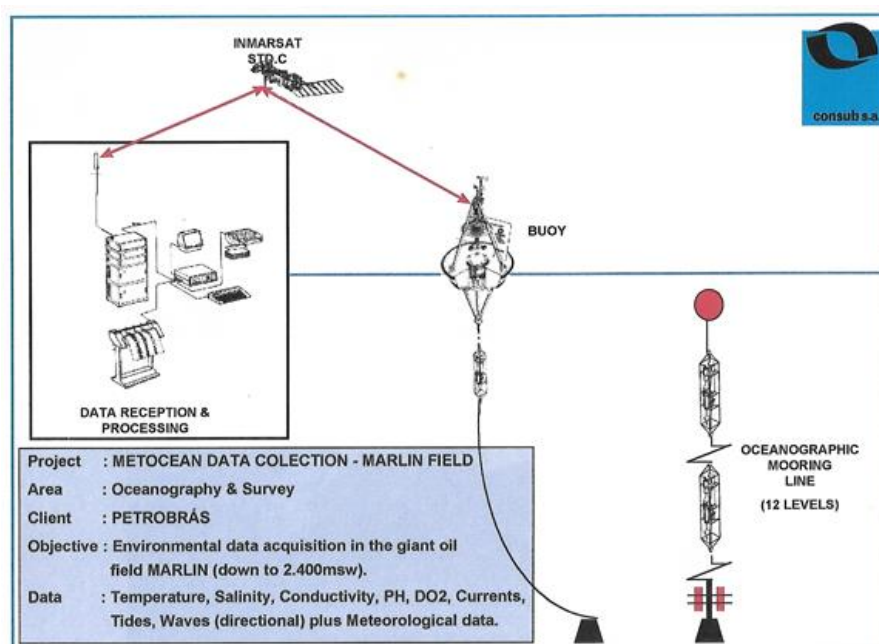


Figura 4.17 – Boia de aquisição de dados oceanográficos. Fonte: CONSUB, 1997.

As boias eram numeradas e cada boia era programada para soltar sua parte do duto em intervalos de tempo crescentes, em relação à boia inicial, após ser dado o sinal de disparo. “O sinal de disparo era muito sofisticado porque não podia ter risco de uma coisa espúria. [...] Era um sinal digital altamente codificado que tinha que coincidir 18 bits para poder assumir que aquilo era uma ordem de disparo. Uma coisa que é impossível de ser confundido com um sinal de rádio espúrio” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 21). Havia também um dispositivo de segurança para saber se havia alguma boia que não estava funcionando. Antes de soltar o duto era mandado um sinal de teste e cada boia respondia piscando três vezes a luminária. Se alguma boia não

respondesse havia tempo de trocá-la antes do lançamento definitivo (TUPINAMBÁ, 2019, p. 21).

Além de tornar a CONSUB conhecida no SERMAT e na Petrobras, o aprendizado tecnológico desse projeto teve aplicação direta em dois outros projetos posteriores.

O primeiro destes projetos foi a boia para aquisição e transmissão dos dados oceanográficos (figura 4.17). A boia já foi abordada anteriormente (seção 4.5, páginas 207 e 208) e era o sistema que substituiu o navio Orion na terceira etapa do projeto GER-01 do PROCAP (PETROBRAS, 1988a, p. GER-01). *“Primeiro nós deixávamos o navio fundeado para a coleta dos dados. [...] O Orion deve ter durado talvez uns dois ou três anos. Ele foi substituído pela boia automática e a operação dela foi até meados da década de 90. [...] Ela foi desenvolvida entre 90 e 92”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 5).

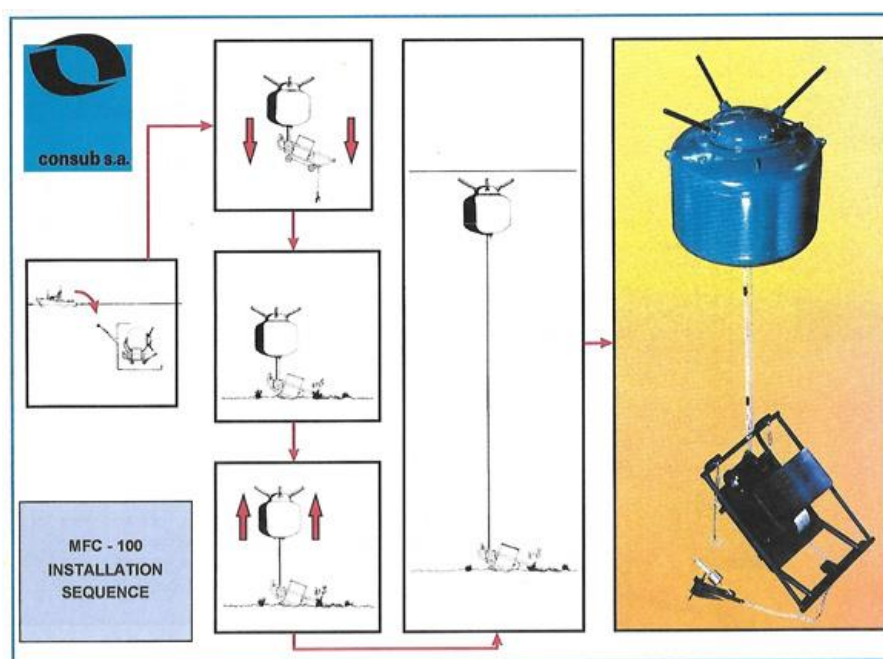


Figura 4.18 – Mina Naval desenvolvida para a Marinha do Brasil. Fonte: CONSUB, 1997.

Além de desenvolver e produzir, a CONSUB ficou responsável pelas boias. *“Operávamos uma embarcação que ia dar manutenção na boia. No final tinha umas três ou quatro [boias]. Às vezes mudavam de lugar. Tiravam daqui, botavam para lá. [...] Não precisa mais de dados daquele lugar. Vai para outro lugar. A gente operou um bom tempo”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 5).

O segundo projeto diretamente ligado ao DLP foi a estreia “no lado militar” e começou “por volta de 1989, 1990”. Foi quando a CONSUB “ganhou o contrato [...] para fazer as minas navais [figura 4.18] e começou a trabalhar com o instituto de Pesquisa da Marinha – IPqM” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 31). Além das Minas Navais, “a CONSUB fez uma série de coisas para a Marinha, mas o principal [...] foi a mina naval” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 32).

O “lado militar” da CONSUB, é possível dizer, foi tão importante quanto o “lado petroleiro”. São duas faces da mesma moeda, ambas lidando com o mesmo valor de segurança nacional. Como a maior parte do petróleo brasileiro está no mar, uma Marinha forte é uma necessidade para garantir que a posse e o acesso às riquezas de sua costa. Além da integridade territorial e a segurança energética, a CONSUB foi um instrumento utilizado pela Petrobras e pela Marinha para garantir o acesso à tecnologia e conhecimento que, mesmo existentes em outros países, estariam inacessíveis ao Brasil. “O pensamento normal da Marinha era muito alinhado com o pensamento da Petrobras. Encontramos muito mais gente alinhada com esse espírito de desenvolvimento” do que o contrário. “Até porque no caso militar não tem alternativa. Ninguém vai te dar de bandeja a tecnologia” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 35).

Adquirir tecnologia que pode ter alguma aplicação militar não é só uma questão de “usar o talão de cheque”. Os países desenvolvidos, sobretudo os EUA, impõem restrições à cessão de tecnologia avançada que pode ter uso militar. No início de 1987, o Departamento de Exploração da Petrobras (DEPEX) tentava comprar um supercomputador IBM 3090/100 VF para fazer frente ao crescente volume de dados sísmicos que precisava processar. Uma reportagem do jornal O Globo conta que “por considerarem essa máquina de última geração em termos de tecnologia de ponta, os Estados Unidos estão colocando sucessivos obstáculos na venda ao Brasil. Eles temem transferência de tecnologia para uso militar” (EUA..., 1987). Se isso se aplica para um supercomputador que pode ser usado para muitas coisas, inclusive aplicações militares, pior ainda quando se trata de uma tecnologia cujo principal uso é militar.

Na primeira entrevista em que conversei com Tupinambá (2018, p. 35-36), ele deu uma longa explicação sobre como se consolidou na Marinha a noção da necessidade desenvolver tecnologia própria:

*O que nos colocou na indústria militar foi muito certa doutrina que apareceu depois da guerra das Malvinas. Acho que poderíamos chamar de Doutrina da Dissuasão. Que poderia ser resumida assim: se uma potência do primeiro mundo tivesse um choque de interesses com o Brasil, deveríamos poder contar com elementos capazes de ter um efeito de dissuasão. Que não garantissem vitória, mas assegurassem um elemento de risco de perdas materiais e humanas para o oponente, que favorecessem uma solução diplomática. Porque com a Guerra das Malvinas ficou claro que depender de tratado com os Estados Unidos, tratado, que vai fornecer segurança, que vai ceder a tecnologia, não se demonstrou muito efetivo. Quando teve a Guerra das Malvinas ficou claro com quem os Estados Unidos se alinhou e aquilo teve um efeito. Eu lembro que foi imediatamente em seguida que nós fomos chamados ao Instituto de Pesquisas da Marinha e eles tinham que identificar empresas que pudessem fazer parte de um programa de desenvolvimento de tecnologia. **Era como se fosse um PROCAP da Marinha** e a gente entrou. Mas foi muito em função da Guerra das Malvinas e da doutrina que ouvíamos do Almirante Diretor do Instituto de Pesquisas da Marinha. Que era um grande estrategista. O nome dele era Mário Jorge Ferreira Braga. [...] Ele falava assim: “é a doutrina da dissuasão. O Brasil não quer estar na mesma posição que a Argentina ficou. Você não precisa ter um míssil nuclear que demanda muito investimento. Mas se você tiver minas, por exemplo, que são de baixo custo, pode fazer muita diferença”. E foi um dos itens que a Marinha nos pediu para desenvolver. A mina é um equipamento barato que desequilibra num contexto de conflito. Se a Marinha Argentina tivesse minado as Ilhas Malvinas, a Primeira Ministra Margaret Thatcher talvez tivesse pensado assim: “vou mandar fragata de 400 milhões de libras para lá. Para bater numa mina de 10 mil dólares e sofrer um dano gigantesco com perda de vidas?”. Ai talvez decidisse: “Manda o embaixador lá conversar mais um pouco”. Mas [, como a Argentina não tinha as minas,] o que ocorreu foi o contrário, o assessor militar dela disse: “você não tem risco nenhum de mandar uma força tarefa”. [...] Minas e o submarino nuclear são dois itens que podem formar essa base. [...] A tese era essa. Então eles privilegiaram o submarino, e privilegiaram a mina, entre outras coisas. Uma coisa assim que tinha um custo benefício gigantesco e faz todo sentido.*

A CONSUB então ganhou o contrato para produzir e entregar 50 minas. Antes de começar a produção, porém, tinha de fazer um protótipo que deveria ser aprovado pela Marinha. “Fizemos o protótipo, entregamos e a Marinha tinha que testar. [...] Nosso contrato era para produzir cinquenta minas, mas a gente dependia da Marinha aprovar o protótipo para vender mais. Só que depois que a gente entregou a mina, não saia o tal teste”, pois a “Marinha não dispunha de um dispositivo de radio-comando seguro para disparar a mina e fazer o teste. Poderia explodir o navio de apoio e matar gente” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 22). Como o teste não saia, a CONSUB

ofereceu uma solução à Marinha e foi contratada para realizar o teste. Eles bolaram uma solução que utilizava um equipamento que haviam desenvolvido para a Petrobras: o DLP. Por sugestão da CONSUB, a Marinha fez um pedido e a Petrobras cedeu 10 DLPs (os equipamentos foram doados, pois o teste da mina destruiu o DLP).

Para fazer o teste, um navio da Marinha levou a mina até o local do teste e se posicionou a uma distância segura. A mina foi colocada na água, perto da superfície, presa a um DLP. Quando tudo estava pronto, mergulhadores retiraram os seis pinos de segurança da mina e foram para o barco. *“Aí o DLP foi acionado, soltou a mina e quando ela chegou à profundidade de disparo explodiu. Mas quem soltou a mina em segurança foi o DLP da Petrobras”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 22).

Essa história, todavia, tem um detalhe muito interessante. Quando falei para Tupinambá sobre os dois tipos de empreendedor (seção 4.13, páginas 251 e 252), ele me disse o seguinte: *“Eu já ouvi esta interpretação sua de uma pessoa que também ressaltou outro aspecto atípico da CONSUB: a ligação com o mar e certo tipo de arrojo”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 16). Este “arrojo” caracterizaria um terceiro tipo de empresário: o empresário “destemido”. Ele explicou que quando a CONSUB construiu um submarino de turismo (mencionado anteriormente no capítulo 2, página 106, figura 2.8): *“eu, como presidente da empresa, é que fui testar o submarino com o Diretor de Operações”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 16). Tupinambá contou em detalhes os dois mergulhos de testes realizados (um a sessenta metros e o outro a cem metros) para obter a certificação para o submarino:

Eu e o diretor de operações, o Gustavo Bittencourt, que descemos no bicho. [...] A gente desceu no canal ali de Angra, lá no canal dragado. Acho que o primeiro mergulho foi a sessenta metros. O submarino era para cem metros. Quando você desce ali, a água é bonita na superfície, mas quando você chega lá perto do fundo é visibilidade zero. O fundo lá é breu. Muita coisa em suspensão assim. Um breu. A gente começou a descer e quando chegou a uns cinco ou seis metros do fundo, você já não enxergava nem um milímetro lá para fora. Tudo escuro. Aí acendemos a iluminação do submarino e tínhamos que ficar uma hora no fundo para cumprir o teste. Para ganhar o certificado tem que ficar uma hora. Na superfície tinha um barquinho sinalizando se tivesse algum navio, alguma coisa... Tinha que pegar autorização da Marinha. [...] O submarino tinha umas janelas de acrílico gigantes. Se fosse para alguma coisa dar errado ali era aquele acrílico todo. [...] Tínhamos quatorze de cada lado e uma na frente enorme. Um domo [figura 2.8]. Então o medo era com o

acrílico. [...] Depois fizemos um mergulho de cem metros. Aí saiu o certificado de operação. Na superfície tinha a Marinha, tinha pessoal nosso e tinha a agência certificadora. Uma agência, o American Bureau of Shipping (ABS), que estava presenciando os testes para dar o certificado. (TUPINAMBÁ, 2019, p. 17 – grifo meu).

O “*destemor*” desta história não se limitou apenas aos riscos inerentes ao próprio mergulho. Tupinambá acrescentou um tempero irreverente ao relato, uma “*história engraçada*” nas suas palavras, ao contar que levou uma garrafa de Champanhe a bordo para comemorar, no fundo do mar, o sucesso do mergulho. Ao chegar ao fundo, ele abriu a garrafa sem avisar previamente ao companheiro de mergulho que, assustado com o barulho, achou que uma das janelas de acrílico havia se partido (TUPINAMBÁ, 2019, p. 17). Este relato mostra que não era apenas uma questão de “*destemor*”, mas havia também um componente de prazer (como nos casos dos mergulhadores profissionais citados na seção 2.7, página 103) tanto na construção do submarino de turismo quanto no seu teste. Menos prazeroso e mais arriscado, porém, foi o teste das minas para a Marinha:

Quando fizemos a mina naval para a Marinha brasileira quem foi instalar a mina, na primeira detonação de uma mina em alto mar, fomos nós. Não tinha nenhum funcionário lá. Fomos eu, o diretor de operações e o diretor técnico. Tínhamos muita familiaridade com o mar, todos nós gostávamos muito de mar, navegávamos, velejávamos, mergulhávamos, havia essa familiaridade. Até porque a gente não tinha coragem de pedir para um funcionário fazer. Como é que eu ia chegar para um funcionário e pedir? Não tinha nem legislação no Brasil para isso. [...] A mina vinha pela popa de um navio da Marinha ainda cheia de mecanismos de segurança, mas havia uma fase da operação na qual alguém tinha que ir até o protótipo e retirar fisicamente o mecanismo de segurança. A partir daí ela ficava só dependente de um sinal de rádio para explodir. Os diretores que foram até a mina em um bote de borracha e retiraram o pino de segurança final. Eram seis pinos. Tirou aquilo e você estava com 180 kg de TNT ali que um sinal de rádio, uma interferência maluca [, podia detonar]. Então nós tínhamos uma série de proteções, mas era um negócio arrojado (TUPINAMBÁ, 2019, p. 16, grifo meu).

Não entendo esse destemor e arrojo como sinal de um terceiro tipo de empreendedorismo. Acho que essa história mostra que, mesmo depois de ter se tornado um empresário de sucesso, com uma empresa que tinha clientes importantes e faturava milhões, Tupinambá mantinha vivos, dentro de si, a paixão e o orgulho pelo seu trabalho, que entendo como uma característica do que eu chamei de empreendedor “*idealista*”. Essa é uma impressão que confirmei nas duas oportunidades em que o entrevistei. “*Uma coisa leva a*

outra. O DLP, que foi desenhado para lançar dutos da Petrobras, testou as primeiras minas navais brasileiras. Mas quem mergulhou para puxar os pinos de segurança [...] foram três diretores da CONSUB” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 22). E, repetindo com ênfase: “foi a diretoria da CONSUB. [...] Foi a gente mesmo. Não foi nenhum oficial da Marinha não!” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 22).

A Mina Naval foi possivelmente o mais perigoso e explosivo projeto da CONSUB para a Marinha, mas também foi o mais lucrativo, ou, nas palavras de Tupinambá, “o principal em termos de volume de faturamento” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 32).

Entre outros projetos para a Marinha, Tupinambá apontou o desenvolvimento de “componentes acústicos para submarinos” e o “sistema de resgate de tripulação de submarinos” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 12).

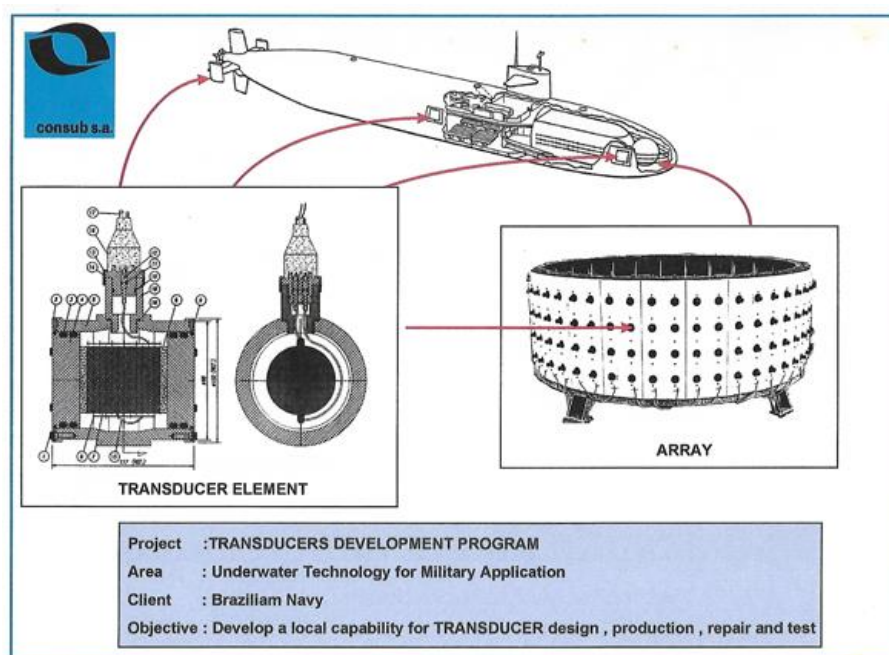


Figura 4.19 – Transdutores para submarinos. Fonte: CONSUB, 1997.

O desenvolvimento de componentes acústicos para submarinos envolveu pelo menos dois projetos. No primeiro deles, com o IPqM, a CONSUB produziu transdutores acústicos para substituir transdutores importados dos submarinos militares da classe Tupi (figura 4.19). Os transdutores acústicos são “os sensores do sonar. É como se fosse o ouvido do submarino” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 32).

A CONSUB não desenvolveu do zero os sensores, mas conseguiu uma licença *“de uma empresa americana chamada EDO”* para produzi-los no Brasil. Não foi uma tarefa simples, já que envolvia uma tecnologia protegida de caráter tipicamente militar. *“Foi difícil de conseguir essa licença, porque era tecnologia sensível. Dependia de aprovação do governo americano, mas a gente conseguiu fazer uma associação e fabricar os transdutores”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 32).

Ainda na tecnologia de componentes acústicos, a CONSUB produziu também um *“alvo para treinamento com torpedos.”*, que era *“um cilindro que tem microprocessamento, um transdutor acústico e é rebocado por um navio, sendo capaz de simular a assinatura acústica de um determinado alvo para treinamento dos seus operadores”*. O alvo funcionava emulando *“a assinatura acústica de vários tipos de navio”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 13).

A CONSUB também trabalhou para a força de submarinos da Marinha do Brasil realizando um projeto muito interessante, *“um equipamento formidável para a Marinha”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 33), que foi o Sino Atmosférico de Resgate (SAR), *“capaz de realizar o salvamento da tripulação de [um] submarino até a profundidade de 300 metros”* (MARTINI, 2017). O sino foi produzido e instalado no navio NSS Felinto Perry (K11), *“um navio de resgate bacana, mas era meio esquisito porque não tinha o sino de resgate”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 33). A CONSUB *“fabricou esse sino e ele está instalado lá no Felinto Perry. Ainda hoje, o equipamento de resgate da Marinha é o nosso sino”*¹⁰³ (TUPINAMBÁ, 2018, p. 33). O Sino de Resgate (figura 4.20) foi mais um projeto onde Tupinambá pôde aproveitar todo seu aprendizado tecnológico, desde o batiscafo da USP, o BATIUSP, até a sua experiência de nacionalização de equipamentos de mergulho na Subaquática. *“O SAR é subproduto direto do Sistema de Mergulho Saturado que fizemos na Subaquática, muitos anos antes”* (TUPINAMBÁ, 2018, p. 33).

O SAR foi encomendado à CONSUB em 1992 (SYNTHESIS, 2013) pela Diretoria de Engenharia Naval (DEN) de Marinha do Brasil e entregue em

¹⁰³ No final de 2019, a Marinha do Brasil adquiriu o DSV Adams Challenge para substituir o NSS Felinto Perry que *“está em sua fase final do ciclo de vida”*. Disponível em: <<http://noticiasmilitares.blogspot.com/2019/12/chega-o-guillobel-novo-navio-de-socorro.html>>, acessado em 5/4/2020.

1996 após a realização dos testes de aceitação. “Entre 20 e 29 de maio [de 1996], na enseada de Sítio Forte, em Angra dos Reis, em conjunto com a Diretoria de Engenharia Naval e a empresa CONSUB”, foram realizados, “com sucesso, os primeiros testes de aceitação do SAR” (MARTINI, 2017). O teste foi uma “das operações mais complicadas que nós fizemos. A aceitação do equipamento foi um acoplamento submarino no dorso do submarino, aqui na costa do estado. Acoplava em uma escotilha especialmente preparada que todos os submarinos possuem em seu convés” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 33).

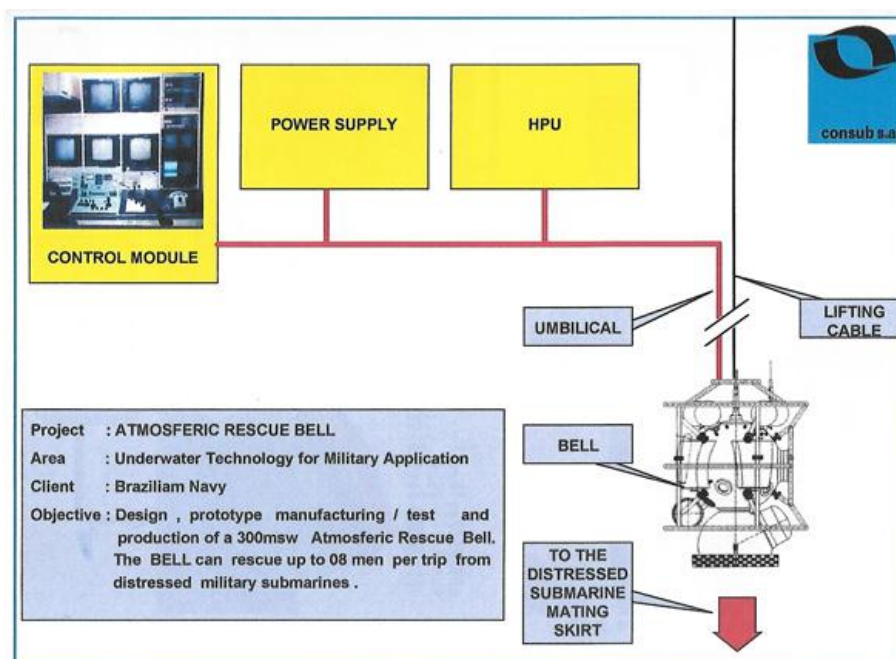


Figura 4.20 – Sino de Resgate. Fonte: CONSUB, 1997.

O Sino tem uma estrutura na forma de uma meia esfera metálica e externamente tem uma estrutura tubular de proteção, uns para-choques (“bumpers”), para proteção do aparelho no caso de algum impacto. Ele tem também uma “saia” metálica (figura 4.21). “Essa saia acopla perfeitamente em um flange no convés do submarino, criando um ambiente selado à pressão atmosférica em torno da escotilha de transferência. Todo submarino tem uma fêmea dessa saia de acoplamento” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 33). Além disso, ele tem “uns blocos de Sintatic Foam, de flutuação, porque o peso dessa saia é muito grande, então tem que ter os blocos de Sintatic Foam para compensar” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 33).

“Então o sino do SAR desce, acopla no submarino acidentado e aí tem um sistema que bombeia para fora a água” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 33) que fica

presa sob a saia. Cria-se então “um ambiente seco, a uma atmosfera, pode abrir a escotilha de transferência e passar oito pessoas para o SAR de cada vez”. Após a transferência, “fecha as escotilhas do SAR e do submarino, admite a água de volta. Desacopla o SAR e leva os tripulantes resgatados para a superfície” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 33). A tripulação é resgatada, de oito em oito pessoas, após várias viagens.

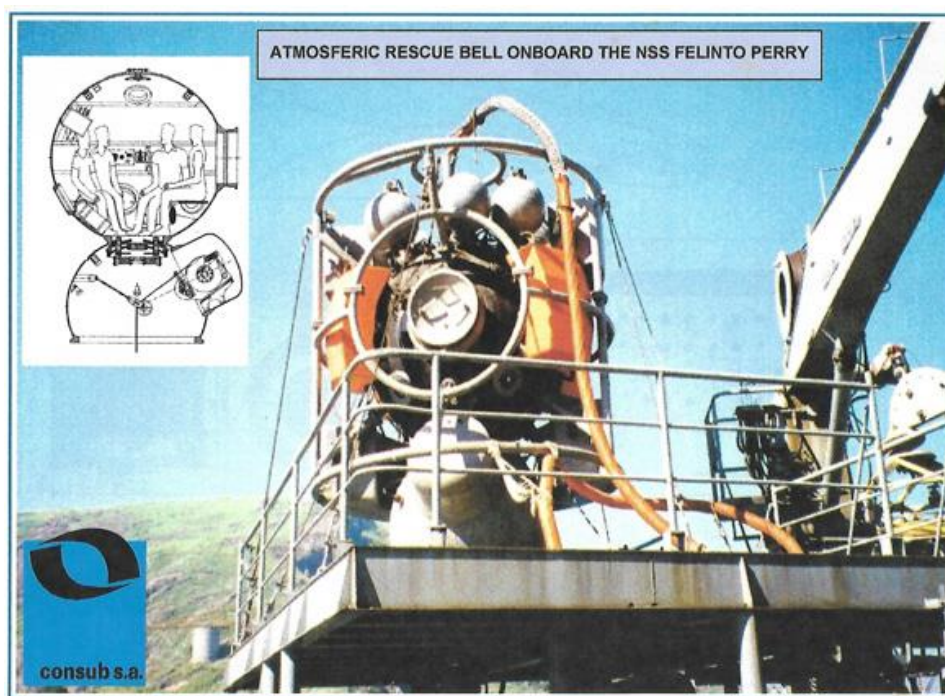


Figura 4.21 – Sino de Resgate, detalhes. Fonte: CONSUB, 1997.

Mas a relação de Tupinambá com a Marinha não foi apenas uma coleção infindável de sucessos. “Eu me lembro que tinha uma coisa que foi um golpe muito forte. Mas acho que foi um ponto fora da curva, já que a Marinha sempre nos apoiou muito” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 33).

A situação desagradável aconteceu quando a CONSUB, mesmo sendo o único fabricante nacional de robôs submarinos, foi excluída de uma licitação para a Marinha adquirir um ROV para o navio de resgate Felinto Perry. “A gente já fazia o Tatuí para a Petrobras. Já tinha feito o Tatuí. Já tinha feito o sino de resgate. Aí a Diretoria de Engenharia da Marinha resolve que quer comprar um robô submarino para pôr no NSS Felinto Perry” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 33-34). A compra, ainda por cima, seria de um ROV observador para junto com o SAR. Segundo Tupinambá, isso havia sido uma sugestão da própria CONSUB: “e fazia todo o sentido. A gente mesmo tinha falado muito

isso. Porque na hora de você fazer o acoplamento, se tiver um robô olhando é bom. Nós éramos os únicos fabricantes no Brasil. A Petrobras tinha investido para desenvolver isso” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 34).

O Tatuí não teve condições de competir, pois a Marinha abriu uma licitação internacional. “Não conseguimos competir com o preço. A Marinha abriu uma licitação e eles usaram o escritório do adido militar em Washington, com isenção total de imposto. Como é que eu ia competir com o preço? Perdemos a licitação. Eles compraram um robô não sei de quem” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 34). Esse pequeno episódio foi marcante e ajudou a selar o destino do ROV Tatuí e o da CONSUB como fabricante de robôs. Tupinambá trata este episódio como um “vexame” que minou as pretensões da empresa, pois, segundo ele, todo grande fabricante de ROVs comerciais começou primeiro por fabricar robôs para a Marinha do seu país. Segundo Tupinambá (2019, p. 12-13, grifo meu):

*Tivemos esse vexame que eu te relatei lá da Marinha. Uma coisa absurda. Não quis permitir que participássemos do processo licitatório para a compra de um ROV! [...] Isso foi um negócio decisivo [...] porque nós estávamos registrados como o único fabricante [nacional] e, de um lado, a Petrobras não quis fazer licitação para comprar e a nossa Marinha fez uma licitação internacional. [...] Fez a licitação lá fora e não fomos convidados. Ora, se nem a nossa Marinha comprou, como vamos [vender isso para alguém]? Era engraçado pois ouvíamos frequentemente: “você estão bem. Vocês querem tudo de ‘mão beijada’”. Vocês têm mais é que se lançar no mercado internacional”. **Não tem nenhum fabricante de robô que tenha se lançado no mercado internacional sem ter sido primeiro privilegiado no seu país!** A Honeywell começou a desenvolver o robô submarino para os militares dos Estados Unidos e depois, quando ela tinha o produto desenvolvido, foi para o Offshore. Mas ela primeiro foi bancada pelos militares que compraram centenas deles. A SubSea foi bancada pela British Petroleum, e por aí vai... Mas o que se queria? Que eu chegasse lá fora e me expusesse à seguinte pergunta: “mas a sua Marinha usa qual robô”? A minha Marinha fez uma licitação internacional e eu não fui convidado... [Se nem a sua Marinha quis, o] “senhor quer que eu compre seu robô”? [...] **Foi desanimador.** Em relação à Marinha, acho importantíssimo dizer que o que ocorreu com o Tatuí foi uma coisa isolada. Acho que foi uma ação atípica da Marinha, que tem tradição de apoiar a indústria nacional.*

Talvez a Mina Naval tenha sido o projeto mais lucrativo e, possivelmente, a Marinha não ter comprado o ROV foi a “pá de cal” nas pretensões da CONSUB como fabricantes de robôs submarinos. Porém, por mais que esses projetos militares citados até aqui tenham sido importantes,

nenhum deles chega perto de mostrar o quão significativo foi o papel da CONSUB na engenharia militar brasileira.

O mais importante projeto da CONSUB para a Marinha foi a participação dessa empresa no megaprojeto de Modernização das Fragatas da Classe Niterói (MODFRAG). Este projeto teve como objetivo fazer a modernização de seis fragatas, incorporadas à Marinha do Brasil entre 1973 e 1980, e começou a ser planejado no final da década de 1980. Em 1996 foi escolhido um consórcio formado “*pelas empresas Elebra Sistemas de Defesa e Controle Ltda, Consub Equipamentos e Serviços Ltda, Holosys Engenharia de Sistemas Ltda e DCN Internacional*” (MADEIRA JUNIOR, 2004, p. 97).

Este projeto durou de 1996 até 2005. “*A CONSUB é que ganhou o MODFRAG. [...] Até agora, há pouco tempo, ainda estava se trabalhando nele*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 31). O consórcio era formado por três empresas nacionais e uma estrangeira, sendo que a maior delas era a Elebra, que liderava o consórcio. A “*Elebra [...] era a líder do consórcio, era enorme e tinha uma tradição de fornecer para os militares. Mas quebrou, aí quebrou a outra e a gente foi ficando sozinho com aquela coisa. Era um negócio gigante e precisava de muito capital de giro, mas coincidiu com a entrada da Norsul. A Norsul segurou a peteca*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 31).

Uma reportagem da revista Isto É Dinheiro de 2002 fez o necrológio da Elebra: “*Talvez seu nome pouco signifique nos dias de hoje, mas a Elebra já foi a maior empresa do setor de informática do País. Há exatos 10 anos, quando a reserva do mercado de informática dava seus últimos suspiros, a Elebra vivia dias de glória*” (ELEBRA..., 2002). Mas a empresa nunca se recuperou do fim da reserva de mercado. “*Filha diletta da reserva de mercado, a Elebra começou a morrer quando o berço em que foi gerada desapareceu. [...] Sua agonia foi lenta e dolorosa, num longo processo de definhamento que reduziu a outrora potência tecnológica a quase nada*” (ELEBRA..., 2002). A falência atingiu a Elebra em plena execução do MODFRAG. “*A gente entrou com, não me lembro se tinha 20% ou 25%, era um projeto enorme. E aí a Elebra começou a quebrar. [...] Graças a Deus entrou a Norsul, os militares aceitaram. a Elebra saiu e nós pegamos o lugar da Elebra*” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 32).

“O MODFRAG era direto com a DSAM – Diretoria de Sistemas de Armas da Marinha e a EMGEPRON – Empresa Gerencial de Projetos Navais” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 32). Com a falência da Elebra, a CONSUB “foi ficando e ficou sozinha com o MODFRAG” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 32) e acabou responsável por um dos grandes subprojetos. Segundo Tupinambá, “um projeto lindíssimo e muito interessante. [...] Hoje não sei, mas na época foi o maior software codificado no país. Tinha cerca de 5 milhões de linhas de comando e controlava todos os sistemas de sensores e armas da fragata” (TUPINAMBÁ, 2018, p. 32). Este subprojeto era o “‘Sistema de Controle Tático – SICONTA’, núcleo de todas as belonaves brasileiras” e que “é um sistema de controle tático e de armas que possui elevado grau de modularidade, sendo configurável para instalação em praticamente qualquer tipo de navio ou submarino, conforme especificações do cliente” (DEFESANET, 2016).

Todos estes projetos mostram que a pequena empresa, criada num galpão de Bonsucesso como um “puxadinho” da empresa de mergulho Subaquática, cresceu em tamanho e importância estratégica para o país. Talvez, em termos de importância, a CONSUB estivesse para a Marinha como a Embraer está (ainda está?) para a Aeronáutica e a Engesa¹⁰⁴ estava para o Exército. Esta afirmação, porém, demandaria um estudo mais aprofundado e comparativo das três empresas.

Com a venda da CONSUB para a DSND, a parte militar foi desmembrada em uma nova empresa chamada Consub Defesa e Tecnologia S.A. Esta nova empresa foi adquirida em 2016 por uma empresa Americana:

[A] Bravo Industries, companhia dedicada ao setor de defesa e logística sediada em Arlington, Virginia, nos Estados Unidos, completou as negociações com intenção de adquirir a brasileira Consub Defesa e Tecnologia S.A., pertencente ao grupo norueguês Siem Offshore (TECNODEFESA, 2016).

Estes foram os projetos militares da CONSUB, mas faltou falar ainda de alguns outros trabalhos realizados para a Petrobras. Apesar de deixar de

¹⁰⁴ “A ENGESA (Engenheiros Especializados S.A.) foi uma empresa brasileira focada no setor Bélico, fundada em 1958. A Engesa produzia veículos militares como o EE-9 Cascavel e o EE-11 Urutu. Chegou a vender seus produtos para 18 países. A empresa chegou a empregar mais de 20.000 pessoas. A empresa faliu em outubro de 1993, deixando uma dívida de R\$ 1,5 bilhão, em valores atualizados junto ao Banco do Brasil e ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) em empréstimos não pagos”, Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Engesa>>, acessado em 22/11/2019.

ser um fabricante, a CONSUB, ao longo da década de 1990, desenvolveu para a Petrobras alguns projetos que envolviam de alguma forma ROVs. *“O Tatuí deu vários frutos. Quando terminamos a década de 80 e entramos na de 90. Praticamente tudo o que fizemos na década de 90 foi fruto da tecnologia do Tatuí . [...] Tudo isso foi nucleado a partir do Tatuí”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 13).

Um dos pontos de atuação foi a construção de ferramentas para ROV. *“Desenvolvemos também várias ferramentas especializadas para ROV e vendemos até para outros operadores. Ferramentas interessantíssimas, que faziam trabalhos especializados debaixo d’água”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 13). A ferramenta para o robô é sempre muito especializada, desenhada para realizar uma tarefa específica. Quando o robô desce para executar um trabalho tem de levar a ferramenta exata: *“Cortar um cabo, injetar fluido hidráulico numa Árvore de Natal... Enfim cada coisa é uma ferramenta”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 14).

Com o aumento da profundidade, muitos dos equipamentos de exploração de petróleo passaram a ser adaptados para trabalhar apenas com robôs. *“Isso foi muito rápido. Não tinha sentido você lançar um equipamento para mil metros de profundidade com uma interface tipo manopla, por exemplo, operável apenas por humanos”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 14). Nos equipamentos para águas profundas *“tinha que ter só um soquete para o robô atuar utilizando uma ferramenta. E a gente tinha que ter a ferramenta do robô já adequada para aquele soquete”* (TUPINAMBÁ, 2019, p. 14). Neste ponto, os caminhos de Ney Robinson e da CONSUB voltaram a se cruzar:

O Ney Robinson atuou muito na área de interface robô-equipamento de produção ou na interface de equipamentos submarinos com os robôs. Ele trabalhou muito nisso aí. E ele foi cliente nosso em alguns projetos importantes. Teve um momento lá com o Ney Robinson que, em associação com a SubSea, nós participamos do desenvolvimento de uma solução muito interessante. A Árvore de Natal já vinha com um painel que ficou padrão nas árvores da Petrobras, onde todas as válvulas estavam alinhadas, já com espaçamento predeterminado, padronizado nos soquetes e esse painel já tinha uns pontos onde o robô podia docar. Então o robô chegava ali naquele painel, se docava numa espera que já tinha lá, se engatava ali e ficava posicionado em frente a esse painel com as válvulas. E ele ficava fixo. Não tinha mais essa questão do operador mantendo a posição do ROV. Ele se cravava ali e a ferramenta do robô tinha apenas dois graus de liberdade. Então ela ia se movimentando em frente às válvulas podendo atuar em todas elas. Abria essa, fechava, soltava, abria outra, fechava, subia, etc. Acionava todas as válvulas, com o robô travado numa única posição. Atingiu a perfeição o negócio. Isso é que era uma ferramenta! Isso já foi em final de 96, 97. A gente estava

operando muitos ROV's na Bacia de Campos, os equipamentos já estavam razoavelmente adaptados e o Ney Robinson trabalhava com isso. A Petrobras ia conversando com os fabricantes de equipamentos para eles já irem padronizando para o robô ter um acesso mais fácil na Árvore de Natal, no Manifold, no que fosse (TUPINAMBÁ, 2019, p. 14).

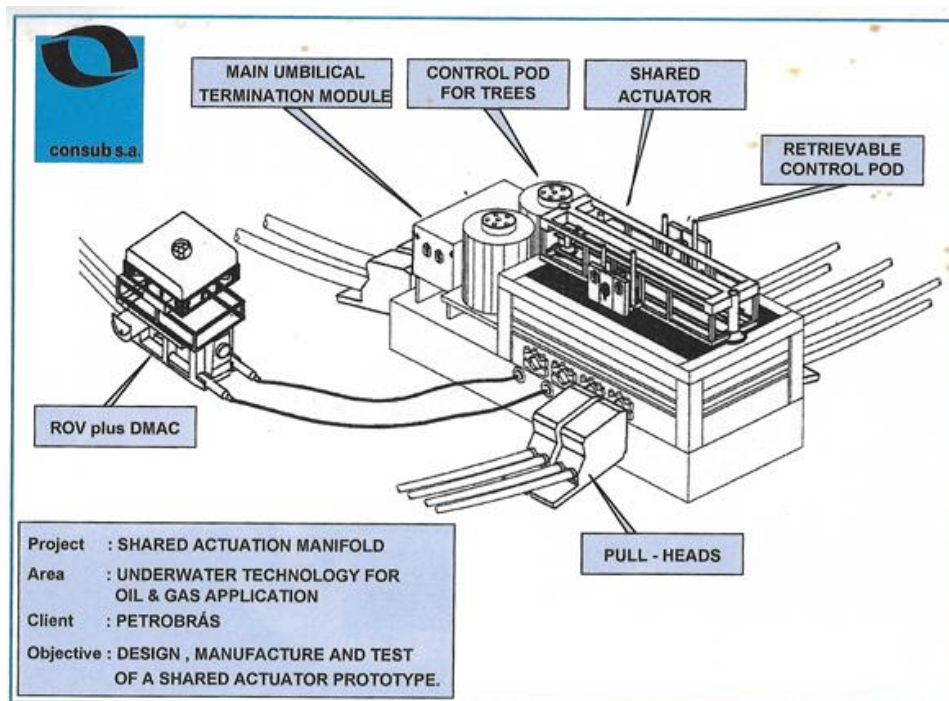


Figura 4.22 – Manifold de Atuação Compartilhada. Fonte: CONSUB, 1997.

A CONSUB também produziu equipamentos que interagem com robôs. Em 1995, já durante o PROCAP 2000, a CONSUB foi escolhida para criar um Manifold segundo um novo conceito, o chamado Manifold de Atuação Compartilhada (figura 4.22), que é um “*Manifold no qual o acionamento de suas válvulas e chokes é realizado por uma ferramenta robótica*”¹⁰⁵. Assim como no caso do Tatuí, foi um trabalho inovador da CONSUB que, mesmo tendo ficado com sucesso, não foi amplamente adotado pela Petrobras: “o Manifold foi instalado, acho que em Enchova se não me engano. Está lá até hoje, mas eu não sei por que esse conceito não foi para frente. [...] Era um conceito inovador. Uma coisa que nunca tinha sido feita” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 15).

Os caminhos de Tupinambá e de Ney Robinson se cruzaram uma vez mais em outro projeto da CONSUB no início dos anos 1990. Conta Tupinambá

¹⁰⁵ Do Dicionário do Petróleo em Língua Portuguesa (<http://dicionariodopetroleo.com.br/>), Disponível em: <<http://dicionariodopetroleo.com.br/dictionary/manifolde-de-atuacao-compartilhada/>>, acessado em 22/11/2019.

que “a Petrobras teve problemas sérios de corrosão, de inadequação de equipamento [...]. A condutividade elétrica, temperatura, velocidade da corrente” era muito diferente do que se encontrava, por exemplo, no Mar do Norte. “Então o CENPES quis fazer experimentos na área de corrosão muito ambiciosos” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 13).

Tupinambá e Ney Robinson contam que o experimento consistia em pendurar “corpos-de-prova de vários tipos de materiais, vários tipos de aço, aços inoxidáveis, enfim” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 13) em um “espinhel de 750 metros” (REIS, 2018, p. 30). Eram “placas de 1,5 metros por 2 metros, 2 metros e meio. [...] Cada uma delas com tipos diferentes de tratamento, tipo diferente de proteção catódica, tipo diferente de material” que foram colocados “a 100 metros, a 200, a 300, a 500. A ideia era deixar isso pendurado durante um ano e estudar os comportamentos dessas tintas, desses revestimentos” (REIS, 2018, p. 30). Eles queriam medir “o potencial eletroquímico desses corpos-de-prova, durante longos períodos de tempo, com eles imersos lá no fundo. Nós lançamos esses sistemas com centenas de corpos-de-prova e coletávamos seus dados eletroquímicos. Tudo também com tecnologia do Tatuí” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 13).

Conta Tupinambá que “o Ney Robinson participou muito disso aí. Também nessa época, logo depois do Tatuí. No começo da década de 90, mais ou menos em paralelo com a boia” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 13). Ney Robinson trabalhava no “setor é setor de materiais, equipamentos e corrosão” (REIS, 2018, p. 30) e lembra sua participação no experimento. “O Tupinambá, pela sua capacidade, fez vários projetos para a Petrobras e teve um inclusive que eu participei. Eu resgatei o projeto do fundo do mar porque ele arrebentou e” afundou (REIS, 2018, p. 29-30). O problema ocorreu porque no “lançamento o cabo que estava descendo [o espinhel] se rompeu. Caiu tudo no fundo do mar. Imagina: 500 metros de cabo enrolado com placa no meio” e então ele desenvolveu “uma ferramenta para abraçar simplesmente, pegar o cabo que estava lá embaixo, botar no sistema e levantar. [...] Trouxemos tudo para terra, recuperamos tudo, depois lançamos de novo” (REIS, 2018, p. 30).

No resgate, conta Ney Robinson: “eu fui a bordo junto com pessoal da CONSUB”. Este trabalho “também foi uma coisa inédita, que a gente nunca

tinha feito. Foi bastante comemorado. [...] Eles fizeram bastante coisa aqui com a gente” (REIS, 2018, p. 30). Tupinambá, mais uma vez, atribui ao seu robô a chance de adquirir conhecimentos que permitiram à sua empresa realizar todas essas tarefas para a Petrobras. O “Tatuí nucleou para a gente” além de vários projetos, “toda essa parte de oceanografia, toda esta parte de estudo de corrosão que deu muito fruto dentro da CONSUB. A gente fez muita coisa na área de corrosão com a Petrobras” (TUPINAMBÁ, 2019, p. 13).

Busquei neste capítulo seguir os passos, mergulhos e desenvolvimentos do empresário, do robô e da empresa, e todos esses projetos que foram descritos mostram como eles estão interligados, como eles estavam e continuam relacionados, como eles foram se construindo mutuamente. Mesmo que o Tatuí esteja aposentado na recepção da SUBSEA 7, mesmo que a CONSUB tenha mudado de dono e de nome, mesmo que Paulo Tupinambá tenha criado e se desfeito de outras empresas, a ligação entre estes três atores continua viva. O empreendedor “*idealista*” ainda está presente em Tupinambá, e por isso a CONSUB e o Tatuí ainda estão presentes na página da sua empresa, o Grupo Synthesis, mesmo passados trinta anos. Por isso o entusiasmo e o orgulho com que ele lembra aqueles tempos. Não vejo uma forma melhor de terminar este capítulo, que seguiu os atores desta história, do que entregar a palavra ao próprio Tupinambá, pois ela resume tanto a trajetória dele como muito do que quero mostrar com esta tese:

Tudo isso nasceu, vamos dizer: o que botou a gente nessa fita foi o Tatuí. Esse é o lado que considero realmente interessante do Tatuí. Você precisa ver a “Big Picture” mesmo. Então talvez o Tatuí não tenha tido um sucesso, como você colocou, do ponto de vista de ter cumprido o papel exatamente que tinha sido imaginado para ele. Não tanto por um problema técnico, mas mais por uma questão filosófica de ajuste entre a cabeça de quem era do SERMAT e a cabeça de quem era da área-fim da Petrobras. Isso criou essa inadequação, vamos dizer assim. Mas, se não acertou aí, ele serviu para criar uma base tecnológica e alavancar uma empresa brasileira permitindo que ela se tornasse um importante player no cenário offshore brasileiro. Quando a abertura do mercado aconteceu a gente conseguiu deslanchar, o que certamente não teríamos conseguido se não tivéssemos tido essa possibilidade de trabalhar nesse projeto antes. E aí a gente pôde dar frutos. Talvez o Tatuí tenha dado frutos realmente nesse momento. Na década de 90 ele aparece nesses outros projetos todos. Mas você precisa ter um olhar um pouco mais apurado para perceber essa correlação. Você sabe que essa mesma dificuldade que enfrentamos entre SERMAT e Departamento de Produção, essa inadequação, essa coisa política sofrida e tal, mas que no fim, com todos os trancos e barrancos, acabou dando um fruto lá na frente. Eu passei por duas dessas experiências. Eu passei uma

primeira na academia. Quando eu comecei a querer fazer essas coisas na academia, no Instituto Oceanográfico da USP, meu trabalho não encaixava no ambiente acadêmico. A direção não gostava. O corpo docente não gostava. O pessoal se sentia incomodado com aquilo ali. Parecia que era um desvio dos objetivos do Instituto Oceanográfico. Eu tive dificuldades sérias ali. Se não fosse um professor (Prof. Afrânio Mesquita) ter tido a coragem de falar: “isso aqui é papel do Instituto Oceanográfico sim. Como não? Isso tem que ficar aqui. Tem que ter lugar”. Se não tivesse existido essa pessoa com certa visão que abrigasse aqueles jovens querendo fabricar um equipamento submarino (BATIUSP) na universidade, a CONSUB não teria existido. O BATIUSP foi um grande salto tecnológico? Talvez não. Era uma coisa simples. Não era simples talvez em relação ao que já se tivesse feito no Brasil. Representava um avanço. Tecnicamente ainda era uma coisa muito simples. Mas se não tivéssemos feito o BATIUSP. Se não tivéssemos tido a chance de fazer aquilo ali. Aquela experiência. A CONSUB não teria acontecido. Não teria tido os frutos que teve dentro da Subaquática (tudo que fizemos com a Subaquática decorreu do BATIUSP). A minha experiência lá na academia, a trancos e barrancos, foi que viabilizou que eu desse frutos dentro da Subaquática e no início da CONSUB. Daí o Tatuí, a partir dessa base, nos colocou em outro patamar e deu os frutos que observamos na década de 90. Então, o que aconteceu na década de 70 dentro do Instituto Oceanográfico, é que permitiu os frutos na década de 80 dentro da Subaquática e o que a CONSUB fez na área de solda, de sistema de mergulho profundo e até mesmo para poder começar o Tatuí. Aí o Tatuí permitiu os resultados da década de 90, quando nos tornamos a maior operadora de robôs submarinos do País. [...] Acho que o seu trabalho pode contribuir para mostrar esse fio, essa relação de causa e efeito, que todas essas coisas têm, na verdade, entre si.. (TUPINAMBÁ, 2019, p. 15-16).

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em 2013, na comemoração dos 60 anos da Petrobras, foi criado o projeto Netuno. A empresa coletou mensagens de brasileiros, muitas em escolas, sobre as esperanças e planos para o futuro. Estas mensagens foram colocadas numa cápsula do tempo depositada no fundo do mar, na região onde se explora o pré-sal, para ser resgatada em 2023. “*Depois de atravessar dois mil metros de profundidade ela [a cápsula] chegou lá. Aliás, não apenas ela, um país inteiro*” diz um vídeo de divulgação, no momento em que um robô submarino coloca uma bandeira do Brasil sobre a cápsula (figura 5.1).



Figura 5.1 – Momentos do vídeo da Missão Netuno¹⁰⁶. Fonte: PETROBRAS, 2013.

Recentemente, em uma entrevista concedida ao canal do Youtube TV247, o ex-presidente Lula afirmou: “*Nenhum país vai para frente se não for soberano*” (SILVA, 2020). O gesto simbólico da bandeira marca uma conquista da soberania nacional e não é diferente do que outros países fizeram quando realizaram tarefas mobilizadores de seu povo. Assim foi quando os soviéticos tomaram Berlim e ergueram a bandeira no Reichstag (encerrando a guerra na Europa), ou quando os astronautas norte-americanos colocaram a bandeira dos EUA na lua, ou mesmo quando, antes destes, os portugueses erguiam pesados padrões de pedra em cada pedaço de terra onde eram os primeiros

¹⁰⁶ Imagem principal da cápsula do tempo com a bandeira no fundo do mar. Detalhes em sentido horário: no laboratório, ROV posicionando a bandeira e a comemoração (com Ney Robinson).

europeus a alcançar (numa época anterior à existência da fotografia e do vídeo, só mesmo a dureza da pedra para garantir o registro futuro).

A Petrobras, ao longo daqueles 60 anos, foi a executora e a garantidora do sucesso do projeto nacional do petróleo. Teve grande participação também no projeto industrial brasileiro, colaborando com esses projetos mobilizadores e com a soberania do país. Na mesma entrevista citada anteriormente, Lula afirmou que *“a Petrobras não é uma fábrica de petróleo, a Petrobras é uma fábrica de engenharia, de investimento, de pesquisa”* (SILVA, 2020).

A empresa não foi criada para planejar a política nacional de petróleo nem para ser o motor do desenvolvimento industrial brasileiro, no entanto, ao desempenhar estes papéis nas décadas de 1960 e 1970 a Petrobras e o país se beneficiaram. Os profissionais formados em seus cursos internos geraram massa crítica que, através da criação de cursos nas universidades (como visto no capítulo 1, página 54), permitiu à empresa recrutar mão de obra de qualidade, direcionada às suas necessidades.

Ainda segundo a opinião de Lula, *“se você pesquisar vai perceber que quase 70% das pesquisas feitas neste país não são feitas por nenhuma empresa privada. São feitas pela Petrobras e pelas empresas públicas”* (SILVA, 2020). O investimento em grupos de pesquisa tanto internos à empresa quanto nas universidades aumentou a rede de conhecimentos que permitiu à empresa se ver livre da dependência tecnológica estrangeira, que pode trazer enormes prejuízos ao importar tecnologia não adaptada às necessidades locais (como visto na seção 4.5).

Porém, a atuação da Petrobras, que a transformou em indutora de inovação e industrialização do país, que deveria ser contabilizada como benefício indireto, desde o final da década de 1980 passou a ser estigmatizada como prejuízo e ineficiência.

Ao chegar ao final deste trabalho de tese é chegada a hora de retornar ao começo e recuperar aqui as três perguntas principais que me propus a responder na introdução. O espanto causado pela narrativa inicial, que chamei de primeira história, me levou a me perguntar se aquela era uma história

comum. Esta pergunta foi quase que imediatamente respondida quando, ao procurar informação sobre esta primeira, deparei-me com uma segunda história quase idêntica ocorrida trinta anos antes.

Esta segunda história me levou a buscar informações sobre o PROCAP e seus “projetos nacionalistas”, como chamaram Furtado e Freitas, que, como acabei por constatar, tiveram desdobramentos semelhantes ao que se passou com os dois robôs. A história de desvalorização do esforço produtivo nacional, porém, infelizmente não se esgota no PROCAP. Nos capítulos três (seções 3.8 e 3.11) e quatro (páginas 270-271) foram citados também outros exemplos de empresas e setores inteiros que foram expostos subitamente à concorrência externa e se desnacionalizaram ou simplesmente passaram a ser intermediários de tecnologia estrangeira, como no caso do setor têxtil e de informática no governo Collor (seções 3.8 e 3.11).

Observando as semelhanças de todos esses relatos, é possível fazer uma generalização da história de um robô que conta a história de muitos produtos tecnológicos desenvolvidos no Brasil, por projetistas brasileiros, com financiamento nacional, que acabaram sendo postos de lado, preteridos por produtos similares estrangeiros.

A resposta a essa primeira pergunta levou a um novo questionamento: por que um país, que muitos ainda hoje dizem ser carente de recursos e, por conta disso, necessitar de investimentos externos para se desenvolver, gasta seus poucos recursos na criação de produtos fadados a serem abandonados? Por uma questão de simplificação, este questionamento foi reformulado no capítulo introdutório em duas perguntas: em que condições o país (Brasil) opta por desenvolver tecnologia? Por que abandona a tecnologia que desenvolveu para adotar uma desenvolvida em outro país?

Para responder a essas perguntas históricas, decidi recuar no tempo até a década de 1930, onde começam a tomar forma dois “projetos nacionais” independentes, mas que ao longo das décadas se tocaram e entrelaçaram, os quais chamei aqui de Projeto Nacional do Petróleo e Projeto Nacional Industrial. Na década de 1930 começaram a surgir as condições para que se aglutinassem grupos de interesses defendendo cada um desses projetos, às vezes os dois.

Como visto no capítulo um, o principal grupo ligado aos dois projetos nacionais era formado por setores das forças armadas que valorizavam o conceito de “segurança nacional”, não entendido exclusivamente, ou diretamente, como segurança das fronteiras nacionais, mas principalmente como a manutenção dos meios para garantir essas fronteiras, através de uma base industrial para garantir armamentos e a independência energética para pôr em movimento esses equipamentos durante um conflito. Apesar da adesão dos militares a esses projetos nunca ter sido total, o protagonismo político assumido pelas forças armadas ao longo do século XX permitiu que, mesmo com avanços e retrocessos, o país chegasse à penúltima década daquele século com um sentimento de que os objetivos dos dois projetos nacionais haviam sido atingidos.

Na década de 1980, enquanto a Petrobras, após a descoberta de grandes reservas de petróleo, projetava para breve a tão sonhada autonomia de produção, o que coroaria o projeto nacional de petróleo, a política industrial brasileira atingia o seu pico histórico de participação na economia (figura 1.3, página 61) após décadas de medidas de incentivo e alguma proteção à concorrência externa, o que levava muitos a afirmar que o país havia completado a sua industrialização (seções 1.11 e 3.3).

Curiosamente, o pico desses dois projetos fez com que eles se encontrassem no fundo do oceano, que se tornou um ponto de passagem obrigatório para a indústria petrolífera nessa época. Lá se encontrou petróleo em grandes quantidades, em uma profundidade onde havia pouca esperança de que o ser humano pudesse trabalhar presencialmente, apesar dos muitos experimentos de modificação e adaptação dos corpos que foram realizados (seção 2.5). Por outro lado, os avanços da eletrônica, informática e robótica na época, apontavam um caminho possível, já testado em aplicações científicas e militares, mas ainda de custo proibitivo para aplicações comerciais. Havia também o apelo que o fundo do mar (“*a fronteira final*”) e os robôs exerciam sobre a população em geral e sobre os responsáveis pelas decisões políticas e econômicas (assuntos abordados no capítulo dois).

Assim política, economia, geologia, tecnologia e apelo popular davam sua contribuição para que a Petrobras investisse num ambicioso programa de

capacitação, a fim de desenvolver a tecnologia para retirar o petróleo de profundidades cada vez maiores. Nada disso seria possível se não houvesse uma empresa como a Petrobras com o capital, a necessidade e uma cultura de desenvolver suas próprias tecnologias (fruto do Projeto Nacional do Petróleo) e também um grande parque industrial capaz de atender às demandas da Petrobras (fruto do Projeto Nacional Industrial).

Ao longo do século XX, diversas crises ajudaram a impulsionar o crescimento industrial brasileiro ao dificultar o acesso do país à importação de produtos industrializados: as duas guerras mundiais, a crise de 1929 e os choques do petróleo. No caso da exploração das águas profundas, não era meramente um problema de acesso à importação, não havia tecnologia disponível para ser importada, o que impunha um bloqueio intransponível para quem desejasse seguir esse caminho.

*Precisamos de outras pessoas que nos ajudem a transformar uma afirmação em fato. O primeiro modo, o mais fácil, de encontrar pessoas que acreditem imediatamente na afirmação, que invistam no projeto ou que comprem o protótipo é adaptar o objeto de tal maneira que ele atenda aos **inter-esses**¹⁰⁷ explícitos dessas pessoas. [...] Seria bem melhor se as pessoas mobilizadas para construir nossas afirmações nos seguissem, em vez de percorrerem outros caminhos. Essa é de fato uma boa ideia, mas parece que não há motivo algum no planeta para que as pessoas saiam do caminho delas e sigam o nosso, especialmente se formos pequenos e impotentes, enquanto elas são fortes e poderosas. Na verdade, há só um motivo para isso: o **caminho delas estar bloqueado**. (LATOURE, 2011, p. 168-173 – grifos do original)*

Não é possível desprezar a importância desse fator específico para responder à pergunta sobre em que condições o Brasil optou/opta por desenvolver tecnologia: a impossibilidade de importar a tecnologia “pronta”. Este fator, além de enfraquecer os críticos do desenvolvimento tecnológico autóctone, fortalece aqueles que defendem esse desenvolvimento.

Este apego ao importado por certos grupos, mesmo dentro do governo brasileiro, foi demonstrado ao longo do texto tanto na fala de Ney Robinson (página 239), quando ele menciona as pessoas que acreditam que qualquer problema tecnológico pode ser resolvido com um “*talão de cheque*”, quanto na

¹⁰⁷ “Como indica a expressão latina ‘inter-esse’, ‘interesse’ é aquilo que está entre os atores e seus objetivos, criando assim uma tensão que fará os atores selecionarem apenas aquilo que, em sua opinião, os ajude a alcançar esses objetivos entre as muitas possibilidades existentes” (LATOURE, 2011, p. 168).

fala de Paulo Tupinambá, onde ele conta que a Marinha do Brasil preferiu fazer uma licitação internacional para adquirir um robô submarino, mesmo havendo um fornecedor nacional disponível (página 269).

Esta “*preferência pelo estrangeiro*” não é uma característica da época de desenvolvimento pelo Tatuí e pode ser entendida como uma manifestação da chamada “*colonialidade do poder*” descrita pelo sociólogo peruano Anibal Quijano (2005, p. 227) que faz com que setores das classes dominantes recorrentemente desprezem as vantagens a médio e longo prazo de desenvolver tecnologia local em prol de qualquer novidade vinda dos países desenvolvidos (página 155).

A história da CONSUB mostra como a expertise adquirida nos diversos projetos abriu novas oportunidades onde essa experiência pode ser aproveitada (capítulo 4). A Petrobras e o país como um todo se beneficiaram desse desenvolvimento. Porém “*essa mesma colonialidade do poder*” impede as classes dominantes de países periféricos “*de desenvolver realmente seus interesses sociais na mesma direção que os de seus pares europeus*” (QUIJANO, 2005, p. 227) ou, no nosso caso, de persistir em políticas que tragam benefício à maioria da população de seus países de origem.

A “*preferência pelo estrangeiro*” é tão forte que em 1986, na impossibilidade de importar a tecnologia, até se cogitava não investir na exploração dos campos recém-descobertos e gastar o dinheiro na importação de petróleo, mesmo sabendo que os preços estavam apenas temporariamente baixos. O apelo a esta “*racionalidade econômica*”, somente racional no curtíssimo prazo, perdeu força com o plano Cruzado, permitindo que fossem criadas as condições para o início do PROCAP.

Considero respondida a segunda pergunta após abordar como um “*bloqueio intransponível*” criou as condições históricas para o investimento em tecnologia. Passo então a responder como, após o rápido esvanecimento do bloqueio, esqueceu-se todo o esforço realizado e novamente se fortaleceu a “*colonialidade do poder*”.

Três anos depois do início do desenvolvimento do Tatuí, em 1989, a correlação de forças havia mudado. A pressa por obter resultados, que poderia

servir como indutora do desenvolvimento tecnológico, passou a atuar contra os investimentos neste setor à medida que outros países adquiriram tecnologias similares (muitas delas financiadas pelas compras da Petrobras).

No caso do Tatuí, enquanto apoiava o seu desenvolvimento, a Petrobras aprendia mais sobre robôs submarinos e transformava sua maneira de lidar com estas ferramentas. Ao mesmo tempo, os fabricantes de robôs estrangeiros não pararam de aperfeiçoar seus produtos, oferecendo alternativas ao robô nacional (seção 3.11). A Petrobras poderia investir no aperfeiçoamento do Tatuí como estava previsto desde o início do projeto, porém a política e a economia deram a sua ajuda para que se reforçasse a Colonialidade do Poder.

A crescente financeirização e a hegemonia das teses econômicas monetaristas e neoliberais nos países centrais, aliada a crises econômicas persistentes, decorrentes dos choques do petróleo e da crise da dívida, foram mudando o foco das manchetes de jornais, modificando as prioridades do país e desestabilizando os projetos nacionais (seção 1.11). A redemocratização do país e a progressiva perda de influência política dos militares serviram para associar as políticas desenvolvimentistas a desequilíbrio econômico, protecionismo a autoritarismo. Empresas públicas passam a ser associadas à ineficiência, difundindo a ideia de que empresas estatais devem atuar segundo os mesmos critérios de eficiência das privadas.

Esta mudança de orientação do país pode ser constatada inclusive observando a lista dos presidentes da Petrobras. Os militares, a maioria deles de inclinação nacionalista, que eram a grande maioria nos 30 primeiros anos da empresa, foram dando lugar primeiro a funcionários de carreira, técnicos, da empresa e depois a administradores e economistas de inclinação neoliberal.

Essa substituição na administração da empresa de pessoas ligadas ao ramo de atividade por administradores genéricos não foi exclusividade da Petrobras. É uma tendência, importada, que foi sendo adotada em muitas empresas do país, que passaram a ser fábricas de dinheiro, administradas por pessoas sem maiores vínculos com a atividade fim.

O empresário “*genérico*” especializado não num ramo de atividade, mas em ganhar dinheiro foi naturalizado, como mostra uma reportagem da

revista *Veja* de 1993 sobre Tupinambá na qual o repórter estranhava que o cartão de visitas do empresário tivesse “*o logotipo da empresa grande demais em cima*”, com “*o nome do dono sumindo no meio e embaixo, em letras quase ilegíveis, o cargo: diretor-presidente*” (CORRÊA, 1993, p. 56). Completava a descrição com a pergunta: “*quem achar que isso é **normal**, responda depressa: qual é a razão social de Mario Amato?*” (CORRÊA, 1993, p. 56 – grifo meu). Para a revista era “*natural*”, “*normal*”, que ninguém conhecesse o ramo de atividade do presidente da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP).

O predomínio crescente dessa forma de pensamento fez com que empresários que não se adaptaram aos novos tempos acabassem por falir. Tupinambá se adaptou. Primeiro abriu mão do produto que desejava continuar desenvolvendo (os robôs submarinos). Depois abriu mão de sua própria empresa para sobreviver como empresário. Essa necessidade de adaptação fez com que ele, embora nostálgico dos seus feitos como desenvolvedor de tecnologia, pragmaticamente incorporasse a ideologia dominante do mercado. Isso explica as contradições apontadas nas páginas 246, 250 e 251. Já no texto final do capítulo anterior (páginas 275-276) a nostalgia se desloca do produto para a própria empresa. Essa forma de pensamento e a Colonialidade do Poder fazem com que empresários com as características que Tupinambá tinha nos anos 1980 (envolvido com o desenvolvimento do seu produto), tenham dificuldade para aparecer e se manter no Brasil. Outro exemplo desse tipo de empresário foi o Engenheiro João Augusto Gurgel, que criou e manteve uma fábrica de automóveis brasileira (Gurgel Motores S/A) entre 1969 e 1996. Conta-se uma história segundo a qual Gurgel, ao se formar na escola politécnica de São Paulo em 1949, “*ao apresentar o projeto de um automóvel popular – o Tião – ao professor, teria ouvido: 'Carro não se fabrica, Gurgel, se compra*”¹⁰⁸” (CASTAINGS, 2001). Sua fábrica faliu principalmente por consequência da abertura econômica do governo Collor¹⁰⁹.

¹⁰⁸ Notável semelhança com o pensamento de que qualquer problema tecnológico pode ser resolvido com um “*talão de cheques*” citado por Ney Robinson na página 239.

¹⁰⁹ O presidente que dizia que os automóveis brasileiros eram carroças liberou a importação de automóveis e deu incentivos às montadoras para produzir automóveis que concorriam diretamente com o automóvel nacional, como foi mostrado no capítulo três.

Mesmo sem aprofundar a história da Gurgel, é possível afirmar que se a CONSUB não tivesse diversificado seus projetos (em grande parte pelo conhecimento adquirido pelo Tatuí) e não tivesse adotado medidas pragmáticas, como se tornar um locador de robôs importados, a empresa teria o mesmo destino da Gurgel Motores. Curiosamente, a marca Gurgel foi registrada em no ano de 2004 por um empresário que importava “*triciclos agrícolas da China*”, o que está sendo contestado na justiça pela família Gurgel (OLIVEIRA, 2004).

A colonialidade do poder vem sendo renovada ao longo do tempo, muitas vezes como consequência de movimentos originados fora do país. No primeiro capítulo (seção 1.11) foi abordada a maneira como a reação dos EUA ao esgotamento do modelo do pós-guerra influenciou as crises que atingiram os chamados “países em desenvolvimento”, como o Brasil, ao longo da década de 1980. Essas crises abriram as portas do país à interferência de instituições internacionais (majoritariamente sediadas em Washington), as quais, à medida que a década se aproximava do fim, passaram a atuar fortemente contra os projetos nacionais brasileiros.

O PROCAP, com seus projetos em pleno desenvolvimento, foi atingido profundamente por essas mudanças, o que fez com que os investimentos em desenvolvimento de tecnologia não resultassem em produtos efetivamente utilizados pela companhia. Os ganhos com o desenvolvimento de tecnologia própria foram sendo diluídos com o tempo à medida que as influências que garantiram esse desenvolvimento foram perdendo força.

Mantive o sucesso e o fracasso no título da tese, pois quero terminar afirmando que estas categorias são completamente desprovidas do sentido absoluto que muitas pessoas conferem a elas. São rótulos provisórios atribuídos de acordo com os interesses do momento. Durante o seu desenvolvimento, o Tatuí foi um sucesso absoluto, a julgar pelas reportagens dos jornais. Após o desenvolvimento, a Petrobras havia mudado de ideia a respeito de como pretendia utilizar o novo equipamento, mesmo ele tendo atendido aos requisitos especificados na sua contratação.

Mudanças políticas e econômicas, mesmo quando invisibilizadas, têm importância fundamental nas escolhas tecnológicas. A naturalização de

conceitos econômicos originados em países desenvolvidos atua em países periféricos para transformar o investimento em tecnologia em desperdício ou gasto sem sentido, “*irracional*”.

A narrativa, repetida ao longo de décadas, segundo a qual produtos eficientes e de qualidade vêm sempre de algum “outro lugar”, permite associar categorias como nacional e estrangeiro a outras como atrasado e moderno. Se necessário, são sobrevalorizadas certas características como defeitos e outras como virtudes para justificar as escolhas e construir fracassos tecnológicos e comerciais.

APÊNDICE A - CONCERTO DE UM RISER PELA SUBAQUÁTICA

Explicação de Paulo Tupinambá para o processo de solda desenvolvido pela Subaquática engenharia e aprovado pela Petrobras (TUPINAMBÁ, 2018, p. 4-7):

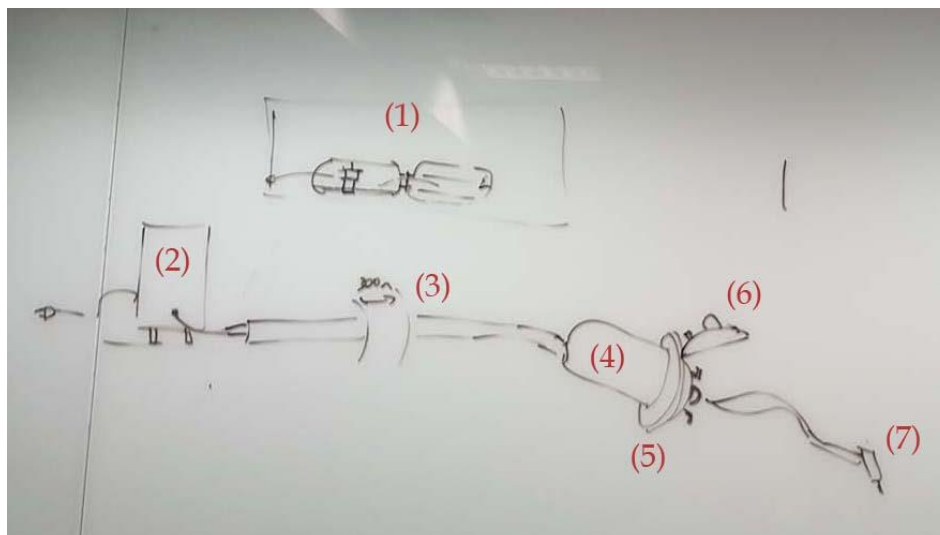


Figura A.1 – Sistema para simulação do concerto e máquina de solda TIG.

Fonte: Entrevista do dia 13/09/2018

Só que aí nós tivemos que desenvolver uma coisa que nós não tínhamos desenvolvido até então que foi a máquina de solda para trabalhar embaixo d'água [figura A.1]. Então a gente pegou uma máquina usada normalmente para uso de superfície [figura A.1 (2)]. Ela tem geralmente a manopla para fazer a solda [figura A.1 (7)]. Tem um pequeno umbilical [figura A.1 (3)] que liga na máquina. Esta máquina é ligada na tomada aqui. Então o que nós fizemos? [...] [Modificamos] uma máquina chamada TIG, processo TIG de soldagem. Aqui dentro deste umbilical [figura A.1 (3)] passam várias coisas. Tem um cabo elétrico de alta tensão que dá [...] uma fagulha aqui para iniciar o arco elétrico, tem o cabo de alimentação do arco e tem uma mangueira que injeta argônio. A solda era feita em uma atmosfera de argônio. [...]

O que a gente fez? A gente conseguiu esticar isso aqui 300 metros. Então essa máquina ficava na superfície e isso aqui ficava a 300 metros. Só que, como isso [figura A.1 (2) e (7)] não trabalhava embaixo d'água, a gente fez uma coisa um pouco diferente que [...] eu nunca ouvi falar de alguém fazer isso. Foi uma invenção nossa lá. A gente [...] pegou isso aqui [figura A.1 (3)]

[...] Isso aqui [...] [virou] um umbilical muito longo, 300 metros, só que aqui na ponta, em vez de terminar já na manopla, terminava num vaso de pressão [figura A.1 (4)]. Que tinha um flange aqui assim [figura A.1 (5)] [...] Tinham umas fechaduras aqui e tal. Bom, você vai falar: “mas cadê a manopla”? A manopla está aqui dentro [figura A.1 (4)]. Você abre esta tampa [figura A.1 (6)]. Ela tem uma dobradiça, então ela vai abrir aqui. E aí você [...] puxa e sai aquela mesma manopla.

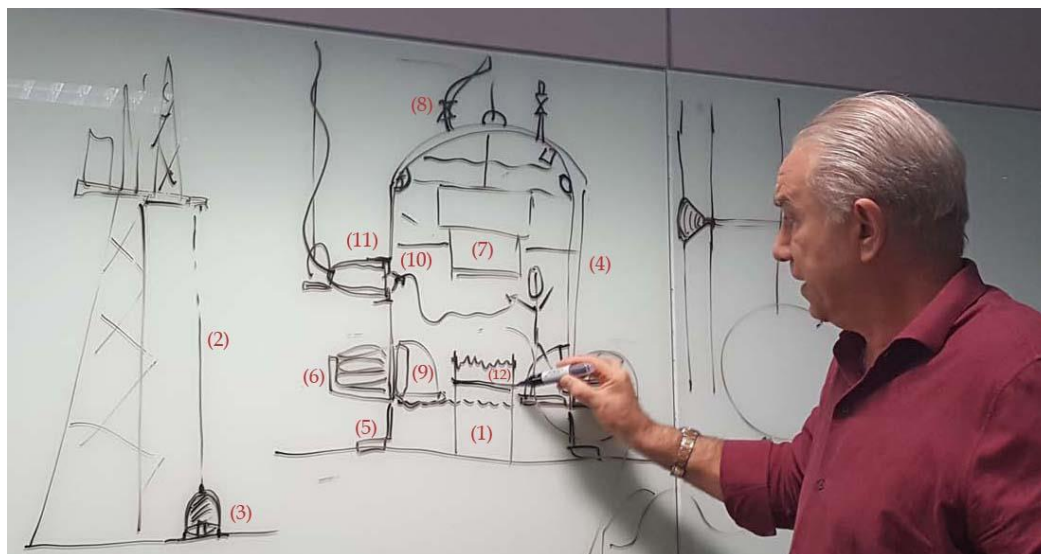


Figura A.2 – Detalhamento do procedimento de solda submarina.

Fonte: Entrevista do dia 13/09/2018

Aí você vai dizer: “mas isso aí vai funcionar embaixo d’água”? Não! A gente fazia uma campânula. [...] Esta obra foi feita da seguinte maneira: então o tubo está aqui no chão [figura A.2 (1)]. Você desce primeiro num cabo de aço [figura A.2 (2)] e instala aqui uma campânula [figura A.2 (3)]. É uma com um vaso de pressão cilíndrico [figura A.2 (4)]. Ele está num primeiro momento cheio d’água aqui. Ele é aberto embaixo. Tinha uns pezinhos para ele apoiar aqui [figura A.2 (5)]. E ele ficava numa altura que dava para o mergulhador passar por baixo dele e entrar. [...] E ela tinha uma saia toda a volta aqui [figura A.2 (6)]. Aqui tinha o olhal para ela descer. E o conector [...], que vai ser soldado, já está pendurado aqui [figura A.2 (7)], travado [para não ir] para lado nenhum. [...] Ela tem uma válvula que está aberta. Quando você põe na água, deixa esta válvula aberta, [...] o ar vai saindo por ali e ela enche totalmente de água. [...]

Quando chegou lá no fundo, que ela pousou. [...] Os mergulhadores saem [do sino que está ao lado]. Você desce um monte de sacos de areia lá para o fundo. [...] Os sacos já estão todos caídos aqui ao redor. O mergulhador pega o saco de areia e vai pondo aqui [figura A.2 (6)]. Então você lastreia ela com peso. Uma vez lastreada ela já tem uma mangueira que sai daqui e vai para a superfície [figura A.2 (8)]. Com uma válvula que você abre e [...] a gente jogou argônio, a atmosfera que usa para a solda. [...] O argônio vai expulsando a água. Ele vai entrando aqui por cima e vai expulsando a água que vai saindo [por baixo], até que a água fica aqui [no fundo]. E o tubo quebrado está aqui [figura A.2 (1)].

[...] Tinha um piso rebatido aqui [figura A.2 (9)]. Você rebatia este piso para cá e [o mergulhador] ficava aqui. [...] Esta escotilha tinha uma fêmea aqui [figura A.2 (10)] para entrar [a manopla]. Então o mergulhador descia, você descia aquela coisa ali [figura A.2 (11)]. Ela ficava pendurada [...] antes de você tirar a água. Aqui [a escotilha da figura A.2 (10)] está aberto. O mergulhador vem e encaixa [o vaso de pressão na escotilha da campânula] [figura A.2 (11)]. Tinha um sistema que travava [figura A.1 (5)]. Esta coisa [figura A.2 (11)] ficava encaixada aqui com a escotilhazinha [figura A.1 (6)] já virada para dentro. [...] Quando você tirou a água, o mergulhador entra [...], abre este painelzinho [figura A.1 (6)], puxa o manete de solda [figura A.1 (7)]. A escotilha tem luminária, tem alto-falante, tudo isso nacionalizado. [...] Quando fazia a campânula, cada pedacinho foi feito antes. A medida que você vai construindo os pedaços você vai fazendo cada vez uma coisa mais sofisticada.

E outra coisa: [...] este corte [figura A.2 (12)] foi feito antes da campânula descer. O corte é feito com uma ferramenta hidráulica que também a gente nacionalizou. Que é operada a partir do sino [onde ficam os mergulhadores]. [...] Quando a campânula desceu isso aqui já estava cortado e a máquina que corta [...] já deixa o bisel na maneira certa. Quando a campânula desce, isso aqui já estava perfeito, o mergulhador vem então e faz a solda. [...] No final você ficou com a campânula ainda no lugar, mas já com o conector soldado aqui.

Bom, aí tem que fazer a inspeção de raios-X. O que a gente fez? A gente pegou um [vaso de pressão] deste aqui sem umbilical [figura A.3 (1)] e

fizemos de tal forma que todo o equipamento de raio-X normal coube aqui dentro. O mergulhador enche de água a campânula. A gente desce esse vaso de pressão, o mergulhador pega e pluga nesse mesmo lugar aqui [figura A.3 (2)]. Então agora você tem uma caixa com uma tampa que abre e aqui dentro tem o equipamento de raios-X.

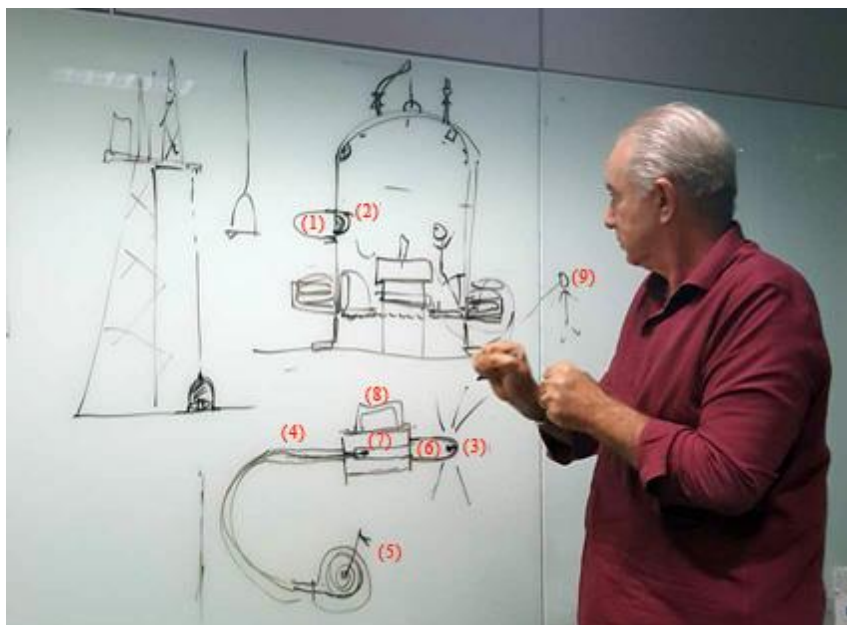


Figura A.3 – Máquina de Raio-X.

Fonte: Entrevista do dia 13/09/2018

O que é o equipamento de raios-X? É uma peça de chumbo onde tem aqui o isótopo numa ponta [figura A.3 (3)]. Isso aqui é uma mangueira com cabo de aço dentro [figura A.3 (4)]. Chegava aqui na ponta, tinha um rolinho assim e tinha uma manivela aqui [figura A.3 (5)]. Se você desenrolasse essa manivela, este cabo de aço era empurrado dentro desta mangueira e fazia o isótopo sair aqui [figura A.3 (6)]. [...] Quando ele está aqui ele está irradiando [figura A.3 (6)]. Quando você puxa ele para dentro, ele está contido pelo chumbo [figura A.3 (7)]. Isso aqui tinha uma alcinha [figura A.3 (8)]. E tudo isso estava enrolado e guardado aqui dentro dessa coisa [figura A.3 (5)]. E a gente marinizou os filmes de radiografia. O filme de radiografia é um filme comprido. Já plastificado para ele não receber luz. Quando você contrata raios-X numa indústria, o sujeito vai com uma peça dessa aqui lá na indústria.

[...] Aqui, vamos dizer, é a solda que o cara quer inspecionar [figura A.4 (1)]. Ele vem e coloca o filme por fora [figura A.4 (2)] em toda volta do tubo e coloca um elástico segurando o filme [figura A.4 (3)]. Então, olhando assim

em 3D, você está aqui com o tubo e a solda está aqui. Você vem colocando o filme. Dá um recobrimento nele. O filme tem uns 50 cm de comprimento por uns 10 cm de largura. E ele é totalmente flexível. Então você coloca ele aqui, coloca outro, coloca outro... Ou prende com tape ou põe um elástico. O filme fica ali e você vem com essa peça [figura A.4 (4)]. Ela é colocada aqui dentro [figura A.4 (4)]. Eu estou exagerando aqui... O cabo de aço está aqui [figura A.4 (5)] com a manivelinha aqui [figura A.4 (6)]. O operador vai longe... Isso aqui tem um comprimento de uns 10 metros [figura A.4 (5)]. Ele se esconde atrás de um negócio de chumbo. Então ele vai, empurra a manivelinha e o isótopo sai e vem aqui [figura A.4 (4)]. O isótopo irradia e a solda fica impressa no filme. Tem um tempo certo que depende da espessura e da potência da fonte.

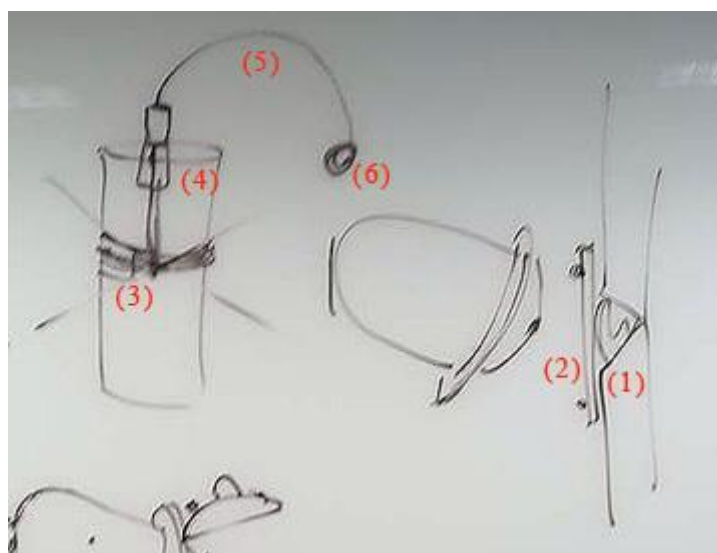


Figura A.4 – Procedimento de verificação da solda.

Fonte: Entrevista do dia 13/09/2018

Mas não está dentro d'água. Está dentro da campânula. E como é que a gente fez? Botou o equipamento de radiografia aqui [figura A.3 (2)]. Tornou a tirar a água de dentro da campânula. Só teve de pôr a água e tirar para poder fazer a manobra deste vaso [figura A.4 (1)]. Outro mergulhador vem aqui, o que fez o curso de radiografia. Porque tem um que faz a solda, outro que faz a radiografia. O cara vem aqui, abre essa escotilhazinha, pegou o equipamento, instalou a fonte, prendeu o filme. Tudo no seco. Quando está tudo pronto ele vem aqui fora na água [figura A.3 (9)]. Com a manivelinha expôs a fonte e fizemos a primeira radiografia de uma solda feita por uma empresa brasileira a 100 metros de profundidade.

REFERÊNCIAS

- CYBERNETICZOO, **1978-80 – RCV-150 ROV – Arthur B. Billet (American)**, In: Cyberneticzoo.com – a history of cybernetic animals and early robots, [2015a], disponível em: <<http://cyberneticzoo.com/underwater-robotics/1978-80-rcv-150-rov-arthur-b-billet-american/>>, acesso em: 15 jan. 2018
- CYBERNETICZOO, **1978 – WASP Atmospheric Diving Suit – Graham Hawkes (British)**, In: Cyberneticzoo.com – a history of cybernetic animals and early robots, [2015b], disponível em: <<http://cyberneticzoo.com/underwater-robotics/1978-wasp-atmospheric-diving-suit-graham-hawkes-british/>>, acesso em: 15 jan. 2018
- ABRAHAMSON, D. **Life in an ocean pressure cooker**, New York: *New York Times*, National Edition, 1 Fev. 1981, disponível em: <<https://nyti.ms/29R4YNL>>, acesso em: 28 maio 2018
- ADEODATO, S. **Petrobras deixa de usar robô submarino nacional por causa dos preços**. *Gazeta Mercantil*, Equipamentos, 29 Mar. 1994, disponível em <http://infoener.iee.usp.br/infoener/hemeroteca/imagens/865.gif>, consultado em 11/04/2018
- ALMEIDA, C. **A vida confinada no fundo do mar**, *O Globo*, Rio de Janeiro, Economia, 19 Set. 2010, p. 33
- ANDERSON, C. **Brasil constrói submarino-robô para explorar petróleo**, São Paulo: *Folha de São Paulo*, Educação e Ciência, Ciência e Tecnologia, 4 Out. 1986, p. 66
- APESAR da crise, a Petrobras traça planos para o futuro, **O Globo**, Economia, Informe Especial, 27 Out. 1989, p. 14
- ARAÚJO, A. **A morte de Namir Salek**. *Jornal GGN*, 12 Ago. 2010, disponível em <<https://jornalggn.com.br/blog/luisnassif/a-morte-de-namir-salek>>, acesso em 14 mar. 2018
- ARDUÍNO trará iate de carga ao Rio, Rio de Janeiro: *Jornal do Brasil*. Caderno de Automóveis. 4 Set. 1974. P. 5. . Disponível em <http://memoria.bn.br/docreader/DocReader.aspx?bib=030015_09&PagFis=110316>, acesso em 3/6/19.
- ASSAYAG, M. I. [**Depoimento ao projeto Memória da Petrobras**]. Rio de Janeiro, 2005. Entrevista publicada no Museu da Pessoa em 08 de dezembro de 2009. Disponível em: <http://dualtec.museudapessoa.net/_index.php/historia/11311-marcos-isaac-assayag/texto>. Acesso em: 10 fev. 2017.
- ASSIS, J. S. S.. **Tecnologia Local no Projeto Nacional do Petróleo**. In: 7º Simpósio Nacional de Ciência, Tecnologia e Sociedade - Esocite.br/Tecsoc, 2017, Brasília. Anais do 7º Simpósio Nacional de Ciência, Tecnologia e Sociedade, 2017a.

ASSIS, J. S. S.. **Construção e Desestabilização do "Projeto Nacional" do Petróleo**. In: Scientiarum Historia X, Rio de Janeiro. Anais do Scientiarum Historia X, 2017b.

ASSIS, J. S. S. **Sucesso/Fracasso de um Produto Tecnológico Segundo Diversas Perspectivas: Um Robô no Brasil dos Anos 1980**. Comunicação Oral. XII Jornadas Latinoamericanas de estudos sociales de la ciencia y la tecnologia. Santiago de Chile. Julho, 2018

AURELIANO DEFENDE verbas. Rio de Janeiro: **Jornal do Commercio**, 29 abr. 1986. p.13

AURELIANO DIZ que gasolina e álcool podem baixar. **Jornal do Brasil**. Belo Horizonte, 5 mar. 1986. Economia, p.19

AURELIANO PREVÊ revisão nos programas da Petrobrás. **Jornal do Brasil**. Rio de Janeiro, 28 jan. 1986. 1º caderno, p. 22

AVANÇOS da técnica, **O Globo**, Rio de Janeiro, O País, Caderno Especial dos Anos 80, 29 Dez. 1989, p. 15

AZPIAZU, W.; SANT'ANNA, A. C. **Robotização de operações submarinas: desafio tecnológico e oportunidade para negócios**. *Petro & Gás*, Outubro 1988, p. 149-154

BALBI, A.; LEITE, M. **Explosão e morte no fundo do mar**, Rio de Janeiro: *O Globo*, Rio, 1 Abr. 1997, p. 10

BARBOSA, A. **Nova área em Campos pode ter 800 milhões de barris**. Rio de Janeiro: *Jornal do Brasil*, 1º Caderno, Negócios & Finanças, 15 set. 1985. p. 37

BARBOSA, D. B. **A noção jurídica de “empresa brasileira” após as Emendas Constitucionais de 1995**. [1996]. Disponível em: <<http://denisbarbosa.addr.com/arquivos/200/constitucional/20.doc>>. Acesso em: 5 nov. 2018.

BATISTA JR., P. N. **Nacionalismo e Desenvolvimento**. In: Centro Internacional Celso Furtado de Políticas para o Desenvolvimento (<http://www.centrocelsofurtado.org.br/>). 2006. Disponível em: <http://www.centrocelsofurtado.org.br/adm/enviadas/doc/17_20061204135526.pdf>, acessado em 13/02/2020

BEVILACQUA, L. **Robô Submarino**. Rio de Janeiro: *Jornal do Brasil*, Cartas, 1º caderno, 29 Jan. 1988, p. 10

BIONDI, A. **“Torrar” dólares ou criar um Brasil novo? Quem se lembra dos “corredores de importação”**, Rio de Janeiro: *O Globo*, Economia, Faltou Dizer, 25 Mai. 1986, p. 39

BRAGA, M. **Osíris Silva substitui Hélio Beltrão na Petrobrás**. Rio de Janeiro: *Jornal do Brasil*, 1º Caderno, Economia, 15 maio 1986. p. 25

BRAGA, L.; DÁVILA, M.; VIZIOLI, T. **Quais as origens da desaceleração da indústria brasileira?** Brasil Economia e Governo, Instituto Braudel, 26 Ago. 2013, disponível em <http://www.brasil-economia-governo.org.br/?p=1966>, consultado em 14/03/2018

BRASIL. Presidente, 1985-1990 (J. Sarney). **Mensagem ao Congresso Nacional, na abertura da 4ª sessão legislativa da 48ª legislatura.** Brasília, Presidência da República. 1990. 306 p. (Documentos da Presidência da República. Mensagens ao Congresso Nacional. 1990). ISSN 0102-9878

BRASIL QUER auto-suficiência em petróleo nos anos 90, **O Globo**, Economia, Informe Especial, 3 Out. 1987, p. 29

BRASIL também poderá fabricar em pouco tempo o seu submarino-robô, **O Globo**, Rio de Janeiro, O País, 18 Ago. 1985, p. 10

BRASILEIROS baterão em Campos o recorde mundial de mergulho. **O Globo**, Rio de Janeiro, Rio, 4 Jul. 1986, p. 9

BRESSER-PEREIRA, L. C.. **Em busca do desenvolvimento perdido: um projeto novo-desenvolvimentista para o Brasil.** eBook Kindle. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2018. 141p.

BRUNI, P. B. **Petrobrás: Estratégia e Esforço Tecnológico para Alavancar a Competitividade.** In.: Boletim Infopetro: Petróleo & Gás Brasil – Análise da Conjuntura das Indústrias do Petróleo e do Gás. Rio de Janeiro: Instituto de Economia da UFRJ - Grupo de Energia, 2002 – Ano 3, n. 3, 19 p.

BUENO, R. **Resposta rápido: o litro de gasolina é caro?** Jornal do Commercio. Rio de Janeiro, 1 fev. 1986. p. 2

CALIFE, J. L. **Brasil faz robôs para conquistar o mundo submarino,** *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 1º Caderno, Ciência, 12 Mai. 1991, p. 16

CAPELATO, M. H. R.. **Resenha Bibliografica: TAVARES (Maria da Conceição) — Da substituição de importações ao capitalismo financeiro.** São Paulo: USP, Revista de História (USP), v. 47 nº96, 1973, p. 594-604.

CARNEIRO, R. F.; LEITE, A. C.; PEIXOTO, A. J.; GOULART, C.; COSTA, R. R.; LIZARRALDE, F. C.; HSU, L. **Underwater Robot for Tunnel Inspection: Design and Control.** In: Anais do Congresso Latino-Americano de Controle e Automação (CLCA2006), Salvador, 2006. p. 120-125.

CASOTTI, B. **Tecnologia garante vanguarda na procura de petróleo no mar: Robôs fazem a manutenção.** Rio de Janeiro: *Jornal do Brasil*. Grande Rio. 1º Caderno. 5/08/1991. P. 13.

CASTAINGS, F. **Os Automóveis de Rio Claro.** UOL: best Cars Website: Carros do passado. 2001. 7 p. Disponível em: <<http://www1.uol.com.br/bestcars/classicos/gurgel-1.htm>>, acessado em 16/8/2020

CHANG, H. **Chutando a Escada: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica**. São Paulo: Editora Unesp, 2004. 268 f. ISBN: 85-7139-524-1

CHRIST, R. D.; WERNLI SR., R. L. **The ROV Manual: A User Guide for Remotely Operated Vehicles**. Elsevier, Second Edition, 2014. 676 f. ISBN: 978-0-08-098288-5

CLYNES, M.; KLYNE, N. S. **Cyborgs and Space**, *Astronautics*, Set. 1960, p. 26-27; 74-76

CNI. **Inovação em cadeias de valor de grandes empresas: 22 casos**. Brasília: CNI : IEL, 2013. 464 p. ISBN 978-85-7957-099-5

COELHO NETO, R. **Aureliano pede que Guedes seja mantido na diretoria da Petrobrás**. Rio de Janeiro: *Jornal do Brasil*, Economia, 1º caderno, 1 Jun. 1987, p. 14

COLLOR democratiza o livro didático: **Computador nacional também é ‘carroça’**, Rio de Janeiro: *O Globo*, O País, 31 Out. 1990a, p. 3

COLLOR democratiza o livro didático: **Zélia elogia pedido de unidade do governo**, Rio de Janeiro: *O Globo*, O País, 31 Out. 1990b, p. 3

COMEX, **From Heliox to Hidreliox**, in: “HYDRA VIII – Divers at the Conquest of the Hidden Face of the Planet”, Brochura promocional da Experiência Hydra VIII, Nov. 1988.

CONSÓRCIO da Ponte entre o Rio e Niterói contrata mergulhadores para **inspeção**. Rio de Janeiro: *Jornal do Brasil*. Grande Rio. 1º Caderno. 29/03/1972. P. 28.

CONSUB tem projeto para robô submarino. Rio de Janeiro: *Jornal do Commercio*. 20 Set. 1985. P. 9. Disponível em: <http://memoria.bn.br/docreader/DocReader.aspx?bib=364568_17&PagFis=50829>, acesso em 3/6/19.

CONSUB constrói dois robôs submarinos para substituir mergulhador, Rio de Janeiro: *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 29 Jul. 1986, p. 21

CONSUB. **Notícias do Tatuí**. Folheto de divulgação do projeto do Robô Tatuí. Rio de Janeiro: CONSUB S. A.. 1989

CONSUB. **Company Presentation**. Brochura de divulgação dos projetos da CONSUB S.A.. CONSUB S. A., Rio de Janeiro. Rev.: 02. Fev. 1997. 50 f.

COPPETEC. **Sistema de Controle Dinâmico do USAR-I CONSUB**. Proposta Coppetec PP-2770. Programa de Engenharia Elétrica: Coppe: UFRJ, Rio de Janeiro. 7 Out. 1986. 6 f.

COPPETEC. **Estudo e Desenvolvimento de Robots Submarinos**. Proposta Coppetec PP-2875. Programa de Engenharia Mecânica: Coppe: UFRJ, Rio de Janeiro. 22 Jan. 1987. 43 f.

CORRÊA, M. S. **O gênio que fugiu da universidade**, São Paulo: Veja, Perfil, 27 Jan. 1993, p. 56-57

COSTA, R. R.; HSU, L.; CUNHA, J. P. V. S.; LIZARRALDE, F. C. **Passive arm based dynamic positioning system for remotely operated underwater vehicles**. IEEE Robotics & Automation Magazine, 2000.

COSTA, T. **O Desafio, Poços de Mil Metros**. Jornal do Brasil. Rio de Janeiro, 23 jun. 1985. Especial, p. 5

COUNTINHO, W.; ALBUQUERQUE, L.; BELLINI, N. **Dando Ciência ao Brasil: O robô mergulhador**. Rio de Janeiro: *Jornal do Brasil*, Caderno B, Especial, 10 Jan. 1988, p. 6

CUNHA, J. P. V. S. **Projeto e Estudo de Simulação de um Sistema de Controle a Estrutura Variável de um Veículo Submarino de Operação Remota**. Tese de mestrado. Coppe/UFRJ, Programa de Engenharia Elétrica – Rio de Janeiro, 1992. 148 f.

CUNHA, J. P. V. S.; COSTA, R. R. ; HSU, L. **Input/output variable structure position control of a remotely operated underwater vehicle**. In: 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ADVANCED ROBOTICS, 1991, PISA, ITALIA, 1991. p. 1305-1310.

CUNHA, J. P. V. S.; SCIESZKO, J. L. ; COSTA, R. R. ; HSU, L.; SANT'ANNA, A. C. C. M. **Short range position measurement systems for underwater vehicle dynamic positioning**. In: OCEANS'93, 1993, VICTORIA, CANADA. Proceedings of the OCEANS'93, 1993. v. 2. p. 484-489.

CUNHA, P. P. Misturas Gasosas, **Revista Scuba** nº 8, Out. 1996, disponível em <http://www.techdiving.com.br/biblioteca/artigos/misturas_gasosas.htm>, Acessado em 05 Jun. 2018

DA ROSA, S. E. S.; GOMES, G. L. **O Pico de Hubbert e o Futuro da Produção Mundial de Petróleo**. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, V. 11, N. 22, P. 21-49, Dez. 2004

DEFESANET. **CONSUB agora é BRAVO**. Defesanet.com.br: Cobertura Especial - Base Industrial Defesa – Naval. 10 Out. 2016. Disponível em <<http://www.defesanet.com.br/bid/noticia/23753/CONSUB-agora-e-BRAVO-/>>, acessado em 22/11/19.

DELEUZE, G. GUATTARI, F. **Mil Platôs: Capitalismo e Esquizofrenia**. Tradução Aurélio Guerra Neto e Celio Pinto Costa. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1995, Vol. 1, 94 p. (Coleção TRANS)

DEMETRIUS e sua busca desesperada, Rio de Janeiro: **Jornal do Brasil**, 5 dez. 1992, p. 8

DOMINGUEZ, R. B. **Simulação e Controle de um Veículo Submarino de Operação Remota**. Tese de mestrado. Coppe/UFRJ, Programa de Engenharia Elétrica – Rio de Janeiro, 1989. 220 f.

DROGIN, B. **Crew Tells of Historic Mission : Ship That Found Wreck of Titanic Returns Home**. Los Angeles Times: Los Angeles, 10 set. 1985, disponível em <http://articles.latimes.com/1985-09-10/news/mn-3209_1_operation-titanic>, acesso em 02 Fev. 2018

DROGIN, B. **Inside the Titanic: Robot Records Its Ghostly Secrets**. Los Angeles Times: Los Angeles, 16 Jul. 1986a, disponível em <http://articles.latimes.com/1986-07-16/news/mn-19410_1_robot-records>, acesso em 02 Fev. 2018

DROGIN, B. **Met by Cheering Crowds : Explorers Return, Plan 'Photo-Mosaic' of Titanic**. Los Angeles Times: Los Angeles, 29 Jul. 1986b, disponível em <http://articles.latimes.com/1986-07-29/news/mn-19634_1_titanic-photo-exploration>, acesso em 02 Fev. 2018

DSND AND Halliburton Launch Subsea 7. **Brasil Energy**. Editora Brasil Energia: Rio de Janeiro. 1 Jun. 2002, Disponível em: <<https://brasilenergy.editorabrasilenergia.com.br/2002/06/01/dsnd-and-halliburton-launch-subsea-7/>>, acesso em 4 out. 2016.

DSND Launches First Domestic ROV. *Brasil Energy*. Editora Brasil Energia: Rio de Janeiro. 1 Dez. 2001, Disponível em: <<https://brasilenergy.editorabrasilenergia.com.br/2001/12/01/dsnd-launches-first-domestic-rov/>>, acesso em 04 out. 2016.

ELEBRA nunca mais. *Isto É Dinheiro*: Tecnologia. 21 Ago. 2002. Disponível em: <<https://www.istoedinheiro.com.br/noticias/mercado-digital/20020821/elebra-nunca-mais/20049>>, acessado em 22/11/19

EMPRESA usa robô em pesquisa do emissário, Rio de Janeiro: *Jornal do Brasil*, Cidade, 25 Nov. 1992, p. 14

ESTRELLA, G., JARDIM, R. G. [Carta/relatório] 9 mar. 1992. Rio de Janeiro [para] Diretor Raul Mosmann / Diretor José Brito de Oliveira. Rio de Janeiro. 21f. **Carta de apresentação do relatório final do PROCAP**. Arquivos de Ney Robinson.

EXPEDIÇÃO tirará cem mil fotos dos restos do 'Titanic'. Rio de Janeiro: *O Globo*, O Mundo, 15 Jul. 1986, p. 13

EXPLORADORES não encontram restos humanos no 'Titanic'. Rio de Janeiro: *O Globo*, O Mundo, 18 Jul. 1986, p. 16

EUA dificultam venda de computador à Petrobras. Rio de Janeiro: *O Globo*. Economia. 05/01/1987. P. 17.

FABRIANI, M. **Máxima precisão em alto risco**, Rio de Janeiro: *Jornal do Commercio*, Informática, 25 Out. 1995, p. A-17

FARIA, L. **Profissão: mergulho**, Rio de Janeiro: *Jornal do Brasil*, Esportes, Aventure-se, 9 Out. 2003, p. C7

FARIAS, C. L. **Panorama e cronologia do desenvolvimento do design de produto no Rio de Janeiro (1901-2000)**. Tese (doutorado). Orientadora: Maria Cecília Loschiavo dos Santos. Universidade de São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – São Paulo, 2012. V. 2 P. 359-360.

FEENBERG, A. **Between Reason and Experience – Essays in Technology and Modernity**. Londres: MIT Press, 2010. 284p.

FERREIRA, R. G. **O empresário que veio do mar**, São Paulo: Isto É Dinheiro, Negócios, 15 Jul. 2009, disponível em <<https://www.istoedinheiro.com.br/noticias/negocios/20090715/empresario-que-veio-mar/12564>>, consultado em 30/07/2016, também disponível em <<https://www.confideresa.com.br/pt/noticias/16-paulo-tupinamba-o-empresario-que-veio-do-mar>>, consultado em 01/02/2018

FIESP. **Perda de Participação da Indústria de Transformação no PIB**, São Paulo, Maio 2015, disponível em <<https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/participacao-da-industria-de-transformacao-no-pib-1947-2014/>>, consultado em 18/07/2020.

FIGUEIREDO, M. G.; ALVAREZ, D.; ADAMS, R. N. **O acidente da plataforma de petróleo P-36 revisitado 15 anos depois: da gestão de situações incidentais e acidentais aos fatores organizacionais**. Rio de Janeiro: *Cadernos de Saúde Pública*, ISSN 1678-4464, Vol. 34, nº 4, Abril 2018

FOROOHAR, R. **Makers and Takers: How Wall Street Destroyed Main Street**. E-book kindle. Nova York: Crown Business. 2016. 382 p.

FORMIGLI FILHO, J. M. **[Depoimento ao projeto Memória da Petrobras]**. Rio de Janeiro, 2005. Entrevista publicada no Museu da Pessoa, 08 de dezembro de 2009. Disponível em: <http://dualtec.museudapessoa.net/_index.php/historia/10854-jose-miranda-formigli-filho/texto>. Acesso em: 10 fev. 2017.

FOTOS de robô mostram o salão de festas do 'Titanic'. **O Globo**, Rio de Janeiro, O Mundo, 17 Jul. 1986, p. 16

FRANÇA constrói submarino para achar petróleo no fundo do mar, Rio de Janeiro: *O Globo*, Economia, 20 Mar. 1984, p. 17

FRANÇA, L., CORDEIRO, A., ARAÚJO, F., BARROS, P., VIANNA, C. **Reavaliação do PROCAP**, Rio de Janeiro: Petrobras, *Notícias Procap*, Nº 08, Dez. 1987

FREITAS, A. G. **Capacitação tecnologica em sistemas de produção para águas profundas: o caso da Petrobras**. Dissertação (mestrado). Orientador: André Tosi Furtado. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências – Campinas, 1993. 178 f.

FREITAS, A. G. **Processo de Aprendizagem da PETROBRÁS: programas de capacitação tecnológica em sistemas de produção offshore**. Tese (doutorado). Orientador: André Tosi Furtado. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica – Campinas, 1999. 283 f.

FRUM, D. **How We Got Here: The 70's: The Decade that Brought You Modern Life**. New York: Basic Books. eBook Kindle. 2008. 452 p.

FURTADO, A. T. **Petróleo e Política tecnológica: O que Aprender com as Experiências Brasileira e Francesa**. Tese de Livre-Docência. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, Departamento de Política Científica e Tecnológica – Campinas, 1995. 233 f.

FURTADO, A. T. Mudança Institucional e Inovação na Indústria Brasileira de Petróleo. In: Anita Kon; Guilherme de Oliveira. (Org.). **Pesquisas em Economia Industrial**, Trabalho e Tecnologia. São Paulo: EITT/PUCSP, 2004, p. 232-262.

FURTADO, A. T., FREITAS, A. G. Nacionalismo e Aprendizagem no Programa de Águas Profundas da Petrobras. **Revista Brasileira de Inovação**. Vol. 3 N. 1. Janeiro / Junho 2004. P. 55-86

GALASSI, M. et al. **DORIS - A Mobile Robot for Inspection and Monitoring of Offshore Facilities**. In: Anais do XX Congresso Brasileiro de Automática, Belo Horizonte. 2014. p. 3174-3181

GAO, B. **Efficiency, culture, and politics: the transformation of Japanese management in 1946-1966**. In: The Law of the Markets. Blackwell Publishers / Sociological Review: Oxford. 1998, p. 86-115.

GARCIA, T. **Domínio da técnica em águas profundas**. Jornal do Commercio. Rio de Janeiro, 7 mar. 1988. Tecnologia, p. 16

GASPARI, E. **A ditadura derrotada (Coleção Ditadura Livro 3)**. eBook Kindle. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2014. 1312p.

GIGLIOTTI, M. **Viagem ao fundo do mar**, *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, Revista de Domingo, Ano 17 No. 880, 9 Mar. 1993, p. 36-37

GOULART, C. **Modelagem, simulação e controle de um veículo submarino de operação remota**. Orientador: Ramon Romankevicius Costa. Dissertação de mestrado. Coppe/UFRJ, Programa de Engenharia Elétrica – Rio de Janeiro, 2007.

GOVERNO **excluirá do preço do óleo custo de pesquisa**. Rio de Janeiro: Brasília: Jornal do Brasil, 1º Caderno, Negócios & Finanças, 23 mai. 1985. p. 19

GRAEBER, D. **Debt: The First 5,000 Years**. New York: Melville House, 2011. 542 p.

HILTS, P. J. **Robot Video Camera Starts In-Depth Tour of the Titanic.** Whashington Post: Whashington, 16 Jul. 1986a, disponível em <<https://www.washingtonpost.com/archive/politics/1986/07/16/robot-video-camera-starts-in-depth-tour-of-the-titanic/bb3e029b-67fb-4d9f-93ad-659fc2baa460/>>, acesso em 02 fev. 2018

HILTS, P. J. **Titanic's 'Spectacular' Safes Spotted on the Ocean Floor.** Whashington Post: Whashington, 19 Jul. 1986b, disponível em <<https://www.washingtonpost.com/archive/politics/1986/07/19/titanics-spectacular-safes-spotted-on-the-ocean-floor/8b3decd1-d56d-4268-b3d3-5c7c0d6bc9f4/>>, acesso em 02 fev. 2018

HOMEM já desce até 300 metros, **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 1º caderno, 12 Mai. 1991, p. 16

HONEYWELL procura um sócio brasileiro para fazer robô submarino, **Jornal do Brasil**, Rio de Janeiro, 1º caderno, 4 Set. 1985, p. 20

HSU, L.; COSTA, R. R.; LIZARRALDE, F. C.; CUNHA, J. P. V. S.; SCIESZKO, J. L.; ROMANOV, A. V.; WOLLMANN JR, D.; SANT'ANNA, A. C. M. **Underwater vehicle dynamic positioning based on a passive arm measurement system.** In: INTERNATIONAL ADVANCED ROBOTICS PROGRAMME (IARP), 1994, MONTEREY, CALIFORNIA. Proceedings of the 2nd International Advanced Robotics Programme (IARP), 1994. p. 23-33.

HSU, L.; COSTA, R. R.; LIZARRALDE, F. C.; CUNHA, J. P. V. S. **Avaliação experimental de um simulador para veículos submarinos de operação remota.** In: Simpósio de Sistemas de Simulação e de Controle (SICON), 1998, Rio de Janeiro, 1998. v. 1. p. 61-65.

HSU, L.; COSTA, R. R.; LIZARRALDE, F. C.; CUNHA, J. P. V. S. **Passive arm based dynamic positioning system for remotely operated underwater vehicles.** In: IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 1999, Detroit, Michigan, 1999. v. 1. p. 407-412.

HSU, L.; COSTA, R. R.; LIZARRALDE, F. C.; CUNHA, J. P. V. S. **Avaliação experimental da modelagem e simulação da dinâmica de um veículo submarino de operação remota.** SBA. Sociedade Brasileira de Automática, 2000.

IMPOSTO de Importação de têxteis já está menor. **O Globo**, Economia, 28 Jun. 1990, p. 26

JAPÃO prepara robô para trabalho no fundo do mar, **O Globo**, Rio de Janeiro, Economia, 2 Set. 1985, p. 19

JIMÉNEZ, A. C. **Introduction -The prototype: more than many and less than one.** Journal of Cultural Economy, Vol. 7, Issue 4, 2014. p. 381-398.

KEVLES, B. A. **Navy's Deep Interest in Titanic Probe.** Los Angeles Times: Los Angeles, 6 Ago. 1986, disponível em <http://articles.latimes.com/1986-08-06/news/vw-1389_1_h-m-s-titanic>, acesso em 02 fev. 2018

KNORR CETINA, K. **Epistemic Cultures: How the Sciences Make Knowledge**. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 1999.

LATOUR, B. **Pandora's Hope: Essays on the Reality of Science Studies**. London, Harvard University Press, 1999.

LATOUR, B. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. 2 ed. São Paulo: Ed. Unesp, 2011. 460p.

LATOUR, B. **On some of the affects of capitalism**. Lecture given at the Royal Academy, Copenhagen, 2014. Transcrição disponível em < <http://www.bruno-latour.fr/sites/default/files/136-AFFECTS-OF-K-COPENHAGUE.pdf>>, consultado em 18/07/2020.

LATOUR, B. **Cogitamus: Seis cartas sobre as humanidades científicas**. Tradução de Jamille Pinheiro Dias. São Paulo: Editora 34. 2016. 216 p.

LAW, J. (Org.) **A Sociology of Monsters: Essays on Power, Technology and Domination**. London; New York : Routledge, 1991. 286 p.

LAW, J. **Aircraft Stories: Decentering the Object in Technoscience**. Durham: London: Duke University Press, 2002. 264 p.

LAW, J. **Traduction / Trahison: Notes on ANT**. Convergencia, Toluca, v. 13, n. 42, Sep./Dic. 2006, p. 47-72.

LAW, J.. **STS as Method**. In.: The Handbook of Science and Technology Studies. Fourth Edition. The MIT Press. 2017. P. 31-57

LIMA, J. A. M. **Tratamento e Análise de Dados Meteoceanográficos**, Rio de Janeiro: Petrobras, *Noticias Procap*, Nº 95, Mai. 1991

LIMA, S. C. **Da Substituição de Importações ao Brasil Potência: Concepções do Desenvolvimento 1964-1979**. Marília: UNESP, Aurora, v. VII, 2011, p. 34-44.

LOBO, T. **Indústria segue passos da Petrobrás**. Jornal do Brasil, Rio de Janeiro, 1º caderno, 8 Out. 1986, p. 18

LUXENBERG, S. **Deep Beneath the Sea, a New Industry Grows**. *New York Times*, New York Edition, 27 Fev. 1977, p. 93, disponível em: <<https://nyti.ms/1LwBFXy>>, acesso em 28 maio 2018.

MABRO, R. **On oil price concepts**. Oxford: Oxford Institute for Energy Studies, 1984. 75 p. ISBN 0-948061-02-2

MACKENZIE, D.. **Robot passes its diving test**. *New Scientist*, Technology. 24 Jul. 1986, disponível em <<https://books.google.com.br/books?id=viwe093MZMEC&pg=PA33>>, acesso em 06 Jul. 2018

MADEIRA JUNIOR, A. G. **Avaliação de Unidades de Escolta através da Modelagem de Apoio à Decisão**. Dissertação (Mestrado). Rio de Janeiro. Engenharia de Produção. COPPE - UFRJ. 2004

MARQUES, A. **O Oxigênio e o Mergulho**. Brasil Mergulho, 20 Ago. 2004, disponível em: <<http://www.brasilmergulho.com/o-oxigenio-e-o-mergulho/>>, acesso em 28 maio 2018.

MARQUES, I. C. **Reserva de mercado: um mal entendido caso político-tecnológico de 'sucesso' democrático e 'fracasso' autoritário**. Revista de Economia (Curitiba), Curitiba, PR, v. 24, n.26, p. 89-114, 2000.

MARQUES, I. C. **O Brasil e a abertura dos mercados: o trabalho em questão**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2002. 2 ed. 108p.

MARQUES, I. C. **O caso Unitron e condições de inovação tecnológica no Brasil**. In: 6ª Conferência Internacional de História das Empresas e V Congresso Brasileiro de História Econômica, 2003, Caxambu, MG. Anais. Belo Horizonte, MG: ABPHE - Associação Brasileira de Pesquisadores História Econômica, 2003. v. 1. p. 1-21

MARQUES, I. C.; SEGRE, L. M. . **Problematizando o tamanho das empresas: a multiplicidade do GRANDE e do PEQUENO na sociedade em rede**. In: Helena Maria Martins Lastres; José Eduardo Cassiolato; Maria Lucia Maciel. (Org.). Pequena Empresa - Cooperação e Desenvolvimento Local. 1ed.Rio de Janeiro, RJ: Relume Dumará, 2003, v. 1, p. 347-364.

MÁRTIL, I. **La historia del precio del petróleo: subidos a una montaña rusa**. EconoNuestra. Opinión. [2016] 13 Feb. 2016. Disponível em <<https://blogs.publico.es/econonuestra/2016/02/13/la-historia-del-precio-del-petroleo-subidos-a-una-montana-rusa/>> Acesso em 3 Nov. 2018.

MARTINI, F. N. **Um guia para entender um pouco mais sobre a Marinha do Brasil e seus navios: Navio de socorro Submarino Felinto Perry (K 11)**. Poder Naval (<https://www.naval.com.br/>). 2017. Disponível em: <<https://www.naval.com.br/blog/home/os-102-navios-da-marinha-em-2017-onde-ficam-e-quais-sao/>>, acessado em 22/11/2019.

MARTINS, A. M. **Robô submarino começa a funcionar em 14 meses**, Rio de Janeiro: *O Globo*, Economia, Informática, 12 Jan. 1987, p. 15

MATTEI, L.; SANTOS JÚNIOR, J. A. **Industrialização e substituição de importações no Brasil e na Argentina: uma análise histórica comparada**. Curitiba: UFPR. Revista de Economia, v. 35 n. 1, Jan/Abr 2009, p. 91-113.

MENCHEN, D. **A Caminho da Escuridão**. Revista Status, 20 Feb. 2015, disponível em: <<http://www.revistastatus.com.br/2015/02/20/a-caminho-da-escuridao/>>, acesso em 30 maio 2018.

MENDONÇA, J. S. **A carroça presidencial**, Rio de Janeiro: *O Globo*, opinião, 26 Ago. 1991, p. 6

MERGULHADOR PODERÁ descer a 660 metros, Rio de Janeiro: *O Globo*, Economia, 8 Out. 1986, p. 19

MERGULHADOR SE prepara 4 dias. Rio de Janeiro: *Jornal do Brasil*, 1º Caderno, 8 Jul. 1986, p. 23

MERGULHE em um mundo novo. Anuncio Subaquática Engenharia. Rio de Janeiro: *Jornal do Brasil*. Esportes. 1º Caderno. 19/09/1982. P. 7. Disponível em:
<http://memoria.bn.br/docreader/DocReader.aspx?bib=030015_10&pagfis=49844>, acessado em 3/6/19.

MESQUITA, A. R. **Pesquisando o Profundo..., das Partículas..., aos Oceanos...** Primeira Convenção USP em História da Ciência e da Tecnologia, São Paulo: Centro de História da Ciência, 2000, 281f. p. 115-127.

MESMO com desgaste, o governo taxou estatal. Rio de Janeiro: **Jornal do Brasil**, Economia, 1º caderno, 15 Mai. 1986, p. 25

MIRANDA, M. A. T. **O petróleo é nosso: a luta contra o entreguismo. Pelo monopólio estatal**, 1947-1953, 1953-1981, 1982-2004. São Paulo: Editora IPSIS. Ed. 2. 2004. 576 p.

MOL, A. **The Body Multiple: Ontology in Medical Practice**. Durham: London: Duke University Press, 2002. 196 p.

MONTEIRO, M. A. **Usuários defendem produtos da indústria nacional de informática**, *O Globo*, Economia, 5 Nov. 1990, p. 17

MORAIS, J. M. **Petróleo em águas profundas: uma história tecnológica da Petrobras na exploração e produção offshore**. Brasília: Ipea: Petrobras, 2013. 424 p.

MOTTA, P. **Brasil avança para dominar a tecnologia dos robôs: veículo submarino buscará petróleo para duplicar as reservas nacionais**, Rio de Janeiro: *O Globo*, Mundo, Ciência e Vida, 29 Mar. 1987, p.34

MOTTA, P. **“Tatuí”, primeiro robô submarino brasileiro, entra em operação**. Rio de Janeiro: *O Globo*, O Mundo/Ciência e Vida, 6 Mai. 1988, p. 13

MURRAY, P. **UK Government was aware of 'completely unacceptable' risk to North Sea oil divers**. Londres: *Daily Express*, News, UK, 21 Nov. 2015, disponível em <<https://www.express.co.uk/news/uk/621162/UK-Government-completely-unacceptable-North-Sea-oil-divers>>, acesso em 06 jun. 2018

NASA localiza foguete propulsor do Challenger a 64 km da costa, **O Globo**, Rio de Janeiro, O Mundo, 20 Fev. 1986, p. 18

NEGRI, J. A. (coord) et. al. **Poder de compra da Petrobras: impactos econômicos nos seus fornecedores**. Brasília: Ipea: Petrobras, 2011. 3 v. (1008 p.). ISBN: 978-85-7811-095-6

NETO, R. C. **Aureliano pede que Guedes seja mantido na diretoria da Petrobrás**. Rio de Janeiro: *Jornal do Brasil*, 1º Caderno, Economia, 1 jun. 1987. p. 14

NETTO, M. **Collor: ‘Carros nacionais são carroças’**. *O Globo*, O País, 3 Fev. 1990. P. 6.

NORMAS da autoridade marítima para atividades subaquáticas. **Marinha do Brasil**: Diretoria de Portos e Costas, Rio de Janeiro, NORMAM-15/DPC, Rev. 2, 2016, 153 f.

NORUEGA quer técnica de águas profundas. **Jornal do Commercio**, Rio de Janeiro, 8 Jan. 1986, p. 11

OCEANÓGRAFO deixa o mar e cria projeto bilionário. **Valor Econômico**, Rio de Janeiro, 10 Ago. 2010, disponível em: http://www.guiaoilegas.com.br/pt/site_extras_detalhes.asp?id_tb_extras=145899, acessado em 3/06/2019, também disponível em <https://www.pressreader.com/brazil/valor-economico/20100816/281917359380921>, acessado em 29/3/2020.

O DESAFIO poços de mil metros. **Jornal do Brasil**, Especial, Ciência, 23 Jun. 1985, p. 5

O FIM do ‘similar nacional’. **O Globo**, Editorial, 23 Jan. 1990, p. 4

OLIVEIRA, J. **Robôs substituirão mergulhadores na extração de petróleo sob a água**. *O Globo*, Rio de Janeiro, Economia, Informática, 14 Out. 1985, p. 20

ORDOÑEZ, R. **Brasil produzirá menos petróleo em 90**. *O Globo*, Economia, 4 Dez. 1989, p. 16

ORDOÑEZ, R. **‘Petrobrás agirá como uma empresa privada’**. *O Globo*, Economia, Entrevista com Alfeu Valença, 30 Mar. 1991, p. 20

ORDOÑEZ, R. **Rio tem novo investimento no setor naval**. Rio de Janeiro: *O Globo*, Economia. 21 Mai. 1999. P. 26.

ORTIZ NETO, J. B. **O Processo de Aprendizado Tecnológico na Trajetória do Sistema de Produção Flutuante Empreendido pela Petrobrás em seu Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas – PROCAP**. Dissertação (Mestrado). Orientador: Prof. Dr. Walter Tadahiro Shima. Universidade Federal do Paraná, Departamento de Economia. Curitiba, 2006. 204 f..

OZIREZ questiona a ideia de taxar a Petrobrás. Rio de Janeiro: **Jornal do Brasil**, Economia, 1º caderno, 23 Mai. 1986, p. 17

PAIVA, E. N. **A FNM e a Indústria Automotiva no Brasil: uma Análise Antitética do Ponto de Vista da Teoria Ator-Rede**. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: UFRJ, COPPE. 2004. 458 p.

PENA NETO, M. **Fornecedor critica normas da ANP**. Rio de Janeiro: Jornal do Brasil, 1º Caderno, Economia, 21 mai. 1999. p. 18

PETROBRAS, **Programa de Capacitação Tecnológico em Sistemas de Exploração para Águas profundas – PROCAP**, Relatório de Reavaliação, Ver. 4, Jan. 1988a.

PETROBRAS, **PROCAP: Programa de Capacitação Tecnológico em Sistemas de Exploração para Águas profundas**, livreto promocional, 1988b.

PETROBRAS, **Programa de Capacitação Tecnológico em Sistemas de Exploração para Águas profundas – PROCAP**, Relatório de Reavaliação, Out. 1990.

PETROBRAS, **PROCAP 2000: programa de inovação tecnológica e desenvolvimento avançado águas profundas e ultraprofundas**, folheto promocional, 1992?

PETROBRAS, **Missão Netuno | Petrobras 60 anos**, Vídeo no Youtube no canal da Petrobras, 27 Set. 2013. Disponível em: <
<https://www.youtube.com/watch?v=UZVxn9PxIO8>>, acesso em 15/08/2020

PETROBRÁS APROVA robô que dá apoio “offshore”: **Jornal do Commercio**, 16 out. 1990. p. 16

PETROBRÁS CONSTRUIRÁ 2 novas plataformas: **Jornal do Commercio**, 13 maio 1986. p. 11

PETROBRÁS DESENVOLVE o robô mergulhador nacional. **O Globo**. Rio de Janeiro, 10 ago. 1986. Economia, p. 48

PETROBRÁS ELEVARÁ produção com poços em águas profundas. Rio de Janeiro: **Jornal do Brasil**, 1º Caderno, Economia, 26 abr. 1986. p. 17

PETROBRÁS ENCONTRA mais óleo em Campos. Rio de Janeiro: **Jornal do Brasil**, 1º Caderno, 29 abr. 1986. p. 22

PETROBRÁS ESPERA definição. Rio de Janeiro: **Jornal do Brasil**, 1º Caderno, Economia, 5 fev. 1986. p. 17

PETROBRÁS FALA em possibilidade de campo-gigante. Rio de Janeiro: **Jornal do Brasil**, 1º Caderno, Negócio & Finanças, 25 jan. 1985. p. 18

PETROBRÁS PESQUISA tecnologia para águas profundas. **O Globo**. Rio de Janeiro, 7 nov. 1987. 1º caderno, Economia, Informe Especial, p. 27

PETRÓLEO JÁ está sendo negociado a menos de US\$ 16. **Jornal do Brasil**. Londres e Viena, 5 fev. 1986. 1º caderno, p. 17

PEYERL, D. **A contribuição do Conselho Nacional do Petróleo e da Petrobras na formação de profissionais para a exploração do petróleo no**

Brasil. Tese de Doutorado. Campinas: Instituto de Geociências da Unicamp. 2014. 290 p.

PIKETTY, T. **O capital no século XXI.** Rio de Janeiro: Editora Intrínseca, 2014, 672 p.

POCHMANN, M. **Brasil sem industrialização: a herança renunciada.** Ponta Grossa: Editora UEPG. SciELO Livros, 2016, 176 p.

POÇO de petróleo mais profundo da Terra entra em operação hoje, *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 1º Caderno, Nacional, 10 Ago. 1984, p. 3

PREÇO dos derivados não cai. Rio de Janeiro: **Jornal do Brasil**, 1º Caderno, Economia, 26 abr. 1986. p. 22

PRADO, R. **A vida sob pressão.** São Paulo: *Revista Super Interessante*, Ed. Abril, 31 Dez. 1991, disponível em: <<https://super.abril.com.br/ciencia/a-vida-sob-pressao/>>, acesso em: 28 maio 2018

PROJETOS em águas profundas continuam. **Jornal do Brasil.** Rio de Janeiro, 4 fev. 1986. 1º caderno, p. 22

QUIJANO, A. Colonialidad del poder, eurocentrismo y América Latina, in: **La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales - Perspectivas latinoamericanas**, CLACSO - Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, 2005. P. 193 - 238

REIS, N. R. S. [Carta/relatório] 10 mar. 1988. Rio de Janeiro [para] Eduardo / Aloísio Rio de Janeiro. 16f. Documento manuscrito nos arquivos de Ney Robinson.

REIS, N. R. S. entrevista [4 de outubro de 2018]. Rio de Janeiro. Entrevista concedida e transcrita por João Sérgio Assis.

RESERVAS de óleo valem hoje US\$ 66 bilhões. Rio de Janeiro: **Jornal do Brasil**, 1º Caderno, Economia, Informe Econômico, 15 mar. 1984. p. 17

RESGATE de objetos do Titanic gera polêmica entre cientistas. **Folha de São Paulo**, São Paulo, Primeiro Caderno, 1 Ago. 1987. P. 14

RICKETT, O. **Norway's North Sea Divers Lost Their Minds over Oil.** Portal Vice, 4 Ago. 2014, disponível em <https://www.vice.com/en_us/article/av4n5z/pioneer-norway-north-sea-divers-skjoldbjrg-876>, acesso em 06 jun. 2018

ROBERTS, W. O. **No ano que vem... Se não chover.** *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, Revista de Domingo, Meteorologia, 9 Mai. 1975. Nº 5, p. 35-36

ROBÔ ajuda a produzir petróleo, Rio de Janeiro: *Jornal do Brasil*, 1º Caderno, 24 Jul. 1987, p. 7

ROCHA FILHO, M. F. **Petrobras acha óleo onde esperava gás em Campos: Brasil fabrica robô para plataformas em dois anos**, Rio de Janeiro: *O Globo*, Economia, 8 Set. 1987, p. 17

ROSA, L. P. **Robô**. Rio de Janeiro: *Jornal do Brasil*, Cartas, 1º caderno, 20 Set. 1987, p. 10

ROV review 1993-94, **Windate Enterprises, Inc.**, USA, 1992

RUSSOS usam robô no fundo dos mares, **O Globo**, Rio de Janeiro, O Mundo, 12 Jan. 1983, p. 23

SAAD, R. **On the life of the late Robert Mabro (1934-2016)**. Mada Masr. [2016] 20 Ago. 2016. Disponível em <https://madamasr.com/en/2016/08/20/feature/economy/on-the-life-of-the-late-robert-mabro-1934-2016/>> Acesso em 3 Nov. 2018.

SALÁRIOS das Profissões nas Plataformas de Petróleo e Gás Offshore. **Shelter** - empresa de cursos e treinamentos marítimos e offshore, Dicas de Empregos Offshore, disponível em <https://www.sheltermar.com.br/dicas/empregos/offshore/salarios/>>, acesso em 12 jun. 2018

SALEH, N. **Projeto BATIUSP comemora 30 anos**. São Paulo: AUN – Agência Universitária de Notícias. Ciência e Tecnologia – Instituto Oceanográfico. Ano: 42. Edição nº 10. 15 Abr. 2009. Disponível em <http://www.usp.br/aun/antigo/exibir?id=2701&ed=386&f=27>>, acesso em 02 fev. 2018.

SAUNDERS, A. **Conquering our deepest frontiers**. Popular Mechanics, Nova York, Jan. 1985, Vol. 162, No. 1, p. 86-90, 132-134, disponível em: <https://books.google.com.br/books?id= OMDAAAAMBAJ&pg=PA86&lpg=PA86>>, acesso em 11 Jul. 2018

SCHWARZ, R. **Que horas são? : ensaios**. São Paulo: Companhia das Letras. 2002. 180 p.

SECRETÁRIO acha pouco orçamento para tecnologia, Rio de Janeiro: *Jornal do Commercio*, 4 Set. 1985, P. 9. Disponível em: http://memoria.bn.br/docreader/DocReader.aspx?bib=364568_17&pagfis=50371>, acesso em 3/6/19.

SEI veta computador da Unitron, Rio de Janeiro: *O Globo*, Economia, 2 Ago. 1988, p. 20

SERRA, C. E. **Record Mundial de Mergulho Offshore**, Rio de Janeiro: Petrobras, *Noticias Procap*, Nº 15, Abr. 1988

SHIPS & Technology used during the Titanic Expeditions, **Woods Hole Oceanographic Institution** - WHOI, [2017], Disponível em <https://www.whoi.edu/know-your-ocean/ocean-topics/underwater->

archaeology/rms-titanic/ships-technology-used-during-the-titanic-expeditions/>, acesso em 17 Nov. 2017

SILVA, L. I. L.. [Lula fala a Youtubers]. São Paulo, 2020. Entrevista concedida a diversos canais do YouTube. Transmitido pela TV247, 11 jun. 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=D_k5i4fyuK0>, acesso em 15 Ago. 2020

SILVA, P. P. [Carta] 20 out. 1986. Rio de Janeiro [para] TUPINAMBÁ, P. M. Rio de Janeiro. 2f. **Encaminhamento das propostas PP-2770 e PP-2779**, registrada como CA-1166/86 nos arquivos da COPPETEC.

SILVEIRA, J. P. depoimento [10 de dezembro de 2007]. Rio de Janeiro: Programa Memória da Petrobras. Também publicada no Museu da Pessoa, São Paulo. Disponível em: <<http://www.museudapessoa.net/pt/conteudo/historia/jose-paulo-silveira-49965>>. Acesso em: 10 fev. 2017.

SMOLLAR, D. **Seeing Titanic an "Eerie Feeling," Navy Officers Say**. Los Angeles Times: Los Angeles, 2 Ago. 1986, disponível em http://articles.latimes.com/1986-08-02/local/me-1038_1_deep-ocean, consultado em 02/02/2018

SOARES, O. **Batiusp é o único batiscafo do Brasil produzido em uma universidade**. São Paulo: Boletim da Agência USP de Notícias. Boletim nº 1330. 04 Dez. 2003. Disponível em <<http://www.usp.br/agen/bols/2003/rede1330.htm>>, acesso em 02/02/2018.

STARTPRESS. **Piloto de ROV: a profissão do futuro**. Startpress. 15 Abr. 2011. Disponível em <<https://startcomunicacao.wordpress.com/2011/04/15/piloto-de-rov-a-profissao-do-futuro/>>, consultado em 12 jun. 2018.

STIGLITZ, J. E. **The Roaring Nineties: Why We're Paying the Price for the Greediest Decade in History**. Londres: Penguin Books, 2015. 410p.

SUBMARINO BUSCARÁ novos dados sobre o 'Titanic'. **O Globo**, Rio de Janeiro, O Mundo, 5 Set. 1985, p. 16

SUBMARINO RECUPERA resto da caixa preta do Boeing, **O Globo**, Rio de Janeiro, O Mundo, 12 Jul. 1985, p. 13

SULLIVAN, W. **Three Volunteers end Simulated Dive to record Depth**. *New York Times*, Nova York, 7 Mar. 1981, disponível em <<https://nyti.ms/29z3f0j>>, acesso em 06 jun. 2018

SULLIVAN, W. **Deep-Sea Robots to Scan Area of Titanic's Grave**. *New York Times*, Nova York, 23 Jul. 1985a, disponível em <http://www.nytimes.com/1985/07/23/science/deep-sea-robots-to-scan-area-of-titanic-s-grave.html>, acesso em 02 fev. 2018

SULLIVAN, W. **Scientist Describes Harrowing Moment in Search for Titanic.** *New York Times*, Nova York, 7 Set. 1985b, disponível em <<http://www.nytimes.com/1985/09/07/us/scientist-describes-harrowing-moment-in-search-for-titanic.html>>, acesso em 02 fev. 2018

SULLIVAN, W. **Debris Shows Titanic Lost her Stern End.** *New York Times*, Nova York, 12 Set. 1985c, disponível em <<http://www.nytimes.com/1985/09/12/us/debris-shows-titanic-lost-her-stern-end.html>>, acesso em 02 fev. 2018

SULLIVAN, W. **Scientists Ready to Return to Titanic.** *New York Times*, Nova York, 9 Jul. 1986a, disponível em <<http://www.nytimes.com/1986/07/09/us/scientists-ready-to-return-to-titanic.html>>, acesso em 02 fev. 2018

SULLIVAN, W. **Manned Sub Descends to View the Titanic.** *New York Times*, Nova York, 15 Jul. 1986b, disponível em <<http://www.nytimes.com/1986/07/15/science/manned-sub-descends-to-view-the-titanic.html>>, acesso em 02 fev. 2018

SULLIVAN, W. **Undersea Robot gets a Look Inside Still-luxurious Titanic.** *New York Times*, Nova York, 16 Jul. 1986c, disponível em <<http://www.nytimes.com/1986/07/16/us/undersea-robot-gets-a-look-inside-still-luxurious-titanic.html>>, acesso em 02 fev. 2018

SULLIVAN, W. **Titanic Receives a Full Inspection.** *New York Times*, Nova York, 17 Jul. 1986d, disponível em <<http://www.nytimes.com/1986/07/17/us/titanic-receives-a-full-inspection.html>>, acesso em 02 fev. 2018

SULLIVAN, W. **Titanic's Explorers Return Home to Cheers.** *New York Times*, Nova York, 29 Jul. 1986e, disponível em <<http://www.nytimes.com/1986/07/29/science/titanic-s-explorers-return-home-to-cheers.html>>, acesso em 02 fev. 2018

SULLIVAN, W. **Divers Report no Hull Gash in the Titanic.** *New York Times*, Nova York, 31 Jul. 1986f, disponível em <<http://www.nytimes.com/1986/07/31/us/divers-report-no-hull-gash-in-the-titanic.html>>, acesso em 02 fev. 2018

SULLIVAN, W. **Move by French Surprises American Ex-colleagues.** *New York Times*, Nova York, 23 Jul. 1987, disponível em <<http://www.nytimes.com/1987/07/23/us/move-by-french-surprises-american-ex-colleagues.html>>, acesso em 02 fev. 2018

SWANN, C. **Robot mini-subs replace pro divers.** *Popular Science*, Nova York, Nov. 1985, Vol. 227, No. 5, p. 80-81

SYNTHESIS. Brochura de divulgação do Grupo Synthesis Empreendimentos Ltda. SYNTHESIS Ltda, Rio de Janeiro. 2013. 16 f.

TAVARES, M. C. **Da Substituição de Importação Ao Capitalismo Financeiro**. RIO DE JANEIRO: ed. Zahar, 8. ed., 1979.

TECNODEFESA. **Bravo Industries e a compra da Consub Defesa e Tecnologia S.A.** Tecnodefesa.com.br: Indústria. 24 Out. 2016. Disponível em <<http://tecnodefesa.com.br/bravo-industries-e-a-compra-da-consub-defesa-e-tecnologia-s-a/>>, acessado em 22/11/19.

TECHNOLOGY: Dry run for deepest dive. **New Scientist**. 20 Nov. 1992, disponível em <<https://www.newscientist.com/article/mg13618493-000-technology-dry-run-for-deepest-dive/>>, acesso em 06 Jun. 2018

TEMKE, C. J. ; FERREIRA, S. R. **O Desenvolvimento do Primeiro Veículo de Controle Remoto Submarino Latino Americano**. Pesquisa Naval, Número 3, Outubro 1990. p. 195-209.

TENENGE-COMEX, **Mergulho com Hidrogênio – Experiência “HYDRA V”**, Relatório de Apresentação da Experiência Hydra V, Mai-Jun. 1985, 8 p.

TESTE com o robô submarino será feito este mês, Rio de Janeiro: **O Globo**, Economia, Informe Especial, 7 Nov. 1987, p. 29

THAN, K. **James Cameron Completes Record-Breaking Mariana Trench Dive**. National Geographic News, 25 Mar. 2012, disponível em <<https://news.nationalgeographic.com/news/2012/03/120325-james-cameron-mariana-trench-challenger-deepest-returns-science-sub/>>, acesso em 06 jun. 2018

THIEME, T. **Big Movie Uses Tiny Subs to Probe the Titanic**. Popular Science, Science. 7 Abr. 2003. Disponível em: <<https://www.popsci.com/scitech/article/2003-04/big-movie-uses-tiny-subs-probe-titanic>>, acesso em 30 mar. 2018

THIMOTEO, W. **Nova área em Campos pode ter 800 milhões de barris: Petrobrás aumenta investimentos**. Jornal do Brasil. Rio de Janeiro, 15 set. 1985. Negócios & Finanças, 1º caderno, p. 37

THIMOTEO, W. **Petrobrás não quer redução de investimento para 86**. Jornal do Brasil. Rio de Janeiro, 17 fev. 1986a. 1º caderno, p. 15

THIMOTEO, W. **Beltrão quer investir mais em petróleo**. Jornal do Brasil. Rio de Janeiro, 26 mar. 1986b. 1º caderno, p. 16

TIMÓTHEO, W. **Petrobras mergulha ainda mais em busca de petróleo**. Rio de Janeiro: Jornal do Brasil. Economia. 1º Caderno. 8 Jul. 1986c. P. 23

THOMAS, J. E. (org) et. al. **Fundamentos de Engenharia de Petróleo**. Rio de Janeiro: Interciência: PETROBRÁS, 2001. 278 p. ISBN 85-7193-046-5

TUPINAMBÁ, P. M. **Robô Submarino**. Rio de Janeiro: *Jornal do Brasil*, Cartas, 1º caderno, 14 Set. 1987, p. 8

TUPINAMBÁ, P. M. **A Engenharia Submarina e o Desafio das Águas Profundas**. Pesquisa Naval, Número 2, Outubro 1989. p. 155-161.

TUPINAMBÁ, P. M. entrevista [13 de setembro de 2018]. Rio de Janeiro. Entrevista concedida e transcrita por João Sérgio Assis.

TUPINAMBÁ, P. M. entrevista [1 de agosto de 2019]. Rio de Janeiro. Entrevista concedida e transcrita por João Sérgio Assis.

TUPINAMBÁ, P. M.; SOUZA, J. M. C.; MESQUITA, A. R. **BATIUSP - O Desenvolvimento do Primeiro Veículo Submarino Tripulado Brasileiro**. USP: Instituto Oceanográfico. Setembro 1979. Disponível em <<http://www.mares.io.usp.br/batiusp/batiusp/batiusp.html>>, acesso em 02/02/2018

TUPINAMBA: Back To The Offshore Market. **Brasil Energy**. Editora Brasil Energia: Rio de Janeiro. 1 Dez. 2002. Disponível em: <https://brasilenergy.editorabrasilenergia.com.br/2002/12/01/tupinamba-back-to-the-offshore-market/>, consultado em: 04/10/2016

TV americana mostra o que há no 'Titanic'. **O Globo**, Rio de Janeiro, O Mundo, 20 Jul. 1986, p. 36

UFRJ quer se especializar em robôs submarinos, **Folha de São Paulo**, Informática, Computadores, 25 Jul. 1986, p. 35

VIDOR, G. **Coluna do George Vidor**. Rio de Janeiro: *O Globo*, Economia. 9 Ago. 1999. P. 18.

YERGIN, D. **The Prize : the Epic Quest for Oil, Money, and Power**. New York: Simon & Schuster, 1991. 945 p. ISBN 0-671-50248-4