

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

ETM CARLOS CÉSAR PINTO

A BUSCA PELA AUTONOMIA DA INDÚSTRIA DE DEFESA – O CASO BRASILEIRO:
A importância da nacionalização de tecnologias externas para a produção de água doce para
garantir a mobilidade e manutenção dos S-BR no mar

Rio de Janeiro

2014

ETM CARLOS CÉSAR PINTO

A BUSCA PELA AUTONOMIA DA INDÚSTRIA DE DEFESA – O CASO BRASILEIRO:
A importância da nacionalização de tecnologias externas para a produção de água doce para
garantir a mobilidade e manutenção dos S-BR no mar

Monografia apresentada à Escola de Guerra Naval,
como requisito parcial para a conclusão do Curso de
Política e Estratégia Marítimas.

Orientador: CMG (RM1) William de Sousa Moreira

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval
2014

*Dedico este trabalho à memória da
minha mãe Legmar, ao meu pai Edmundo e
à minha esposa Lana Mara.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à Marinha do Brasil por me proporcionar a oportunidade de participar do curso de Estratégia e Política Marítimas, composto de vários assuntos importantes para a minha formação profissional, transmitidos por pessoas experientes e de notável saber, que me levaram a refletir sobre assuntos que no dia a dia da minha vida profissional e familiar geralmente não são percebidos.

Aos meus colegas da turma do CPEM 2014, ano do centenário da Escola de Guerra Naval, pela calorosa e amigável convivência e da oportunidade diária de troca de conhecimentos e experiências que muito contribuirá para minha formação profissional e na condução das minhas futuras missões na Marinha.

Ao meu orientador, o CMG (RM1) William de Sousa Moreira, sempre disponível, com orientações cordiais, diretas e objetivas durante a elaboração deste trabalho.

Ao Contra-Almirante Neves, que me incentivou e possibilitou participar da disputa pela vaga nesse concorrido curso.

RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo de mostrar que a nacionalização das tecnologias de produção de água doce dos S-BR, pode contribuir na busca pela autonomia da indústria de defesa nacional. Para alcançar este objetivo, primeiramente foi feito um estudo da evolução dos submarinos nacionais, com o intuito de conhecer e analisar os acertos e erros cometidos e poder determinar possíveis hipóteses de melhorias. Em sequência, um estudo do arcabouço legal, e do Programa de Nacionalização dos submarinos em construção no Brasil, que mostra o esforço do governo para formação do ambiente regulatório favorável à busca pela autonomia de defesa. O estudo continua com a descrição sucinta de um submarino convencional e seus sistemas e equipamentos que dependem direta ou indiretamente das tecnologias de produção de água doce, e analisa a obtenção de recursos hídricos no planeta, para sugerir uma proposta. E finalmente, conclui, propondo a nacionalização dos equipamentos e itens de dessalinização do submarino, como um produto de uso civil e militar.

Palavras-chave: nacionalização, tecnologias, autonomia e produção de água doce.

ABSTRACT

This work aimed to show that the nationalization of freshwater production technologies of S-BR, can contribute to the search for autonomy of the national defense industry. To accomplish this, first, a study of the evolution of the national submarines was made, in order to understand and analyze the successes and mistakes and can determine the possible hypotheses of improvements. In sequence, a study of the legal framework, and the Nationalization Program of submarines under construction in Brazil, that showing the government's effort for forming the favorable regulatory environment to the search by defense autonomy. The study continues with a brief description of a conventional submarine and their systems and equipments that depend directly or indirectly from freshwater production technologies, and analyzes the getting water resources on the planet, to suggest a proposal. And finally, to conclude, proposing the nationalization of the equipments and items from desalination of the submarine, like a product for using civilian and military.

Key-words: nationalization, technologies, autonomy and freshwater production.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	– Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
AD	– Água Doce
ADESG	– Associação dos Diplomados da Escola Superior de Guerra
AMRJ	– Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro
AJB	– Água Jurisdicional Brasileira
BNDES	– Banco Nacional de Desenvolvimento Social
BID	– Base Industrial de Defesa
BRICS	– Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul
COGESN	– Coordenadoria Geral do programa de desenvolvimento de Submarino com propulsão Nuclear
CMS	– Centro de Manutenção de Sistemas da Marinha
CP-PRODE	– Comitê Permanente de Produto e Serviço de Defesa
CT&I	– Ciência, Tecnologia e Inovação
DEN	– Diretoria de Engenharia Naval
DSAM	– Diretoria de Sistemas de Armas da Marinha
END	– Estratégia Nacional de Defesa
GOR	– Gerador de Osmose Reversa
HDW	– Howaldtswerke Deutche Werft
ICN	– Itaguaí Construções Navais
IPEA	– Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LABGENE	– Laboratório de Geração Núcleo Elétrica
LBDN	– Livro Branco de Defesa Nacional
MB	– Marinha do Brasil
MD	– Ministério da Defesa
MEP	– Motor Elétrico de Propulsão
OM	– Organização de Marinha
ONU	– Organização das Nações Unidas
P&D	– Pesquisa e Desenvolvimento
PND	– Política Nacional de Defesa
PNM	– Programa Nuclear da Marinha
PNP	– Programa de Nacionalização do PROSUB
PRODE	– Produto de Defesa

PROSUB – Programa de Obtenção de Submarinos da MB
S – Submarino
S-BR – Submarinos Convencionais do PROSUB
SIPRI – Stockholm International Peace Research Institute
SN – Submarino Nuclear
SN-BR – Submarino Nuclear Brasileiro
UFEM – Unidade de fabricação de Estruturas Metálicas
UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Submersíveis da Classe Foca	15
Figura 2 – Submarino Classe Oberon	16
Figura 3 – Submarino Classe Tupi	17
Figura 4 – Submarino Nuclear de Ataque – Poder de Ataque e Dissuasão	19
Figura 5 – Indústria e recursos naturais	49
Figura 6 – Ciclo hidrológico	53
Figura 7 – Sistema em crise	56
Figura 8 – UFEM – Itaguaí - PROSUB.....	57
Figura 9 – Processo de dessalinização osmótica	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Os nossos submarinos de 1914 até o futuro, com o primeiro submarino com propulsão nuclear projetado e construído por brasileiros (SN-BR)	20
Quadro 2 – Gastos militares em 2013	24
Quadro 3 – Principais exportadores e importadores de armas entre 2008 e 2012.....	27
Quadro 4 – Relação peso – valor de alguns produtos	27
Quadro 5 – Sistemas supridos pelo sistema de ar de alta pressão	32
Quadro 6 – Projetos candidatos do PNP	46
Quadro 7 – Mitigação do desperdício de água	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DOS SUBMARINOS BRASILEIROS	14
3	ARCABOUÇO LEGAL PELA BUSCA DA AUTONOMIA DA INDÚSTRIA DE DEFESA NACIONAL	23
4	TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE ÁGUA DOCE S-BR	30
4.1	Submarinos convencionais S-BR	30
4.1.1	Sistema de propulsão	30
4.1.2	Sistema de ar de alta pressão	31
4.1.3	Sistema de ar condicionado	34
4.1.4	Sistema da linha de eixo	35
4.1.5	Sistema hidráulico	36
4.1.6	Sistema de fornecimento de corrente contínua.....	38
4.1.7	Sistema de água doce de resfriamento avante	38
4.1.8	Sistema de água doce de resfriamento a ré	40
4.1.9	Sistema de aguada	41
5	PROGRAMA DE NACIONALIZAÇÃO DO PROSUB	44
6	PROPOSTA DE NACIONALIZAÇÃO (ANÁLISE E SUGESTÃO)	49
7	CONCLUSÃO	61
	REFERÊNCIAS	64

1 INTRODUÇÃO

O submarino é uma arma poderosa, um meio de guerra, um navio que submerge e navega nas profundezas marinhas, tornando-se oculto. É uma máquina de guerra naval eficaz, que através do elemento surpresa tem elevado poder ofensivo e de dissuasão. O submarino é um laboratório de tecnologias das mais variadas, desde as mais simples até a de elevado nível tecnológico.

A Marinha Brasileira (MB) reconhecia desde o século XIX, o poderio naval do submarino, iniciando uma campanha para a compra deste tipo de meio, que naquela época era chamado de submersível por navegar a maior parte do tempo na superfície. Desde então, oportunidades de desenvolvimento de novas tecnologias foram perdidas devido a contingenciamentos e decisões políticas.

A dependência de tecnologias externas dificulta o desenvolvimento e pode nos levar à estagnação. Os países desenvolvidos têm na sua indústria de defesa uma importante fonte de riqueza para a balança comercial. Investir em produtos de defesa (PRODE) não é desperdício, é a possibilidade de um futuro mais seguro.

Nesse sentido, a Presidenta Dilma sancionou a *Lei 12.598*, de 21 de março de 2012, que estabelece normas especiais para as compras, as contratações e o desenvolvimento de produtos e de sistemas de defesa, dispõe sobre regras de incentivo à área estratégica de defesa. Em 17 de julho de 2012 foi entregue pelo Ministro da Defesa Celso Amorim ao Presidente do Congresso Nacional José Sarney o Livro Branco de Defesa (LBDN), as versões atualizadas da Política Nacional de Defesa (PND) e a Estratégia Nacional de Defesa (END), que estabelecem as políticas e o ambiente regulatório para o mercado de defesa.

O mundo em que vivemos hoje é extremamente competitivo. A nação

hegemônica e as desenvolvidas estão sempre à frente dos demais países, colocando no mercado novas tecnologias que, no ambiente globalizado em que vivemos, ganham o mercado internacional rapidamente, tornando os países compradores mais dependentes destas tecnologias, com exceções, como a China que investe maciçamente em Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I).

A MB alinhada com a END, em seus contratos de grandes projetos, estabelece acordos de compensação, chamados de “OFFSET”. No Programa de Obtenção de Submarinos (PROSUB), é composto de várias operações de compensação, sendo uma delas o Programa de Nacionalização dos submarinos convencionais (S-BR), que pode funcionar como uma poderosa ferramenta na diminuição da dependência de tecnologias externas na construção dos S-BR. A absorção de tecnologias de elevado nível tecnológico pelas empresas escolhidas no Programa de Nacionalização do PROSUB (PNP), as tornam competitivas, possibilitando o fortalecimento da base industrial de defesa (BID).

Tecnologias inovadoras e de comprovada utilização civil e militar, como é a dessalinização em sistemas de produção de água doce, tem elevada importância em submarinos convencionais modernos. A produção de água doce (AD) em submarinos, além de fornecer AD para a tripulação beber, tomar banho etc., é utilizada também na função de resfriamento dos vários sistemas de bordo, inclusive alguns vitais para operação, em substituição à água do mar. Esta concepção de utilizar água doce para o resfriamento dos vários sistemas de bordo torna o submarino mais seguro, aumentando seu invólucro de segurança.

Hoje já somos mais de seis bilhões de habitantes no mundo. O aumento do consumo deste recurso hídrico, principalmente nos países em desenvolvimento, é crescente, para a melhoria da qualidade de vida dessa sociedade emergente. Não demora muito, este recurso hídrico, que já se demonstra escasso, poderá ser a “commodity” da vez

do século XXI. Hoje é fato a crise do sistema Cantareira de abastecimento de água da maior Metrópole da América Latina, colocando em conflito os interesses dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais.

O presente trabalho explora a tecnologia de dessalinização como sistema operacional vital para os S-BR e enfatiza que a absorção dessa tecnologia por empresa nacional para o desenvolvimento de produtos de uso dual (civil e militar), é uma possibilidade, pela busca da autonomia da BID. Para tal foi dividido em capítulos.

O capítulo 1, composto por um breve panorama e introdução ao tema, o capítulo 2, no qual há um breve histórico e a evolução dos submarinos brasileiros, no capítulo 3 é apresentado o arcabouço legal para a indústria de defesa nacional combater a dependência de tecnologias externas. No capítulo quatro o pesquisador, tomando como base seus conhecimentos na construção e testes de submarinos, descreve sucintamente o que é um submarino convencional e os vários sistemas de bordo. No capítulo cinco, procura-se mostrar que a MB está atenta às diretrizes da END. No capítulo 6 procura fazer uma análise e sugestão e finalmente no capítulo 7 conclui com uma proposta.

2 HISTÓRIA E EVOLUÇÃO DOS SUBMARINOS BRASILEIROS

Apesar de o Brasil ainda não ter construído e projetado um submarino de guerra genuinamente nacional, no final do século XIX e início do século XX os inventores Luís Jacinto Gomes, Luís de Mello Marques e Emílio Júlio Hess foram reconhecidos mundialmente pelos seus experimentos, que contribuíram para o aperfeiçoamento de submarinos.

Em 1891, o Primeiro Tenente FELINTO PERRY realizava uma campanha para aquisição de submarinos. Com trabalhos publicados em periódicos da época, escreveu: “que o Brasil, veja o quanto antes, iniciada a sua Marinha no manejo dessa arma poderosa incontestavelmente, fator importantíssimo na defesa das costas marítimas”, conseguindo despertar o interesse da opinião pública, motivando a Alta Administração Naval.

Em 1904 a Marinha incluía três submersíveis no Programa de Construção Naval, aprovado no congresso, devido ao habilidoso parlamentar LAURINDO PITTA, que com seu prestígio motivou a Câmara dos Deputados a tramitar o projeto, em defesa da reconstituição do Poder Naval brasileiro à época.

Em 1911, finaliza a campanha com a criação da Subcomissão Naval na Europa chefiada pelo então Capitão de Corveta FELINTO PERRY, para acompanhar a construção dos três submersíveis encomendados ao Governo italiano, idealizados por Cesare Laurenti, e construídos nos estaleiros Fiat-Sant Giorgio, em Spezia, Itália.

A 17 de julho de 1914, foi criada a Flotilha de Submersíveis composta de três submersíveis da classe *F (FOCA)*, *Submersível F1*, *Submersível F3* e *Submersível F5*, subordinada ao Comando da Defesa Móvel, com base na Ilha de Mocanguê Grande. Para organizar as Escolas de Submersíveis e Aviação, que teve como o seu primeiro diretor o então, Capitão de Fragata FELINTO PERRY. A seguir foto dos três submersíveis

atracados a contrabordo de uma embarcação.

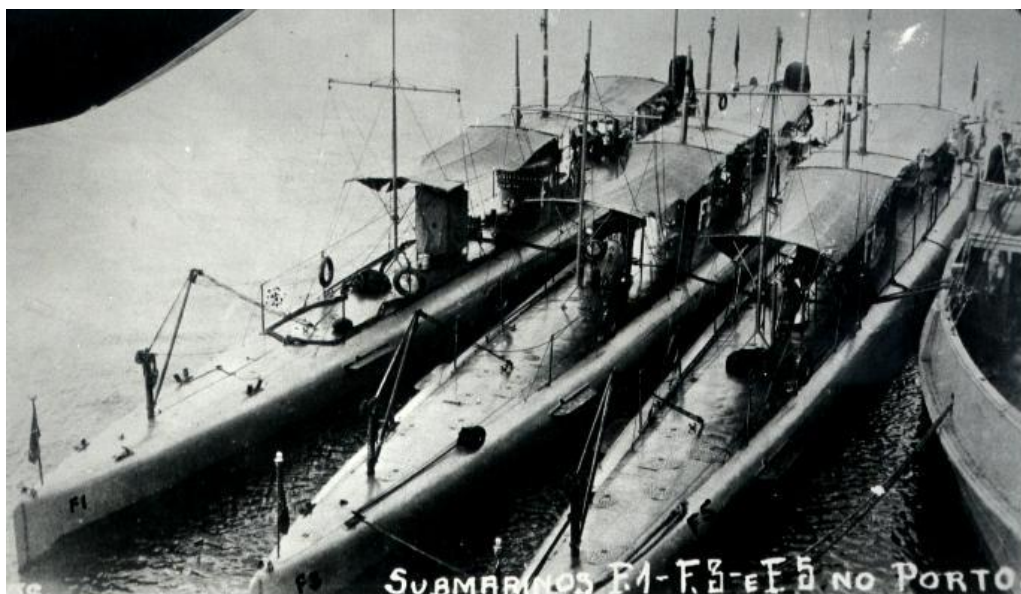


Figura 1 – Submersíveis Classe Foca
Fonte: OS SUBMARINOS, [2011?].

Em 1929, foi incorporado o Submarino de Esquadra HUMAYTÁ, construído na Itália e que na época, sob o comando do Capitão de Corveta ALBERTO DE LEMOS BASTOS fez a inédita travessia sem parada, de La Spezia ao Rio de Janeiro, num “Endurance” de 23 dias, percorrendo uma distância de 5.100 MN (cinco mil e cem milhas náuticas).

Em 1933 os Classe “F” foram aposentados e quatro anos mais tarde, em 1937 foram incorporados os submarinos “TUPY”, “TYMBIRA” e “TAMOYO” da classe “T”, também construídos em Spezia.

Após a segunda Grande Guerra os países desenvolvidos principalmente os Estados Unidos estavam produzindo meios navais a plena carga, resultando na disponibilidade de navios de guerra, equipamentos e material de logística no mundo.

Em 1952, o Brasil assinou o Acordo de Cooperação Militar (Military Assistance Program-MAP) com os Estados Unidos da América e, a partir daí, passou a receber, navios de vários portes e apoio logístico (sobressalentes e assistência técnica) para

esses meios, quando necessário. Isso não foi bom para a BID nacional no âmbito naval, e a retração foi a consequência natural, pela lei de menor esforço, em todo o sentido.

Em 1957 foram incorporados na MB os primeiros submarinos de origem americana, da classe *Fleet type*, o Humaitá (S14) e o Riachuelo (S15), construídos durante a Segunda Guerra Mundial.

Em 1963, a Marinha adquiriu mais dois submarinos da classe *Fleet Type*, os submarinos Rio Grande do Sul e Bahia. Neste mesmo ano, a Flotilha de Submersíveis recebeu a atual denominação Força de Submarinos.

No início dos anos 1970, a Força de Submarinos, adquiriu sete submarinos da classe “GUPPY” (Great Underwater Propulsion Power), juntos ao governo norte-americano. Foram incorporados os submarinos, Rio Grande do Sul (S11), Rio de Janeiro (S13), Guanabara (S10), Bahia (S12), Goiás (S15), Ceará (S14) e Amazonas (S16).

Ainda na década de 1970, a MB encomendou a construção de três submarinos da classe “Oberon”, de origem Britânica. Sendo incorporados, os submarinos, Humaitá (S20), Riachuelo (S22) e Tonelero (S21). Abaixo, uma foto do S 21 em manobra de fundeio.



Foto 2 – Submarino Classe Oberon
Fonte: OS SUBMARINOS, [2011?a].

Na década de 1980, foi iniciado o programa de construção de quatro submarinos da classe Tupi sendo um na HOWALDTSWERKE – DEUTSCHE WERFT (HDW) o submarino Tupi (S30), Kiel, Alemanha, e três no AMRJ nos anos de 1980, os submarinos Tamoio, Timbira e Tapajó. Esta foi uma época de grande importância para a Base Industrial de Defesa (BID) nacional, a MB dava um grande passo na construção naval, iniciando a autonomia de construção de submarinos convencionais, que envolve alta tecnologia na área de soldagem, já que o nível de defeitos aceitáveis no casco resistente é bastante inferior aos valores utilizados na construção de navios de superfície.

Além disso, o planejamento deste tipo de construção é extremamente crítico, pois a falta de espaço físico faz com que a sequência de instalação dos equipamentos obedeça a uma ordem predeterminada, que nem sempre é de fácil visualização. Construir um submarino, mesmo que convencional, ainda é privilégio de poucos países do primeiro mundo. Nesse período, em consonância com os outros setores da BID, o segmento naval cresceu. Abaixo submarino classe Tupi em navegação de superfície.



Foto 3 – Submarino Classe Tupi
Fonte: OS SUBMARINOS, [2011?b].

Após este período, “marcam um declínio acentuado no orçamento brasileiro para a defesa, consoante à distensão no mundo Pós-Guerra Fria” (ABDI, 2013), comprometendo sobremaneira o Programa de Reparcelamento da MB. Com o orçamento contingenciado, sacrificando os demais projetos, inclusive a manutenção de alguns meios, a MB para a consolidação dos conhecimentos e a capacidade de construir submarinos, decidiu incrementar o seu Programa de Reparcelamento com a construção de um quinto submarino, inclusive com participação de engenheiros e técnicos brasileiros, civis e militares, na concepção e detalhamento do projeto de parte da plataforma de um submarino a ser construído no AMRJ.

A Força de Submarinos, neste início do século XXI, viu nascer o Submarino TIKUNA (S34). O *TIKUNA* não é um submarino da classe *TUPI*. Apesar da grande semelhança na aparência externa, são consideráveis as diferenças entre eles, constituindo uma nova classe. Incorporando novidades tecnológicas em diversos sistemas, notadamente na geração de energia, no sistema de direção de tiro e nos sensores (OS SUBMARINOS, [2011?c]).

Em 2008, a MB consegue dar um grande passo para a realização de uma grande meta: são assinados os documentos que definem os limites de fornecimento e o processo de supervisão do Programa de Obtenção de Submarinos da MB (PROSUB). O PROSUB é um programa de longo prazo e de características estratégica, tecnológica e de desenvolvimento da indústria nacional.

O PROSUB se constitui em um grande processo de capacitação nacional, por meio de uma imprescindível transferência de tecnologias (TOT), expressiva nacionalização de equipamentos, obtenção de tecnologias sensível para a construção de submarinos com propulsão nuclear, capacitação de profissionais brasileiros a projetar e construir o mais complexo dos meios navais já idealizados pelo ser humano (Submarino com Propulsão Nuclear) e o emprego de novas tecnologias complexas em vários outros setores da indústria nacional (ARTHOU, 2014).

O PROSUB tem como objetivo maior o projeto e construção do submarino ALVARO ALBERTO, o primeiro submarino brasileiro com propulsão nuclear (SN 10), com previsão de entrega ao setor operativo em meados de 2025. Para que esta grande meta

da MB se concretize, o Programa Nuclear da Marinha (PNM) tem papel vital. O Laboratório de Geração Núcleo Elétrica (LABGENE), um dos principais objetivos do PNM, previsão para 2016, será o laboratório que tem o compromisso de fornecer conhecimento e qualificação para o desenvolvimento do reator nuclear e demais componentes do circuito primário e o turbo gerador e demais equipamentos do circuito secundário do SN-10.

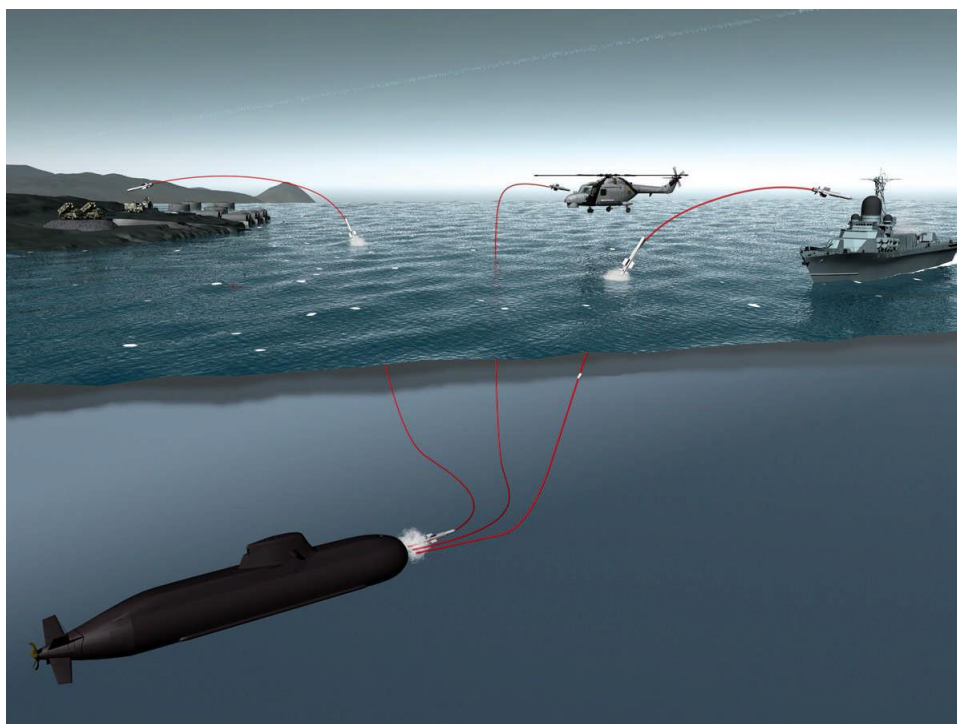


Figura 4 – Submarino Nuclear de Ataque – Poder de Ataque e Dissuasão
Fonte: FOTO, [201-].

Para o atendimento deste grande sonho da MB, no âmbito do PROSUB já temos inaugurada a Unidade de Fabricação de Estrutura Metálica (UFEM), pela Presidenta da República em 21 de março de 2013, e já tendo iniciado sua operação pelo Consórcio Itaguaí Construções Navais (ICN), a construção do Estaleiro e Base Naval em andamento com previsão de término da construção no final de 2015, e a construção de quatro submarinos convencionais (SBR), RIACHUELO (S 40) entrega prevista para o final do segundo semestre de 2017, HUMAITA (S 41) entrega prevista em abril de 2019, TONELERO (S 42) com entrega prevista para a metade de 2020 e ANGOSTURA (S43)

com previsão de entrega no início do ano de 2022 (MOURA NETO, 2014).

QUADRO 1

Os nossos Submarinos a partir de 1914, incluindo o primeiro submarino com propulsão nuclear projetado e construído por brasileiros (SN-BR). (Continua)

Classe	Nome	Local de Construção	Data Incorporação	Data Desincorporação
SN – BR	ALVARO ALBERTO SN10	ICN, Itaguaí, Rio de Janeiro, Brasil	PREVISÃO JULHO/2025	-----
S – BR	ANGOSTURA S43	ICN, Itaguaí, Rio de Janeiro, Brasil	PREVISÃO JAN2022	-----
S – BR	TONELERO S42	ICN, Itaguaí, Rio de Janeiro, Brasil	PREVISÃO JUL2020	-----
S – BR	HUMAITA S41	ICN, Itaguaí, Rio de Janeiro, Brasil	PREVISÃO DEZ2019	-----
S – BR	RIACHUELO S40	ICN, Itaguaí, Rio de Janeiro, Brasil	PREVISÃO DEZ2017	-----
Ticuna	TIKUNA S34	AMRJ, Rio de Janeiro, Brasil	16/12/2005	-----
Tupi	TAPAJÓ S33	AMRJ, Rio de Janeiro, Brasil	21/12/1999	-----
Tupi	TIMBIRA S32	AMRJ, Rio de Janeiro, Brasil	16/12/1996	-----
Tupi	TAMOIO S31	AMRJ, Rio de Janeiro, Brasil	12/12/1994	-----
Tupi	TUPI S30	HDW, Kiel, Alemanha	06/05/1989	-----
Oberon	TONELERO S22	Vickers Limited – Barrowfurness, Inglaterra	12/12/1977	21/06/2001
Oberon	RIACHUELO S22	Vickers Limited – Barrowfurness, Inglaterra	12/03/1977	12/11/1997
Oberon	HUMAITA S20	Vickers Limited – Barrowfurness, Inglaterra	18/06/1973	08/04/1996
Guppy II	BAHIA S12	Portsmouth Naval Shipyard – New Hampshire, EUA	27/03/1973	14/07/1993
Guppy III	AMAZONAS S16	Electric Boat Company – Grotton, Connecticut, EUA	19/12/1973	01/08/1992
Guppy III	GOIÁS S15	Portsmouth Naval Shipyard – New Hampshire, EUA	15/10/1973	16/04/1990
Guppy II	CEARÁ S14	Navy Arsenal – Boston, EUA	17/10/1973	21/12/1987
Guppy II	GUANABARA S10	Electric Boat Company – Grotton, Connecticut,	28/07/1972	10/10/19983
Guppy II	RIO DE JANEIRO S13	Portsmouth Naval Shipyard – New Hampshire, EUA	08/07/1972	16/11/1978

(Conclusão)

Classe	Nome	Local de Construção	Data Incorporação	Data Desincorporação
Guppy II	RIO GRANDE DO SUL S11	Navy Arsenal – Boston, EUA	13/05/1972	16/11/1978
Fleet Type II	BAHIA S12	Portsmouth Naval Shipyard – New Hampshire, EUA	07/09/1963	19/01/1973
Fleet Type II	RIO GRANDE DO SUL S11	Portsmouth Naval Shipyard – New Hampshire, EUA	07/09/1963	02/05/1972
Fleet Type I	RIACHUELO S15	Electric Boat Company – Groton, Connecticut, EUA	18/01/1957	14/10/1966
Fleet Type I	HUMAITA S14	Electric Boat Company – Groton, Connecticut, EUA	18/01/1957	02/10/1967
Tupy - Italiano	TAMOYO T-3	Estaleiro Odero – Terni, Itália	10/10/1937	26/08/1959
Tupy - Italiano	TYMBIRA T-2	Estaleiro Odero – Terni, Itália	10/10/1937	26/08/1959
Tupy - Italiano	HUMAITÁ T-1	Estaleiro Odero – Terni, Itália	10/10/1937	26/08/1959
Humaitá	HUMAITÁ	Estaleiro Odero – Terni, Itália	18/07/1929	25/08/1950
Foca	SUBMERSÍVEL F5	Estaleiro FIAT – San Giorgio, Itália	06/06/1914	30/12/1933
Foca	SUBMERSÍVEL F3	Estaleiro FIAT – San Giorgio, Itália	06/06/1914	30/12/1933
Foca	SUBMERSÍVEL F1	Estaleiro FIAT – San Giorgio, Itália	06/06/1914	30/12/1933

Fonte: Quadro adaptado com dados coletados: OS SUBMARINOS, 2014c, SOUZA, 1986 e MOURA NETO, 2014.

Este capítulo teve como objetivo enfatizar como vem de muito tempo a paixão e os esforços da MB na obtenção e manutenção deste meio de ataque e dissuasão que é o submarino. Convém também ressaltar a importância que é de levar a sociedade a refletir como fez o Primeiro Tenente FELINTO PERRY em 1891, iniciando a sua campanha para a compra de submersíveis para a MB. O domínio das tecnologias envolvidas no projeto e construção de submarinos pode levar ao desenvolvimento tecnológico, social e econômico do Brasil.

Oportunidades foram perdidas no passado, como o projeto de um submarino inspirado no peixe cavala de Luís Jacinto Gomes em 1892, os experimentos com o submarino “*Holland*” modificado do ex-oficial de marinha Luís Mello Marques em 1901 e

o projeto do submersível “*HESS*” com propulsão a vapor, do Almirante Emílio Júlio Hess em 1905, que se não fossem paralisadas por contingenciamentos orçamentários ou decisões políticas impostas à MB, estas pesquisas se desenvolvidas com sucesso, poderiam nos levar a uma situação tecnológica bem melhor da que estamos hoje.

O PROSUB é um programa de longo prazo, dependente de *concertação política*, podendo sofrer contingenciamentos com as possíveis mudanças de governo até 2025. Hoje está incluído no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do governo atual e já corre risco de contingenciamento. É imprescindível que a sociedade e os políticos sejam levados à reflexão da importância que esse programa tem para o desenvolvimento e a soberania do Brasil.

3 ARCABOUÇO LEGAL PELA BUSCA DA AUTONOMIA DA INDÚSTRIA DE DEFESA NACIONAL

Neste capítulo serão comentadas as principais legislações que, na visão do pesquisador, contribuem para a busca da autonomia da indústria de defesa nacional. Ciência, Tecnologia e Inovação, num mundo globalizado é o caminho eficaz para o desenvolvimento tecnológico, social e econômico do Brasil. Investimento em CT&I não é barato, e as empresas nacionais, principalmente as pequenas e médias, sofrem para se manterem ativas com as cargas tributária e trabalhista brasileira. Para tal, se faz necessária a criação de um ambiente regulatório que facilite e motive os meios de produção nacional.

A Lei Complementar 97 de 9 de junho de 1999, “dispõe sobre as normas gerais para a organização, preparo e emprego das Forças Armadas” (BRASIL, 1999). Esta lei criou o Ministério da Defesa (MD), que dentre as suas responsabilidades, cita-se o Art. 14 do CAPÍTULO IV DO PREPARO, no parâmetro básico II, onde “o preparo das Forças Armadas é orientado: a procura da autonomia nacional crescente, mediante contínua nacionalização de seus meios, nela incluídas pesquisa e desenvolvimento e o fortalecimento da indústria nacional”(BRASIL, 1999a). Em 2010 esta lei foi alterada pela Lei Complementar nº 136, de 25 de agosto de 2010, “para criar o Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas e disciplinar as atribuições do Ministro de Estado da defesa”(BRASIL, 2010).

O MD através da PORTARIA NORMATIVA Nº 764, de 27 de dezembro de 2002, aprova a política e as diretrizes de compensação comercial, industrial e tecnológica do Ministério da Defesa. Cita-se: o objetivo V do Art. 2, “incremento da nacionalização e a progressiva independência do mercado externo, no que diz respeito a produto de defesa” (BRASIL, 2002); a estratégia II do Art. 3, “interagir com outras organizações

governamentais, buscando apoio para o fomento à Indústria de Defesa Brasileira”; o gerenciamento V do Art. 4, “contribuir, dentro de suas competências, para criar condições complementares à capacitação das empresas do setor de defesa”(BRASIL, 2002a).

O Decreto Nº 5.484 (Política de Defesa Nacional – PDN), de 30 de junho de 2005, “aprova a Política de Defesa Nacional, e dá outras providências”(BRASIL, 2005). A primeira Política de Defesa Nacional foi publicada em 1996, ocorrendo a primeira revisão em 2005. Cita-se, a ORIENTAÇÃO ESTRATÉGICA 6.9:

“O fortalecimento da capacitação do País no campo da defesa é essencial e deve ser obtido com o envolvimento permanente dos setores governamental, industrial e acadêmico, voltados à produção científica e tecnológica e para a inovação. O desenvolvimento da indústria de defesa, incluindo o domínio de tecnologias de uso dual, é fundamental para alcançar o abastecimento seguro e previsível de materiais e serviços de defesa” (BRASIL, 2005a).

As despesas militares brasileiras, segundo o Relatório 2013 do Stockholm International Peace Research Institute – SIPRI (gastos em Defesa no ano de 2012), são menores que as da Índia, do Japão, e cinco vezes menor que as da China. A PND, precisa ser levada ao conhecimento da sociedade, mostrando como é estratégico o tema, tanto para a necessidade de defesa quanto para o desenvolvimento do Brasil. Os países mais desenvolvidos são os que mais gastam com defesa: o QUADRO 2 identifica os países que mais gastam com despesas militares (os valores são em dólares estadunidenses com preços e taxa de câmbio de 2013).

QUADRO 2

Gastos Militares em 2013

(Continua)

Posição	Estado	Gastos Militares 2013 em US\$
1	Estados Unidos	640.221.000.000,00
2	China	188.460.000.000,00
3	Rússia	87.460.000.000,00
4	Arábia Saudita	66,996.000.000,00
5	França	61.228.000.000,00
6	Reino Unido	57.891.000.000,00

(Conclusão)

Posição	Estado	Gastos Militares 2013 em US\$
7	Alemanha	48.790.000.000,00
8	Japão	48.604.000.000,00
9	Índia	47.398.000.000,00
10	Coreia do Sul	33.937.000.000,00
11	Itália	32.657.000.000,00
12	Brasil	31.456.000.000,00
13	Austrália	23.963.000.000,00
14	Turquia	19.085.000.000,00
15	Canadá	18.460.000.000,00
16	Israel	16.032.000.000,00
17	Colômbia	13.003.000.000,00

Fonte: Quadro adaptado do Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI, 2013).

A PND precisa ser divulgada, de forma eficaz e exaustiva, para opinião pública ser levada à reflexão da importância da defesa de um Estado das dimensões e potenciais de riqueza que tem o Brasil. As novas ameaças no cenário global, a busca por recursos naturais para a segurança alimentar, energética e hídrica, será cada vez mais necessária, há a possibilidade de escassez destes recursos, as previsões das mudanças climáticas para este século e o aumento da população mundial são fatos portadores de um futuro incerto e inseguro. A previsão para 2050 é que a população mundial chegue a mais 9 bilhões de habitantes, hoje já somos 6 bilhões (NAÇÕES UNIDAS, 2014).

A defesa nacional deve constituir uma política de Estado e não uma política de governo. Deve haver um arranjo político subjacente à estrutura de defesa nacional, que, ao reunir militares e civis, partidos políticos e sociedade, permita sua condução acima das simples rivalidades. Possibilitando participação ativa na definição de prioridades, alocação de recursos e elaboração do orçamento (ALMEIDA, 2010).

O Decreto nº 6.703 (Estratégia Nacional de Defesa – END), de 18 de dezembro de 2008, “aprova a Estratégia Nacional de Defesa e dá Providências” (BRASIL, 2008). A END é pautada em diretrizes, das quais, cita-se a de nº 22:

Capacitar a indústria nacional de material de defesa para que conquiste autonomia em tecnologias indispensáveis à defesa. Regime jurídico, regulatório

e tributário especiais protegerá as empresas privadas nacionais de material de defesa contra os riscos do imediatismo mercantil e assegurará continuidade nas compras públicas. A contrapartida a tal regime especial será, porém, o poder estratégico que o Estado exercerá sobre tais empresas, a ser assegurado por um conjunto de instrumentos de direito privado ou de direito público. Já o setor estatal de material de defesa terá por missão operar no teto tecnológico, desenvolvendo as tecnologias que as empresas privadas não possam alcançar ou obter, a curto ou médio prazo, de maneira rentável. A formulação e a execução da política de compras de produtos de defesa serão centralizadas no Ministério da Defesa, sob a responsabilidade de uma Secretaria de Produtos de Defesa., admitida delegação na sua execução, (Secretaria de Produto de Defesa – SEPRODE). A indústria nacional de material de defesa será incentivada a competir em mercados externos para aumentar a sua escala de produção... (BRASIL, 2008a).

A PORTARIA Nº 1.213, do MINISTRO DE ESTADO DA DEFESA NELSON JOBIM, de 16 de maio de 2011, no “Art. 1 Constituir Comitê Permanente de Produtos e Serviços de Defesa (CP – Prode), no âmbito do Ministério da Defesa, com a finalidade de coordenar as ações inerentes à aquisição de produtos e serviços de defesa que, por suas características de uso pelas Forças Armadas, devam ser adquiridos sob orientação do Ministério da Defesa” (BRASIL, 2011).

Esse Comitê Permanente de Produtos e Serviços de Defesa (CP – PRODE), coordenado pelo Chefe do Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas, mostra a importância e os esforços do MD em criar normas legais pela busca da autonomia da indústria de defesa nacional em cumprimento as diretrizes da END. “Uma visão harmônica com a prioridade governamental de melhorar a qualidade de inserção brasileira no sistema econômico mundial, por meio da ampliação da capacidade de inovação nacional” (MOREIRA, 2011).

A Lei 12.598, de 21 de março de 2012, “estabelece normas especiais para as compras, as contratações e o desenvolvimento de produtos e de sistemas de defesa; dispõe sobre regras de incentivo à área estratégica de defesa; altera a Lei nº 12.249, de 11 de junho de 2010; e dá outras providências” (BRASIL, 2012). A dependência de tecnologias externas dificulta o desenvolvimento e pode nos levar à estagnação. Os países desenvolvidos têm na sua indústria de defesa uma importante fonte de riqueza para a

balança comercial. Investir em produtos de defesa (PRODE) não é desperdício, é a possibilidade de um futuro mais seguro.

O investimento em inovação e melhorias de tecnologias já existentes tem um grande potencial de retorno financeiro. Os Estados Unidos exporta 30%, a China que é uma nação em desenvolvimento exporta 5% e o Brasil, considerado um país baleia, está fora dos 10 países que mais exportam armamentos no mundo, os quais são identificados no quadro abaixo.

QUADRO 3

Principais exportadores e importadores de armas entre 2008 – 2012

Exportador	% Global	Importador	% Global
1. USA	30	1. Índia	12
2. Rússia	26	2. China	6
3. Alemanha	7	3. Paquistão	5
4. França	6	4. Coreia do Sul	5
5. China	5	5. Singapura	4
6. UK	4	6. Argélia	4
7. Espanha	3	7. Austrália	4
8. Itália	2	8. USA	4
9. Ucrânia	2	9. UAE	3
10. Israel	2	10. Arábia Saudita	3

Fonte: SIPRI, 2013 a.

O PRODE nacional precisa ser competitivo tanto na qualidade quanto no preço. A competitividade precisa ser garantida através de CT&I, legislação incentivadora, subsidiária e com uma carga tributária leve, que motive o setor privado a investir em pesquisa e desenvolvimento (P&D), a inovação é o meio mais efetivo para a conquista de um PRODE competitivo na *Aldeia Global*. No QUADRO 4, evidencia a grande diferença entre os valores agregados entre manufaturados em diferentes níveis tecnológicos e as “commodities”.

QUADRO 4

Relação peso x valor de alguns produtos

(Continua)

SEGMENTO	US\$/kg
Mineração	0,02
Agrícola	0,3 – 0,8
Aço, celulose e etc.	10

(Conclusão)

SEGMENTO	US\$/kg
Eletrônicos (áudio/vídeo)	100
Defesa (foguetes)	200
Aeronáutico (aviões comerciais)	1.000
Defesa (mísseis) / Telefones celulares	2.000
Aeronáutico (aviões militares)	2.000 – 8.000
Espaço (satélites)	50.000

Fonte: OCDE / IPEA, A inserção Externa da Indústria Brasileira de DEFESA: 1975 – 2010, página 9 (MORAES, 2010).

Nos dias de hoje, os poderes econômico e soberano dos Estados são dependentes de CT&I, segundo MOREIRA, “as potências mundiais seguem fazendo gigantescos investimentos anuais em P&D, na busca por preservar ou ampliar o diferencial tecnológico que os favorece” (MOREIRA, 2012).

O Ministério da Defesa recebeu, pela Lei Complementar 136/2010, a responsabilidade de implantar o Livro Branco de Defesa Nacional – LBDN (BRASIL, 2010), que deverá conter dados sobre a modernização das Forças Armadas, a racionalização e adaptação das estruturas de defesa, e o suporte econômico da defesa nacional, entre outros tópicos (MOREIRA, 2011).

O LBDN é um documento importante da Política Nacional, no qual se pode ver a visão do governo atual a respeito do tema da defesa e tem como um dos seus principais objetivos na PND (vide na página 215 do LBDN), “desenvolver a BID orientada para obtenção da autonomia de tecnologias indispensáveis” (BRASIL, 2012).

As grandes e pequenas empresas nacionais em parceria com as Organizações de Marinha, como a Diretoria de Engenharia Naval (DEN), a Diretoria de Sistemas de Armas da Marinha DSAM, o Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ), o Centro de Manutenção de Sistemas da Marinha (CMS) e as Forças da MB, coordenados pelo Ministério da Defesa (MD) e com os órgãos financiadores públicos e privados, têm neste mercado a possibilidade de desenvolver estas tecnologias definidas como indispensáveis.

Em 17 de julho de 2012 foi entregue pelo Ministro da Defesa Celso Amorim ao Presidente do Congresso Nacional José Sarney o LBDN, as versões atualizadas da PND e a

END, e aprovados pelo Congresso Nacional através do Decreto Legislativo nº 373, de 25 de setembro de 2013 (BRASIL, 2013).

A PND, END, LBDN e a *Lei 12.598/2012*, estabelecem as Políticas de Defesa e o Ambiente Regulatório para o Mercado de Defesa. A MB não pode deixar de se beneficiar do momento que vivemos com a colocação destes mecanismos legais para a obtenção de recursos para a CT&I. Os produtos de uso dual, facilitam a levar a sociedade à aprovação na obtenção de recursos financeiros, que podem ser trabalhados na carona dos programas como: o Programa Brasil Maior (PBM) e o mais recente, ainda em fase de implantação, Plataformas do Conhecimento, na geração de conhecimento, produtos e processos com alto impacto na CT&I, na vida das pessoas e do país.

4 TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE ÁGUA DOCE DE SUBMARINOS CONVENCIONAIS – S-BR

4.1 Submarinos convencionais – S-BR

Os submarinos convencionais dependem do ar atmosférico para a geração de energia elétrica, a partir de unidades diesel geradoras compostas de um motor a combustão e um gerador elétrico. O funcionamento desses motores diesel só pode ser feito com os submarinos em uma cota submersa por volta dos 15 metros de profundidade (cota de snorkel) ou na superfície para a captação do ar atmosférico. Com as unidades diesel geradoras se faz o carregamento das baterias, onde é armazenada a energia elétrica a ser consumida pelo sistema de propulsão e os demais sistemas que compõem os submarinos convencionais de última geração, como os S-BR.

Os sistemas dos S-BR são projetados para comissões superiores a dois meses sem necessidade de abastecimento em porto. Dos sistemas que compõem a plataforma de submarinos¹, neste trabalho de pesquisa, serão descritos sucintamente, os que estão diretamente ou indiretamente dependentes do sistema de produção de água doce: os sistemas de propulsão, de ar de alta pressão, de ar-condicionado, da linha de eixo, hidráulico, de fornecimento de corrente contínua, de água doce de resfriamento e o de aguada, para mostrar como as tecnologias de produção de água doce são indispensáveis para a manutenção da permanência no mar dos submarinos convencionais.

4.1.1 Sistema de propulsão

É composto de equipamentos capazes de gerar eletricamente torque na linha de eixo de submarinos convencionais. O sistema é projetado para que o submarino atinja a

¹ Excluindo os sistemas relacionados ao armamento, comunicação e navegação (Sistemas de Combate)

máxima velocidade estabelecida no projeto de fornecimento, opere na máxima profundidade de mergulho, com alta eficiência de transmissão e elevado nível de discricção acústica e confiabilidade. Este sistema tem como principal equipamento o motor elétrico de propulsão (MEP) síncrono com ímãs permanente, que acoplado a linha de eixo através de um acoplamento flexível, faz girar o propulsor (hélice) dando seguimento ao submarino em ambos os sentidos, avante e a ré (o seguimento a ré também é utilizado para parar o submarino). Além do MEP devemos destacar os conversores da propulsão que convertem a corrente contínua das baterias em corrente alternada para a operação do MEP.

Esse sistema em operação gera energia calorífica que precisa ser controlada e monitorada quanto a elevação excessiva da temperatura dos mancais, do rotor e das resistências de frenagem do MEP e dos conversores da propulsão, garantindo a eficiência e a preservação destes equipamentos. Para a função de resfriamento destes equipamentos, o sistema da propulsão é auxiliado pelo sistema de resfriamento de água desmineralizada de ré. No caso, do subsistema de resfriamento ficar inoperante, o submarino só poderá operar a propulsão em velocidades reduzidas para a preservação dos equipamentos, colocando o submarino em condições de extrema deficiência operativa.

A propulsão de submarinos é indispensável para operação segura e eficaz. É um dos sistemas que em conjunto com outros garante uma manobra de evasão rápida e, no caso de um sinistro, como alagamento em condição submersa, é projetada para emergir o submarino o mais rápido possível. Para garantir as condições apropriadas sem limitações de manobra do sistema da propulsão, o sistema de resfriamento é indispensável para a permanência e manutenção do S-BR no mar.

4.1.2 Sistema de ar de alta pressão

O sistema de ar de alta pressão tem o propósito de produzir, armazenar e

distribuir ar comprimido para atender a todos os requisitos necessários à operação do submarino. O ar de alta pressão é produzido através de dois compressores movidos a motor elétrico. Os compressores são redundantes, e podem ser operados independente ou simultaneamente. Qualquer um dos dois compressores pode operar quando o submarino estiver mergulhado no caso de uma sobre pressão interna. Na superfície o ar atmosférico é aspirado pela escotilha, e quando submerso na cota de aproximadamente 15 metros, o ar é aspirado através do mastro do snorkel.

Os compressores são de quatro estágios de compressão, movidos por um motor elétrico com transmissão por correias, é suprido com água doce para resfriamento pelo sistema de água doce de resfriamento, e cada compressor são também equipados com sensores de pressão de óleo, sensores de temperatura do ar comprimido para cada estágio de compressão, manômetro de pressão do óleo lubrificante e sensores de indicação de fluxo de água doce de arrefecimento que são indicadas no painel dos compressores e controlam a partida ou inibe a operação dos compressores, no caso detecção de falha. O ar de alta pressão é armazenado em cilindros metálicos resistentes a altas pressões e distribuído pelos vários sistemas do submarino, identificados e utilizados conforme descrito no quadro 5.

QUADRO 5

Sistemas supridos pelo sistema de ar de alta

(Continua)

SISTEMA	DESCRIÇÃO DE USO/PROPÓSITO
Monitoragem da profundidade, inclinação e banda	usado para monitorar permanentemente a profundidade, a inclinação e banda do submarino
Dreno e alagamento	tem o propósito de capacitar o cancelamento da flutuabilidade positiva do submarino pelo enchimento com água salgada dos tanques de lastro, que capacita o submarino mergulhar

(Continua)

SISTEMA	DESCRIÇÃO DE USO/PROPÓSITO
Ar aos lastros de baixa pressão	usado para: restaurar a flutuabilidade positiva do submarino na superfície no retorno da cota periscópica, corrigir uma inclinação e banda anormal do submarino na superfície e combater por processo de esgotamento dos tanques de lastro um aumento accidental de peso do submarino em baixas profundidades
Água salgada de resfriamento de ré	usado para o resfriamento do sistema de água doce de resfriamento a ré e o resfriamento da bucha de casco do eixo propulsor
Compensação	tem o propósito de compensar as mudanças de peso aparente do submarino, pelo movimento de água entre o mar e o casco interno
Auxiliares das unidades diesel geradoras	tem como principal propósito prover o submarino com potência elétrica para carga das baterias, quando o submarino navegando na superfície ou em snorkel
Salvamento	no caso do submarino sinistrado, tem a capacidade de assegurar as seguintes funções de salvamento: alertar e informar a localização do submarino, garantir a sobrevivência da tripulação, permitir a saída e retorno de até dois mergulhadores simultânea mente e retirar a tripulação na perda do submarino
Ejetor de sinais	usado para ejeção de sinalizadores específicos para salvamento e segurança
Detecção e combate a incêndio	tem o propósito de detectar e combater incêndio a bordo
Compensação de torpedos	usado para estocar as armas táticas do submarino e compensar o peso destas armas com água do mar após cada tiro
Atracação, reboque e fundeio	usado para o controle do navio quando a propulsão estiver parada ou fora de serviço
Apito e sinalizadores	usado como apoio a segurança da navegação do submarino
Mastros	usado para a operação e controle dos mastros do submarino

(Conclusão)

SISTEMA	DESCRIÇÃO DE USO/PROPÓSITO
Emergência de ar aos lastros	usado para o esgotamento dos tanques de lastro do submarino no caso de um alagamento acidental na condição submerso
Ejetor de lixo	usado no descarte do lixo para fora do casco resistente na condição de submarino submerso, para a higiene a bordo
Sanitário	permite a higiene da tripulação a bordo
Boia marcadora	usado para indicação de comunicação para localização no caso de sinistro do submarino
Ar para serviços de manutenção	usado para a operação de máquinas operatrizes para serviços de manutenção dos vários sistemas do submarino

Quadro elaborado pelo pesquisador.

O sistema de ar de alta pressão é um dos sistemas vitais de um submarino, é um sistema que se interage com outros sistemas que também são indispensáveis à operação e manutenção no mar de submarinos convencionais, como também são, por exemplo, os sistemas de compensação, ar aos lastros e auxiliares das unidades diesel geradoras.

4.1.3 Sistema de ar-condicionado

Esse sistema tem o propósito de fazer a manutenção da qualidade do ar, da temperatura (refrigerar ou aquecer) e da higrometria do ambiente a bordo, para o conforto da tripulação e garantir um ambiente favorável com grau de umidade e temperatura adequada para a correta operação dos equipamentos eletrônicos de bordo, principalmente sonares, sistemas de monitoragem e controle, unidades inteligentes de operação mecatrônica e demais equipamentos sensíveis principalmente dos sistemas de combate (periscópios, radar, comunicações, navegação etc.). Participa também, da manutenção de uma adequada atmosfera respirável no interior de todo o casco, através da diluição dos poluentes pela mistura do ar e pela distribuição de ar fresco nos compartimentos de acomodações da tripulação.

O ar-condicionado é descentralizado, composto de unidades que operam independentes, e são distribuídas em vários compartimentos ao longo do submarino. Cada unidade de ar-condicionado é composta de um ventilador movido diretamente por um motor elétrico, um evaporador, uma unidade condensadora resfriada por água (fornecida pelo sistema de água doce de resfriamento avante e a ré), uma válvula expansora, um compressor do agente refrigerante movido diretamente por um motor elétrico e demais acessórios para sua regulação e controle.

É um equipamento de indispensável necessidade para garantir a operabilidade adequada de um submarino nas condições climáticas de nossa costa. Nos S-BR, não é diferente, o sistema de resfriamento dos condensadores, é vital para obter o ciclo de trabalho completo de um equipamento com estas funções acima mencionadas.

4.1.4 Sistema da linha de eixo

O sistema da linha de eixo é composto de vários equipamentos que transformam o torque gerado pelo MEP em impulso, gerando a propulsão do submarino. Os principais equipamentos de avante para ré do submarino em sequência são: um acoplamento flexível, um mancal de escora da linha de eixo, um eixo propulsor, uma bucha de casco, um selo inflável e uma hélice.

O acoplamento flexível conduz o torque gerado no MEP reduzindo a transmissão de vibrações e filtra as frequências geradas deste trabalho. Ele absorve os movimentos do MEP devido a sua montagem sobre suportes elásticos, como também os movimentos do eixo propulsor, devido à deformação das estruturas de ré e do movimento de impulso do eixo, tanto para avante como para ré. O acoplamento flexível é a segurança no caso de um movimento brusco da estrutura em uma frenagem rápida, funciona também como uma embreagem que assegura o acionamento mecânico.

O mancal de escora assegura a transmissão do torque, ele é projetado com duplo efeito permitindo a compensação da tensão axial do impulso da hélice e a tensão advinda do acoplamento flexível. O mancal de escora é lubrificado automaticamente, e o óleo lubrificante é refrigerado por trocadores de calor, onde a absorção do calor gerado em sua operação é feito por água doce fornecida pelo sistema de água doce de resfriamento.

O eixo propulsor é projetado para transmitir o torque e o impulso e tem suas partes submersas protegidas com um anticorrosivo. A bucha de casco é a responsável pela estanqueidade da linha de eixo em qualquer profundidade de operação de um submarino. A bucha de eixo utiliza água salgada filtrada sob pressão para proteger as superfícies de contato da bucha de impurezas e da elevação da temperatura causada pela fricção.

O selo inflável é utilizado para a estanqueidade da linha de eixo quando o submarino estiver atracado ou da necessidade de uma intervenção na bucha de eixo. A hélice é composta de pás que transformam o movimento de rotação da linha de eixo em impulso para avante ou para ré. No caso da perda do sistema de resfriamento por água doce de resfriamento, o submarino ficará limitado quanto sua velocidade de operação, para o controle da elevação da temperatura do óleo lubrificante do mancal de escora, colocando o submarino em situação vulnerável.

4.1.5 Sistema hidráulico

O sistema hidráulico tem o propósito de produzir, estocar e distribuir fluido hidráulico pressurizado, destinado à transmissão de energia de vários equipamentos do submarino. Ele é composto de uma estação do tipo de acumulação de energia e regulação de pressão, composta de bombas elétricas, acumuladores hidráulicos, tanques de retorno e reserva de fluido hidráulico e equipamentos de filtragem e resfriamento.

A distribuição do fluido hidráulico é feita por dois circuitos separadamente, um

que é vital para a segurança do submarino, os quais são: as máquinas dos lemes horizontais avante e a ré e os lemes verticais, sistema de fechamento em emergência das válvulas de casco de água salgada, sistema de operação do periscópio de ataque do sistema de mastros e operação das válvulas de descarga de gases do sistema das unidades diesel geradoras.

O outro para operações que não são vitais para a operação do submarino, os quais são: sistemas das máquinas dos lemes horizontais avante e a ré e lemes verticais (nos modos normal e automático), sistema de operação do periscópio de observação do sistema dos mastros, sistema de operação do sistema hidráulico dos tubos lançadores de torpedos, sistema de lançamento de armas, sistema de atracação e fundeio, sistema centra de engraxamento, sistema do ejetor de sinais e operação das válvulas do circuito de água salgada de resfriamento dos sistemas auxiliares das unidades diesel geradoras.

Diferentes sensores são instalados no sistema para que o operador seja informado dos parâmetros de pressões, temperaturas e modos de operação. A temperatura do fluido hidráulico é permanentemente medida na descarga de cada bomba e não pode ser maior que a temperatura máxima de operação do sistema. No caso da ocorrência de uma temperatura acima da máxima, o sistema hidráulico deverá ser operado em condições controladas, limitando a sua operação que poderá colocar o submarino em condições não segura de operação.

O sistema de água doce de resfriamento é o sistema auxiliar que absorve o calor gerado na operação do sistema hidráulico através de resfriadores tubulares instalados no sistema, projetados para manter a temperatura do fluido hidráulico dentro da faixa de temperatura mínima e máxima de projeto.

4.1.6 Sistema de fornecimento de corrente contínua

A rede de fornecimento de corrente contínua é vital na operação de submarinos para a transferência da energia elétrica gerada nas unidades diesel geradoras, ou na armazenada nas baterias para todos os equipamentos elétricos e eletrônicos e o sistema da propulsão e seus circuitos relacionados necessários na operação de submarinos convencionais.

Para o atendimento do propósito deste sistema, são destacados três equipamentos principais: o quadro elétrico principal avante, o quadro elétrico principal de ré e o quadro elétrico da propulsão. Devido ao trabalho gerado na distribuição da energia de corrente contínua a todos os equipamentos do submarino, passam por estes quadros elétricos grandes cargas elétricas, com altas amperagens, gerando potência calorífica nestes e elevando a temperatura, de forma que estas termo-potências precisam ser extraídas, para garantir segurança do sistema e a manutenção do estado da arte de funcionamento destes quadros elétricos na execução dos serviços para os quais foram projetados.

Em atendimento ao controle da temperatura destes quadros elétricos, o sistema de resfriamento de água doce é projetado com resfriadores de água doce e ventiladores de ar de resfriamento, para a extração da potência calorífica gerada nestes quadros elétricos durante a operação de um submarino convencional.

4.1.7 Sistema de água doce de resfriamento avante

O propósito do sistema de resfriamento de água doce avante é para manter a temperatura dos vários aparelhos e máquinas do submarino dentro da sua faixa nominal de operação, por meio da extração da energia derivada da dissipação do calor gerado pelo trabalho destes dispositivos e máquinas. O sistema compreende dois circuitos independentes de resfriamento, um de água doce e outro de água desmineralizada.

O circuito de água doce de resfriamento resfria os condensadores do ar-condicionado, os trocadores de calor do sistema hidráulico e o radiador do quadro elétrico principal avante. As calorias dissipadas pelos equipamentos dos sistemas de ar-condicionado, hidráulico e do quadro elétrico principal avante são extraídas pela circulação de água doce pressurizada por uma das bombas elétricas de circulação do sistema. A absorção do calor dissipado é através do trocador de calor de água salga/água doce do sistema de água salgada de resfriamento avante.

O controle da temperatura dentro da faixa mínima e máxima de temperatura nominal, é feito através de uma válvula termostática que direciona o fluxo de água doce de resfriamento para o trocador de calor de água salgada/água doce, modificando a distribuição de água doce no circuito de acordo com a temperatura: que se $<$ (menor) que a temperatura mínima nominal, o trocador de calor de água salgada/água doce é “by”-passado e se $>$ (maior) que a temperatura mínima nominal a válvula termostática direciona parte ou todo o fluxo de água doce a passar através do trocador de calor de absorção calorífica.

O circuito de água desmineralizada faz o resfriamento dos elementos de baterias dos compartimentos de baterias avante e a ré. As calorias dissipadas pelos elementos das baterias dos compartimentos de baterias avante e a ré são extraídas pela circulação de água desmineralizada pressurizada por uma das bombas elétricas de circulação do sistema. O calor absorvido é dissipado através do trocador de calor de água salga/água desmineralizada do sistema de água salgada de resfriamento avante.

A manutenção da temperatura dentro da faixa nominal de temperatura mínima e máxima do sistema é feito através de uma válvula de três vias que: na condição de carga dos elementos das baterias a configuração da válvula de três vias permite a circulação da água desmineralizada através do trocador de calor para a absorção do calor dissipado pelos

elementos de baterias e na condição de não carga de baterias a válvula de três vias permite o “by-pass” do trocador e a circulação da água desmineralizada é utilizada para o atendimento da homogeneização da temperatura dos elementos de baterias, dentro da faixa nominal de temperatura mínima e máxima de projeto.

4.1.8 Sistema de água doce de resfriamento a ré

Este sistema é composto de um sistema de circulação de água desmineralizada tratada com inibidor de corrosão que circula pressurizada por meio de bomba elétrica, com o propósito de manter a temperatura dos seguintes equipamentos do S-BR: MEP, conversores do MEP, os compressores de ar de alta pressão, as unidades de ar-condicionado a ré, o mancal de escora, o quadro elétrico da propulsão, o quadro elétrico principal de ré e os resistores de frenagem do MEP, dentro da faixa de temperatura nominal de projeto, por meio da extração da energia derivada da dissipação de calor gerado pelo trabalho destes equipamentos através do trocador de calor de água desmineralizada tratada/água salgada.

Todos estes equipamentos já foram descritos nos itens 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4 e 4.1.6 para mostrar a importância destes equipamentos na manutenção da presença dos S-BR no mar. Os submarinos convencionais de última geração se utilizam de água doce para o resfriamento dos vários utilizadores de bordo de modo a elevar o seu invólucro de segurança quanto à possibilidade de alagamento por água do mar, principalmente em cotas profundas.

4.1.9 Sistema de aguada

O sistema de aguada² produz, estoca e distribui água quente e fria para vários utilizadores de um submarino e não é diferente nos SBR. A capacidade de estocagem é o bastante para atender as necessidades de água potável para a tripulação beber, de água potável quente e fria para a higiene da tripulação, de água doce para os sistemas de resfriamento de água doce avante e a ré, de água doce para combate a incêndio a bordo e de água para o sistema de arrefecimento dos motores diesel.

Para a manutenção da permanência de submarinos convencionais no mar, por segurança, há a necessidade de estocagem da água doce recebida e ou produzida, que no caso de submarinos, é recomendado de no mínimo dois tanques de armazenamento, devido à possibilidade de poluição acidental da água armazenada, por exemplo. O volume armazenado para atender as necessidades de projeto de submarinos do porte dos SBR é de um volume total superior ou igual a 18 mil litros.

Porem, a água potável estocada por tempo prolongado aumenta o risco de poluição bacteriológica, pela perda natural da cloração da água que possibilita o desenvolvimento de bactérias. Para solucionar este problema o sistema de aguada é composto de um grupo misturador que mantém a água em circulação e uma unidade de cloração, projetados especificamente para manter a qualidade da água potável segundo normas internacionais para a saúde humana.

A produção de água doce de submarinos como também nos S-BR é feita por pelo menos, com um grupo gerador de osmose reversa (GOR), projetado para atender as necessidades diárias do nº de tripulantes mais passageiros conforme definido no projeto. O GOR é alimentado com a salgada provida do sistema de água salgada de resfriamento. A

² Aguada é o sistema a bordo dos meios navais com a função de produzir ou receber, armazenar, tratar e distribuir para as várias finalidades da água doce a bordo.

água salgada antes de alimentar o GOR é filtrada de forma a prever a rápida saturação da membrana de osmose. A água produzida pela planta de osmose pode ser armazenada em um dos tanques de estocagem de água potável.

O tratamento da água potável do sistema de aguada é feito na água embarcada via recebimento no cais, na água produzida pelo GOR e na água armazenada por longo período nos tanques de armazenamento, para a garantia da qualidade da água potável segundo normas internacionais. A água potável é aquecida por meio de aquecedores elétricos projetados para atender as necessidades da tripulação mais a dos passageiros, o seu funcionamento é totalmente automático.

A água potável quente e fria é distribuída conforme normas internacionais. A água é aspirada do tanque que está em serviço, conforme configuração manualmente escolhida pelo responsável da aguada, pressurizada pelo grupo hidróforo que alimenta a rede de distribuição da aguada com valores de pressão, vazão e temperatura nominais de projeto. Nenhum tratamento na água é realizado nesta fase de distribuição.

A unidade de desmineralização é capaz de produzir água desmineralizada a partir da água doce distribuída pelo sistema de aguada. A água doce é direcionada a passar através de uma unidade de filtragem de carvão ativado para remoção de qualquer substância que possa danificar a mistura de resinas no processo de desmineralização. A passagem pelo recipiente de mistura de resina garante a qualidade necessária de condutividade elétrica (resistividade) da água desmineralizada utilizada em submarinos convencionais. O controle da condutividade da água desmineralizada é feito de forma, que se a qualidade de resistividade da água não for atingida, esta água inapropriada é automaticamente descartada para o porão.

Neste capítulo, o pesquisador descreve de forma simples, sem detalhes técnicos, a necessidade e a importância da água doce para os sistemas de um submarino

moderno como os S-BR, manter sua presença no mar, nas atividades diárias de operação de um submarino como: manobrabilidade, segurança, salvamento, combate, conforto, saúde, saneamento e água para beber, no atendimento das diretrizes estratégica de defesa estabelecida pela PND, END e o LBDN, no cumprimento do Poder Naval, negando o uso do mar nas Águas Jurisdicionais Brasileira (AJB) em combate as novas e antigas ameaças.

Portanto, o sistema de produção de água doce é vital para a operação dos submarinos convencionais modernos. Todos os equipamentos de produção de água doce, como bombas, misturadores, unidade de cloração, medidor de condutividade, medidor de pressão, medidor de temperatura, válvulas, tubos, resfriadores, unidade desmineralizadora, GOR etc., são de uso dual. É estratégico que as tecnologias de projeto e fabricação destes equipamentos sejam nacionalizadas com requisitos militares de qualidade.

O GOR é o equipamento que deve ser tratado em destaque, devido à tecnologia de alto nível envolvida no material de fabricação da membrana osmótica, bomba de alta pressão e válvula reguladora da pressão osmótica, pois será o maior desafio, pela busca da independência de tecnologias externas para contribuir na ampliação e solidificação de uma base industrial de defesa, que garanta mais empregos com mão de obra qualificada, para atingir o nível de competitividade internacional que possibilite a exportação destas tecnologias e conseqüentemente melhoria da balança comercial (exportação x importação) do Brasil.

5 PROGRAMA DE NACIONALIZAÇÃO DO PROSUB

O Programa de Nacionalização do PROSUB (PNP) está em harmonia com a Lei Nº 12.598/2012, que tem por finalidade “estabelecer normas especiais para as compras, contratações de produtos e de sistemas de defesa e desenvolvimento de produtos e de sistemas de defesa, e dispõe sobre regras de incentivo à área estratégica de defesa”, e na definição VII desta lei, temos o *acordo de compensação*, que é o “instrumento legal que formaliza o compromisso e as obrigações do fornecedor para compensar as compras ou contratações realizadas” (LBDN, 2012), também chamado de “OFFSET”.

O “OFFSET” é composto de várias operações de compensação, sendo uma delas o PNP. Este programa de nacionalização está sendo conduzido pela MB, sob a coordenação da COGESN, durante a construção dos S-BR, envolvendo sistemas, subsistemas e equipamentos, cujo fornecimento depende de importação e não há ainda empresas nacionais que dominem as tecnologias envolvidas. A nacionalização dessas tecnologias externas será obtida por meio da transferência de tecnologia.

Os projetos candidatos ao programa de nacionalização serão escolhidos com a aprovação da MB, coordenada pela COGESN. Os sistemas, equipamentos ou itens que compõem os projetos candidatos, serão selecionados levando-se em conta os de alto nível tecnológico e de aplicação em outros setores industriais, capacitando a indústria nacional no fornecimento de tecnologias de alto nível tecnológico tanto para defesa como para o mercado civil, e com esta estratégia, buscar a tão desejada autonomia, diminuindo a dependência de tecnologias externas para este e outros projetos futuros, e fortalecendo as empresas nacionais financeira e tecnicamente, tornando-as mais competitivas tanto nos mercados interno e externo.

Em visita a COGESN para obtenção de subsídios para esta pesquisa, foram

coletadas as informações contidas no relatório técnico que atualiza as ações e resultados do PNP até o mês de maio desse ano. Os valores envolvidos são: € 100 milhões (cem milhões de euros) para os quatro S-BR e € 100 milhões (cem milhões de euros) para o SN-BR. Com benefícios para a indústria nacional, no que tange: transferência de Tecnologia, aquisição de “Know-How”, participação de universidades e geração de empregos. Os projetos candidatos são destinados à nacionalização dos principais sistemas, equipamentos e itens do submarino.

Esse programa que, por meio da transferência de tecnologia e conhecimento para as empresas do parque industrial brasileiro participante do programa, envolverá centenas de empresas nacionais. Deve-se entender a importância desse programa, haja vista que a nacionalização, segundo o Contra Almirante (EN) NEVES, Gerente de Empreendimento Modular 20 do PROSUB, “é um processo constante, progressivo e evolutivo e que de maneira mais abrangente permitirá o crescimento e a consolidação da Base Industrial de Defesa do Brasil” (PROSUB, 2012).

Para o processo de nacionalização dos S-BR, estavam previstos conforme esse relatório de atualização, 94 projetos candidatos que constituem sistemas, equipamentos ou itens que compõem o pacote de material do Programa de Nacionalização. Na situação corrente desse Programa, existem dezenove projetos em execução, vinte e um projetos em análise, um em elaboração de minuta de contrato entre a DCNS e empresas brasileiras, 44 projetos em processo de busca de fornecedores e, ainda, oito cujos processos não foram iniciados.

Dentre esses projetos, a MB priorizou 50, levando em consideração os seguintes aspectos estratégicos: conteúdo tecnológico a ser transferido à Indústria Brasileira, barreiras tecnológicas a serem suplantadas, tempo médio entre reparos do equipamento que compõe o projeto e criticidade do projeto para o S-BR. No quadro abaixo

o pesquisador com as informações coletadas identifica os projetos candidatos segundo os seguintes grupos: projetos em execução, projetos em análise, projeto em fase de elaboração de contrato, projetos na fase de busca de empresas candidatas.

QUADRO 6

Projetos candidatos do PNP

(Continua)

GRUPO	PROJETOS CANDIDATOS
Projetos em execução: - quinze prioritários -três dos demais projetos	Engenharia e integração do sistema de combate, conversores estáticos, mancal de escora, tubos trocadores de calor, ventiladores, baterias, consoles multifunções do sistema de combate, software do sistema de gerenciamento e integração da plataforma, sistema de monitoramento de baterias, gabinetes do quadro elétrico principal, espelhos e chicanas dos trocadores de calor, gabinetes do quadro elétrico secundário, módulos de carga, tubos de cobre – níquel, transformadores, tubos de cobre
Projetos em análise: - quinze prioritários - seis dos demais projetos	Acumuladores hidráulicos, elipse de acesso aos tanques e proteção contra corrosão (anodos de sacrifício) Motor elétrico principal, gabinetes do Motor elétrico principal, sistema de comunicações exteriores, integração do sistema de navegação, motores elétricos, geradores, bombas centrífugas, manutenção dos periscópios de ataque e observação, tubos lançadores de torpedo, unidades de condicionamento do ar de bordo, compressores de ar de alta pressão, painéis de carregamento e distribuição de ar a alta pressão, sistema frigorífico, motores diesel e a planta de osmose reversa (equipamento de dessalinização do S-BR, gerador de água doce, o principal equipamento de estudo desta pesquisa) Diafragmas, lastro de chumbo, blocos hidráulicos, máscaras e purificadores de ar, Drenos, Acessórios, Controle Remoto e Válvulas hidráulicas e de água doce.

(Conclusão)

GRUPO	PROJETOS CANDIDATOS
Projeto em fase de elaboração de contrato, um prioritário dos prioritários	Sonar suite
<p>Projetos na fase de busca de empresas candidatas: -dez dos prioritários</p> <p>-quarenta e quatro dos demais projetos</p>	<p>Válvulas de água salgada, testes do sistema de gerenciamento da plataforma, unidades de partida elétrica, console do sistema de gerenciamento da plataforma, sistema de detecção de incêndio, blocos de conexão de alta pressão, queimador catalítico, amortecedores, console do sistema de governo e absorvedores de CO2</p> <p>Dutos de ventilação, caixas elétricas de junção, cabos elétricos, caixas de tubos reativos, chapas de aço, perfis de aço, tubos de aço inox, tubos de aço, manômetros, válvulas para manômetros, manutenção do MEP, manutenção do gabinete do MEP, medidor de hidrogênio, analisadores de monóxido e dióxido de carbono, medidor de oxigênio, detector multi – gases, uniões, anéis de vedação, reduções e ramificações, adaptadores, flanges, penetrações de casco, funis, dispositivo do tubo de torpedo, equipamento de embarque de torpedo, sistema de manejo de armas, equipamentos da cozinha, pintura, tanques de aguada, tanques de água salgada, cabrestante, caixa de junção estanque, tanques de óleo, extintores de incêndio, janela acústica, lemes, carenagem do sonar “frank array”, vela, tanques, acomodações, circuito de televisão a bordo, aço do casco resistente – HLES 80; integração do trocador de calor, manutenção dos simuladores do submarino.</p>

Quadro elaborado com dados coletados do relatório de atualização da COGESN.

Com os dados coletados, observa-se que a maioria dos projetos candidatos encontra-se em sua maior parte na fase de busca de empresas candidatas a participarem desse Programa. O programa de nacionalização é composto de atividades prolongadas e

contínuas que se aperfeiçoam ao longo do tempo. Segundo o pessoal da COGESN responsáveis que trabalham no PNP, esses projetos deverão, ao longo do próximo ano, avançar para as fases de negociação, elaboração de contrato e posterior aprovação pela Marinha.

O programa de nacionalização dos submarinos visa o fornecimento à série dos convencionais, a obtenção de uma capacidade fabril nacional para o submarino com propulsão nuclear (PROSUB, 2014).

As empresas escolhidas serão capacitadas em produzir tecnologias com alto conteúdo tecnológico, se tornando competitivas e qualificadas para a conquista de novos mercados e assim contribuirão no fortalecimento da base industrial de defesa do Brasil, e com a estratégia de aplicação destas tecnologias de ponta na produção de produtos de uso civil, gerar uma demanda que promova o crescimento das empresas brasileiras participantes, contribuindo para o desenvolvimento do Brasil.

6 PROPOSTA DE NACIONALIZAÇÃO (ANÁLISE E SUGESTÃO)

A sociedade depende cada vez mais dos recursos naturais (alimentares, energéticos e hídricos).

Eles não são renováveis e sua disponibilidade, custos de produção e localização geográfica são variados. Vários países tentam minimizar o volume da extração desses materiais de forma a proteger o ambiente e conservar a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos. A avaliação qualitativa dos materiais de construção é essencial para otimizar o ajuste do material com o trabalho a ser feito. O aprimoramento de métodos de exploração, a produção de resíduos menos perigosos, o desenvolvimento de novas tecnologias e instrumentos, além de produtos melhores e mais funcionais, beneficiarão toda a sociedade (RECURSOS, 2009).



Figura 5 – Indústria e recursos naturais
Fonte: RECURSOS, 2009a.

A água é um elemento vital para a vida humana, a maioria dos organismos vivos do planeta Terra dependem dela. Muitos sobrevivem na água salgada, mais a maioria, incluindo as plantas e os mamíferos dependem da água doce para se desenvolver. “A superfície da Terra é dominada, em 75%, pelas águas. Os 25% restantes são terras emersas, ou seja, acima da água. Tanta abundância de água cria condições essenciais para a vida e mantém o equilíbrio da natureza. Quem pensa que tanta água está disponível para o consumo humano está enganado, pois somente 2,7% é água doce e grande parte está congelada ou embaixo da superfície do solo” (LIVRO, 2006).

Conforme dados informados no Livro das Águas do WWF – Brasil (página 8), a água doce no mundo está distribuída da seguinte forma: 77,2% congelada nas calotas polares, 22,4% são águas subterrâneas, 0,35% nos lagos e pântanos, 0,04% nos rios e 0,01% na atmosfera (LIVRO, 2006a). A disponibilidade de água doce de fácil acesso é muito pequena, conforme gráfico abaixo, e necessita de tratamento para ser consumida, se tornar potável, em atendimento aos parâmetros internacionais de potabilidade para o consumo humano.

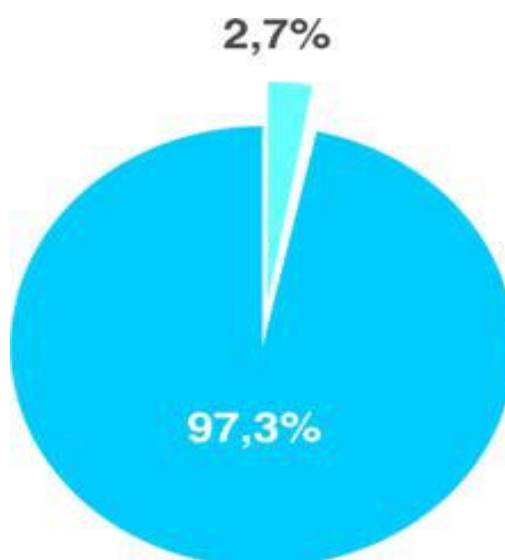


GRÁFICO 1 – Distribuição da Água na Terra
Fonte: LIVRO, 2006b.

O uso desta disponibilidade de água, tem se mostrado inadequado, sem

preocupação de sustentabilidade, com desperdício elevado e de forma agressiva a natureza. A água é renovável, mas é um recurso finito. Ela pode ser reciclada, mas não substituída, e enfrenta uma forte pressão no aumento da demanda para satisfazer as necessidades de uma população com mais de seis bilhões de pessoas hoje em dia, e com expectativa de crescimento, com rápida urbanização, poluição ambiental e mudanças climáticas.

Estariamos em melhor situação, se houvesse bom uso e boa gestão dos recursos hídricos. Afinal, o pior hábito é o desperdício e o desconhecimento. Muitos ainda pensam: *Tem muita água, então, para que economizar?* (LIVRO, 2006c).

Segundo o Banco Mundial, 2001, a água doce no mundo é usada da seguinte forma: 70% para agricultura, 22% para indústria e 8% para uso doméstico (LIVRO, 2006d). As informações no quadro a seguir podem colaborar na mitigação do desperdício no uso deste recurso vital à sobrevivência humana.

Quadro 7

Mitigação do desperdício de água

(Continua)

Segmento	Usando água	Abusando e esbanjando água
Doméstico	No abastecimento geral da higiene, na limpeza, na culinária, na rega de jardins e hortas.	“Varrendo” calçadas com água limpa; deixando a torneira aberta ao escovar os dentes, fazer a barba, lavar a louça; lavando o carro com mangueira; tomando banhos demorados; torneiras pingando e vazamentos. Poluindo a água limpa: lançando lixo e esgoto nos rios e córregos ou no vaso sanitário, entupindo os encanamentos; não limpando as caixas d'água
Público	Na limpeza de repartições públicas, lavagem de ruas, manutenção de fontes e chafarizes, rega de parques e áreas verdes, em incêndios, como meio de transportes de efluentes domésticos e industriais.	Desperdício de água na rede de distribuição pelos vazamentos. Sistema de abastecimento de água ineficiente, saneamento básico, coleta e tratamento de esgoto, vazamentos, não tratando dos esgotos coletados que serão devolvidos aos cursos d'água. Planejando de forma inadequada a gestão dos recursos hídricos: separando a administração da água da administração do solo, da água subterrânea, da água de superfície, do suprimento de água e dos ecossistemas aquáticos, poucos processos de reutilização da água.

(Continua)

Segmento	Usando água	Abusando e esbanjando água
Lazer, turismo e esporte	No abastecimento da rede hoteleira, passeios, hidrovias, manutenção de piscinas, represas, esportes náuticos, marinas.	Vazamentos, falta de manutenção de equipamentos, nas regas dos jardins, nas atitudes dos turistas. Lançando o esgoto sem tratamento e o lixo diretamente nos rios, córregos e praias.
Industrial	Em todos os processos positivos, no resfriamento e lavagem e peças, pisos e pátios, banheiros e restaurantes.	Vazamentos, equipamentos desregulados, lavagem de pisos e ambientes das fábricas com desperdício. Poluindo a água durante a produção e, depois, devolvendo-a, sem tratamento aos cursos d'água. Pouco investimento em processos de reuso de água.
Agricultura	Na irrigação de todos os tipos de cultura. Lavagem das máquinas e ferramentas e utensílios agrícolas.	Técnicas de irrigação que desperdiçam muita água em vazamentos. Utilizando excessivamente produtos e adubos químicos. Jogando embalagens vazias (inclusive embalagem de produtos agrotóxicos) no solo e nos cursos d'água. Desmatando áreas de vegetação nativa e de proteção dos cursos d'água. Provocando a erosão do solo pelo mau planejamento do plantio.
Comércio	Na limpeza geral e nos diversos usos em restaurantes, supermercados, postos de gasolina, lava a jato, hospitais, armazéns, consultórios odontológicos, entre outros.	Vazamentos, lavagem de pisos e ambientes de trabalho, pelas atitudes dos funcionários e usuários dos serviços de comércio. Falta de manutenção dos equipamentos. Lançando lixo, óleo e esgoto.
Pecuária	No fornecimento de águas para os animais e na manutenção das pastagens e instalações	Falta de manutenção dos bebedouros dos animais, desperdício de água nos chuveiros para aliviar o calor, na lavagem dos estábulos, vazamentos nos encanamentos e redes de irrigação das pastagens, técnicas de irrigação que gastam muita água. Causando erosão nos pastos, assoreando os cursos d'água, jogando lixo, restos de animais e fezes nos rios e córregos. Desmatando grandes áreas de vegetação.
Navegação e transporte	Na locomoção de navios, barcos e balsas.	Degradando os cursos d'água; poluindo a água com óleo, lixo e resíduos da lavagem de motores, equipamentos e porões de embarcações. Degradando as margens dos rios: desbarrancamento das margens pelas embarcações, provocando a erosão e o assoreamento.

(Conclusão)

Segmento	Usando água	Abusando e esbanjando água
Geração de energia	Nas usinas hidrelétricas, na geração maremotriz, nos moinhos d'água, nas barragens e represas.	Planejamento de forma inadequada os projetos e obras: mudança no regime das águas, desmatamento, perda da fauna nativa, alagamento de grandes áreas com a necessidade de remoção de populações ribeirinhas.

Fonte: Quadro elaborado pelos pesquisadores do Livro das Águas, página 10, (LIVRO, 2006e).

O ciclo de renovação das águas é complexo. Segundo o Artigo 3 da Declaração dos Direitos da Água, “os recursos naturais de transformação da água em água potável são lentos, frágeis e muito limitados. Assim sendo, a água deve ser manipulada com racionalidade, precaução e parcimônia” (ONU, 1992). O ciclo hidrológico, figura 6, é um processo natural, que através da evaporação das águas do mar e dos continentes, formam-se nuvens, que voltam pra a terra sob a forma de chuva, neblina e neve. Depois escorrem para rios, lagos ou para o subsolo formando os extraordinários aquíferos subterrâneos, e aos poucos correm de novo para o mar mantendo o equilíbrio nos sistemas naturais do ciclo das águas da Terra.

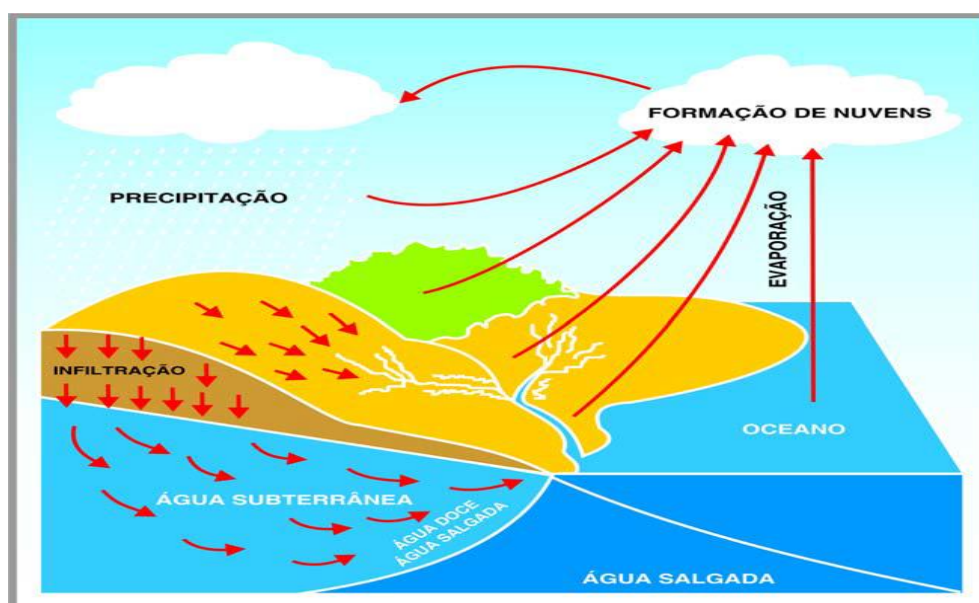


Figura 6 – Ciclo Hidrológico

Fonte: Heat, R. Hidrologia Básica das Águas Subterrâneas - United States Geological Survey Water Sup Paper 2220, wwwcetesb.sp.gov.br, página 11 do Livro das Águas (LIVRO, 2006f).

As forças da natureza que afetam os sistemas naturais de produção da água no mundo em conjunto com as necessidades humanas, se interagem, aumentando a demanda por recursos hídricos. Este aumento de demanda é por sua vez afetado por uma série de fatores: como o desenvolvimento tecnológico, condições políticas, sociais e financeiras, e mudanças climáticas. A população do planeta pode atingir mais de nove bilhões de habitantes em 2050 (NAÇÕES UNIDAS, 2012a), vide gráfico a seguir.

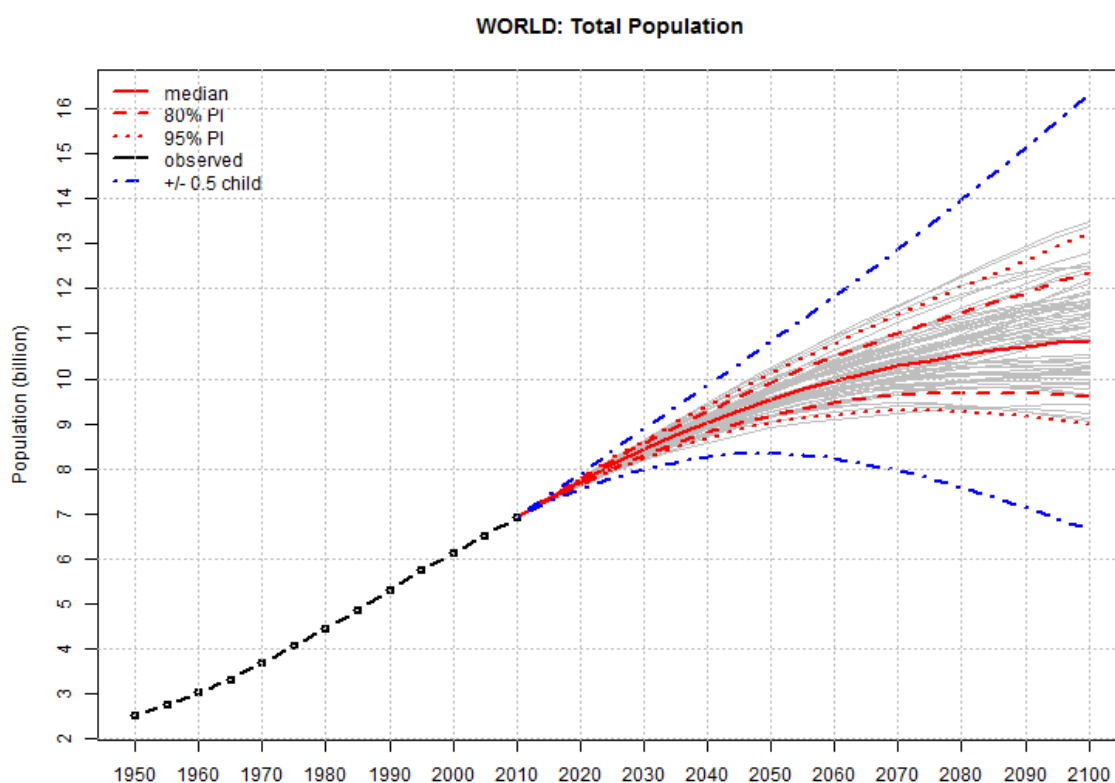


GRÁFICO 2 – Projeção probabilística da população mundial

Fonte: United Nations, Department of Economic and Social Affairs. Probabilistic Population Projections, based on the World Population Prospects: The 2012 revision (NAÇÕES UNIDAS, 2014b).

Este crescimento da população força de sobre maneira o crescimento por demanda de água, refletindo em um consumo crescente por água potável, saúde e saneamento básico, como também a necessidade de energia, comida e outras coisas e serviços, que dependem de água para serem produzidos e ou fornecidos.

A demanda dos consumidores e padrões crescentes de vida está dirigindo o aumento da demanda por água, principalmente pelas famílias de renda média de economias em desenvolvimento através da sua maior demanda por alimentos, energia e outros bens emergente, cuja produção pode exigir quantidades significativas de água (Relatório da Água das Nações Unidas, 2014, página 23, volume 1, Água e Energia)³ Tradução nossa.

Este crescimento é muito mais acentuados nos países em desenvolvimento como os BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul). Segundo a “*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organizations – UNESCO*”, em seu relatório sobre água e energia volume 1, de 2014, retiradas de água doce anuais, parecem ter estabilizado ou mesmo diminuído na maioria dos países mais desenvolvidos. O contrário se mostra nas economias em desenvolvimento e ditas emergentes, que mostram um crescimento acentuado no consumo de água.

Num cenário prospectivo, em relação a esta problemática global, percebe-se um mercado promissor para as tecnologias de produção, tratamento, armazenamento e distribuição de água de qualidade, para atender às variadas finalidades de uso deste recurso natural que é vital para a vida e o desenvolvimento da raça humana. A melhoria da qualidade de vida da população destes países em desenvolvimento indica esta necessidade crescente do uso de água de qualidade para saúde, conforto, saneamento e demais necessidades. As tecnologias hoje disponíveis e mais usadas no mundo para a produção de água doce são: captação de águas da chuva, tratamento de águas servidas e dessalinização osmótica.

A captação de águas da chuva é o mais utilizado pelos países e regiões que durante a estação chuvosa maximizam o estoque de água, que após a armazenagem em grandes represas, é tratada e distribuída à população e utilizadores como a indústria e a agricultura. Exemplo de uso deste sistema é a cidade de São Paulo, que infelizmente nos

³ Consumer demand and increasing standards of living are driving increased demand for water, most notably by middle income households in developing and emerging economies through their greater demand for food, energy and other goods, the production of which can require significant quantities

últimos meses, vem sofrendo com a falta d'água devido a um longo período de estiagem na região de captação, não conseguindo o volume de água para maximizar suas represas de estocagem do sistema Cantareira, e conseqüentemente, necessitando de um gerenciamento com contenção de consumo e ações emergenciais para o atendimento a população e ao setor produtivo. A figura a seguir ilustra a região da Bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá responsáveis pela água captada no sistema Cantareira, em crise.

SISTEMA EM CRISE

● Mais de 14 milhões de habitantes da Grande SP e de cidades do interior são abastecidos pelo Sistema Cantareira

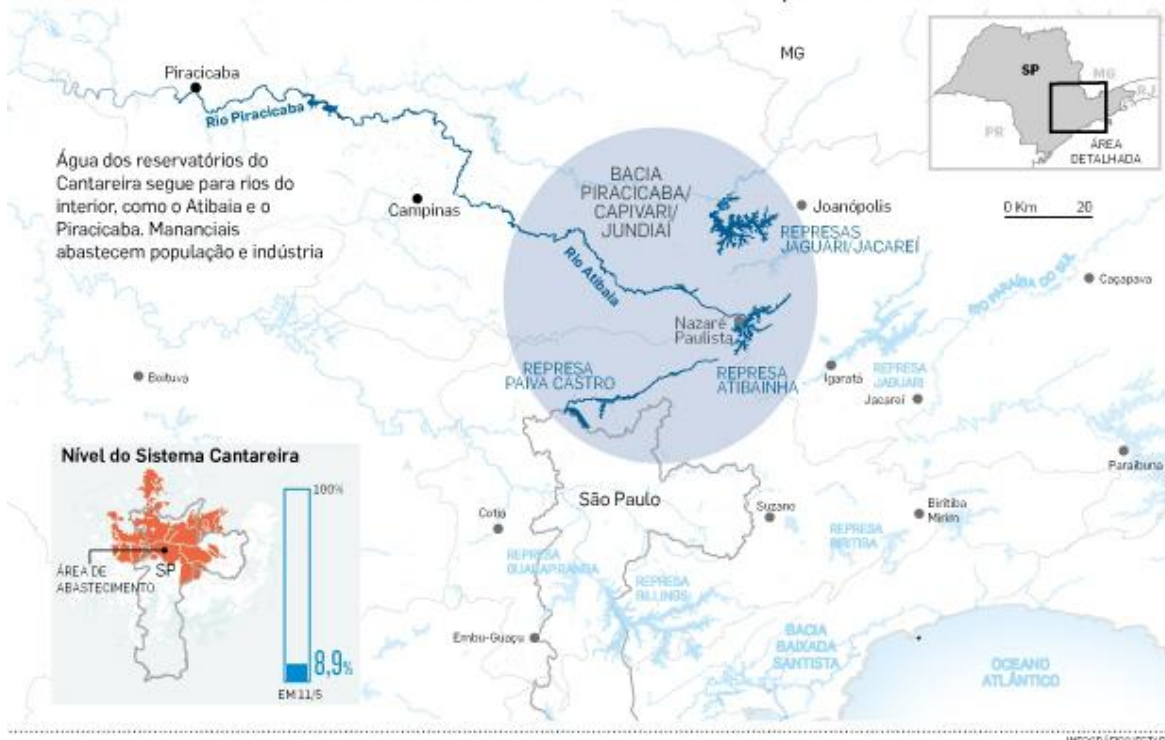


Figura 7 – Sistema em Crise

Fonte: SILVA, 2014.

O tratamento de águas servidas é o gerenciamento ambientalmente correto, sustentável e econômico, por meio de estações de tratamento de águas servidas. A reutilização dessa água tratada pode ser potável e não potável. Este sistema de tratamento é mais empregado para a redução do uso de água potável das concessionárias locais, para usos não potáveis, como irrigação de jardins, sanitários, etc. Os países mais desenvolvidos investem pesadamente nestas tecnologias de tratamento de águas servidas. No Brasil,

idades como Brasília no Distrito Federal estão se destacando no tratamento e reaproveitamento da água. Na cidade de Itaguaí no Estado do Rio de Janeiro, a Unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas (UFEM) do PROSUB, faz o tratamento das águas servidas do complexo, para reutilização não potável. O parque industrial da UFEM, aqui representado na foto a seguir mostra a gigantesca obra civil construída e projetada por empresa nacional, a empresa ODEBRECHT, com mão de obra genuinamente brasileira.



Figura 8 – UFEM – Itaguaí – PROSUB
Fonte: DEFESA, 2013.

As tecnologias de produção de água doce através da dessalinização por membrana de osmose reversa, da água do mar e de aquíferos com salinidade, inadequada ao consumo humano serão o material de estudo para a proposta de nacionalização e do fortalecimento da base industrial de defesa nacional.

A dessalinização por osmose reversa é um processo em que os solutos que compõem a água do mar ou água com salinidade alta para o consumo humano são retidos por uma membrana permeável a estes solutos e impermeáveis à água doce que é um

solvente. Para isso ocorrer se aplica uma grande pressão chamada de osmótica, que varia proporcionalmente conforme a concentração de salinidade. Isso funciona como um filtro, onde as membranas retêm as partículas de sal que são maiores que as moléculas da água doce. A figura 6 esquematiza o processo de dessalinização em quatro etapas: captação de água salgada, pré-tratamento, processo de osmose e tratamento final para o consumo.

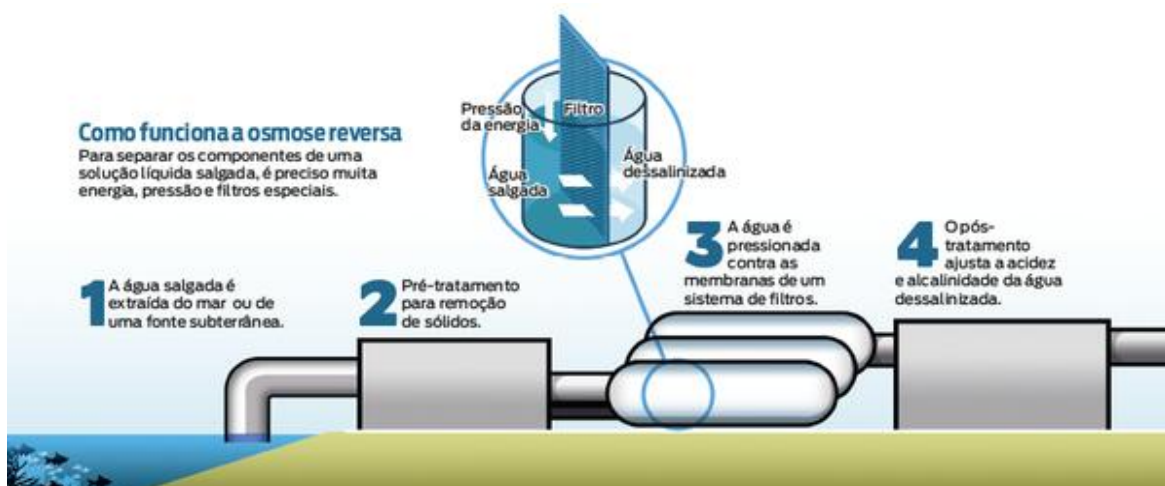


Figura 9 – Processo de Dessalinização Osmótica
Fonte: MAR, 2013.

Este é o processo de produção de água doce mais usado no mundo e também nos submarinos modernos como os S-BR. O governo israelense é um dos que mais investe no mundo em dessalinização, 3,5 bilhões de dólares por ano, com 39 plantas em funcionamento. Aproximadamente 40% da água potável é dessalinizada. A planta de Sorek, inaugurada no ano passado, poderá produzir 200 milhões de metros cúbicos do insumo por ano. A previsão para até o final de 2014, é que 80% da água doce consumida em Israel serão por dessalinização. Para suprir a demanda, o governo estabeleceu parcerias com a iniciativa privada, iniciada em 2004 com a planta Maagan Michel. Grande parte dos especialistas e pesquisadores de recursos hídricos consideram a dessalinização o melhor caminho para combater a escassez de água nesse século, que vai se agravar com o aumento populacional.

O atual elevado custo energético e financeiro do processo tende a ser relativizado com o esgotamento das fontes potáveis e a melhoria das inovações tecnológicas. Os investimentos estão aumentando. Uma pesquisa da empresa norte-americana Pike Research, especializada em análises de mercado de tecnologias limpas, prevê que entre 2010 e 2016 serão aplicados US\$ 87,8 bilhões em plantas de dessalinização no mundo todo. Quando não existem fontes de água disponíveis, como na Austrália, em ilhas do Caribe ou no Oriente Médio (que produz 75% da água dessalinizada do mundo), o processo não só compensa como é a melhor alternativa. Atualmente, existem 13,8 mil plantas de dessalinização em atividade no mundo (MAR, 2013).

Como sempre na frente, a nação hegemônica, os Estados Unidos, já utiliza filtros feitos de membranas ultrafinas de grafeno, resistentes, com poros de dimensões, que só deixa a água doce passar, mas pequenos o bastante para bloquear as moléculas de sal (cloreto de sódio). Como o grafeno é realmente fino (um átomo de espessura), os filtros demandam menos energia para comprimir a água do mar contra os filtros da osmose reversa e mais resistentes, não se danificam facilmente, com a força necessária para separar o sal da água.

De acordo com o engenheiro John Stetson, líder da pesquisa na Lockheed, *a tecnologia permite reduzir em 100 vezes as quantidades de energia e de pressão necessárias para a dessalinização*. As membranas de grafeno, 500 vezes mais finas e mil vezes mais resistentes do que as tradicionais, são capazes de reter todas as moléculas que não sejam de água. Segundo Stetson, a tecnologia pode estabelecer um método de dessalinização por osmose reversa barato para os países emergentes, sem gastos exorbitantes com energia (MAR, 2013a).

No Brasil, na região Nordeste, com condições semelhantes ao Oriente Médio, sofre com a escassez de recursos hídricos. E o agravante é que as poucas fontes de água potável disponíveis estão contaminadas, necessitando de tratamento. Entre estas fontes, há aquíferos de água salobra. Pesquisadores brasileiros já trabalham com pesquisa em processos de purificação de água e de dessalinização desde 1980. Entre eles, destaca-se o engenheiro químico Kepler Borges França que defende: “não é um investimento caro, principalmente se considerarmos as regiões que são carentes de água. O processo de dessalinização está ficando mais barato e ganharia muito se investíssemos em tecnologia própria, sem precisar comprar membranas no exterior”, (MAR, 2013b).

Analisando os dados coletados nesta pesquisa, podemos prospectar um mercado promissor no uso dual (civil e militar) destas tecnologias de dessalinização para a

produção de água doce, no âmbito nacional e internacional, é uma grande possibilidade de manutenção da demanda de produção da indústria de defesa nacional. É preciso investir na nacionalização destas tecnologias, e também em pesquisa e desenvolvimento de inovações tecnológicas nesta área de dessalinização.

A produção de água doce em submarinos convencionais de última geração é indispensável para sua manutenção e permanência no mar. É um equipamento estratégico de defesa, pela sua importância vital na operação de submarinos. A minha sugestão é que a Secretaria de Ciência e Tecnologia da Marinha e o MD analisem a importância dessa tecnologia de produção de água doce para submarinos, classificando os equipamentos e itens envolvidos como PRODE de uso dual.

O programa de nacionalização do PROSUB já vem desenvolvendo a nacionalização do GOR dos S-BR em um de seus projetos candidatos do PNP e já existem setores públicos e privados no Brasil fazendo trabalhos com tecnologias de dessalinização para produção de água doce, a nacionalização deste equipamento tem que ser total, principalmente as tecnologias envolvidas na válvula de pressão osmótica, na bomba de alta pressão, nos sistemas de controle e no material da membrana osmótica. Com um trabalho integrado, vamos evitar a duplicação de esforços e economizar os recursos obtidos.

Essa tecnologia de dessalinização por ser de utilidade civil poderá receber recursos do Banco Nacional de Desenvolvimento Social (BNDES) para investimento em P&D com financiamento de longo prazo ou não reembolsável.

7 CONCLUSÃO

Com as perspectivas futuras de escassez de água doce no Planeta, o uso dessas tecnologias de dessalinização pode ser uma grande solução, e que movimentará grandes cifras financeiras, na implantação de usinas, na operação do processo de produção da água doce, na venda e manutenção dos equipamentos com esta finalidade. É um processo que necessita de grandes investimentos financeiros, e inovações precisam ser desenvolvidas para que facilitem e viabilizem economicamente o seu uso.

Hoje, ainda para a maioria das regiões do Planeta, o processo ainda é economicamente inviável, devido ao gasto elevado de energia elétrica e a necessidade de importação dos sistemas, subsistemas e equipamentos dos países que detêm essas tecnologias de elevado valor tecnológico agregado. Além do mais, é um assunto que leva qualquer sociedade a refletir, é um veículo de propaganda positiva para a área de defesa, é uma tecnologia que o povo brasileiro terá o maior orgulho de absolver, tanto a já existente e mais ainda se desenvolvermos uma mais moderna e eficaz.

Um produto que pelas suas características inovadoras, tenha aplicação economicamente viável, trazendo divisas para o crescimento da nossa balança comercial, e que possa contribuir na solução dos problemas de falta d'água nas regiões secas do nosso país e das nações amigas, e como proposta para a produção de água doce em submarinos para garantir a mobilidade e manutenção dos SBR no mar, pela busca da independência de tecnologias externas.

É um assunto que tem potencial elevado, para a obtenção de recursos pela MB e o MD, levando a opinião pública, os políticos, órgãos governamentais e privados, na aprovação de investimento do dinheiro público, em pesquisa e desenvolvimento destas tecnologias para o uso dual. O Brasil é um grande exportador de “commodities”, o celeiro

do mundo, como dizem por aí, exporta elevadas quantidades de toneladas de grãos, carnes, minérios e até barris de petróleo em troca de manufaturados com alto valor agregado, mas é preciso mudar esta situação.

Podemos continuar produzindo “commodities”, o mundo precisa se alimentar, beber água e de energia para produzir e se desenvolver, mas, sem dúvida, estamos perdendo tempo, precisamos investir em ciência e tecnologia para criarmos inovações tecnológicas para a melhoria da nossa balança comercial (exportação x importação). A tabela abaixo mostra o valor por peso em quilogramas de “commodities” e manufaturados.

Os produtos de elevado nível tecnológico traz em reboque a qualidade técnica do material humano empregado na sua produção. O Brasil exporta muito mais “commodities” do que produtos manufaturados, “é repetir o século XIX, um desenvolvimento as avessa” (GONÇALVES, 2014), investindo em ferrovias, para o transporte de “commodities” com trens de tecnologia chinesa, inclusive os trilhos produzidos com o minério brasileiro e pagos com carne de suínos (haja toneladas de carne).

O Brasil precisa combater esta tese, oportunidades já foram perdidas, o momento parece favorável, na própria MB temos exemplo de sucesso em pesquisa e desenvolvimento como as centrífugas de enriquecimento de urânio que hoje são usadas no PNM parceiro do PROSUB na construção do submarino nuclear de ataque brasileiro. Que vamos construir!

Vamos à guerra da globalização, vamos ser forte neste jogo global, com CT&I o Brasil poderá ser o “THE *PLAYER*” nesta “*ALDEIA GLOBAL*”. Segundo MOREIRA, “com os extraordinários avanços de CT&I, esse campo se tornou uma espécie de arena de disputas, na qual Estados e empresas pelem pela qualidade de suas inserções no sistema internacional globalizado” (MOREIRA, 2012). A busca pela independência de tecnologias

externas por meio de um forte investimento em P&D, para a produção de materiais de defesa e segurança de uso civil e militar, possibilitará o fortalecimento e manutenção da BID que é essencial para a garantia da soberania do Brasil.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Estudo setorial de inovação*. Brasília, DF: ABDI, 2010.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *Panorama da base industrial de defesa: segmento naval*. Brasília,DF: ABDI, 2013.

ALMEIDA, Carlos Wellington de. Política de Defesa no Brasil. *Opinião Pública*, v.16, n.1 Campinas, São Paulo, jun./2010. Disponível em: <www.scielo.br>. Acesso em: 13 jun. 2014.

ARTHOU, Alan Paes Leme. *Programa de desenvolvimento de submarinos*. Palestra proferida para o C-PEM na Coordenadoria-Geral do Programa de Desenvolvimento de Submarino com Propulsão Nuclear (COGESN) em 15 de maio de 2014.

BRASIL. Câmara Federal. Decreto Legislativo nº 373, de 25 de setembro de 2013. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 26 set. 2013. Disponível em: <www2.camara.leg.br/legin/fed/decleg/2013/decreto-legis-lativo-3273-setembro-2013-publicacao-original-1412221-pl.htm>. Acesso em: 23 jun. 2014.

_____. Decreto nº 5.484, de 30 de junho de 2005. Aprova a Política de Defesa Nacional e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 01 jul. 2005. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/.../Decreto/D5484.htm>. Acesso em: 14 jun. 2014.

_____. Decreto nº 6.703, de 18 de dezembro de 2008. Aprova a Estratégia Nacional de Defesa, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 19 dez. 2008. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/Decreto/D6703.htm>. Acesso em: 16 jun. 2014.

_____. Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Institui, para os Estados, Distrito Federal e Municípios, compensação financeira pelo resultado da exploração de petróleo ou gás natural, ..., plataformas continentais, mar territorial ou zona exclusiva, e dá outras providências (Art. 21, XIX da CF). *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 28 dez. 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17990.htm>. Acesso em: 14 jun. 2014.

_____. Lei nº 9.112, de 10 de outubro de 2010. Dispõe sobre a exportação de bens sensíveis e serviços diretamente vinculados. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 11 out. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9112.htm>. Acesso em: 02 abr. 2014.

_____. Lei nº 12.598, de 21 março de 2012. Estabelece normas especiais para as compras, as contratações e o desenvolvimento de produtos e de sistemas de defesa; dispõe sobre regras de incentivo à área estratégica de defesa; altera a Lei nº 12.249, de 11 de junho de 2010; e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 22 mar. 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/Lei/L12598.htm>. Acesso em: 02 abr. 2014.

_____. Lei Complementar Nº 97 de 9 de junho de 1999. Dispõe sobre as normas gerais da organização, o preparo e o emprego das Forças Armadas. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 10 jun. 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp97.htm>. Acesso em: 14 jun. 2014.

_____. Ministério da Defesa. Lei Complementar nº 136, de 25 de agosto de 2010. Altera a Lei Complementar nº 97, de 9 de junho de 1999, que “dispõe sobre as normas gerais da organização, o preparo e o emprego das Forças Armadas”, para criar o Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas e disciplinar as atribuições do Ministro de Estado da Defesa. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 26 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/lcp/lcp136.htm>. Acesso em: 16 jun. 2014.

_____. Ministério da Defesa. Portaria nº 1.213/MD, de 16 de maio de 2011. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 17 maio 2011. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/diarios/26807128/pg-8-secao-2-diario-oficial-da-uniao-dou-de-18-05-2011>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

_____. Ministério da Defesa. Portaria Normativa nº 764/MD, de 27 de dezembro de 2002. Aprova a Política e as Diretrizes de Compensação, Industrial e Tecnológica do Ministério da Defesa. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 28 dez. 2002. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/diarios/830358/pg-19-secao-1-diario-oficial-da-uniao-dou-de-31-12-2002>>. Acesso em: 15 jun. 2014.

_____. Ministério da Defesa. Portaria Normativa nº 899/MD, de 19 de julho de 2005. Aprova a Política Nacional da Indústria de Defesa – PNID. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 20 jul. 2005. Disponível em: <http://www.defesa.gov.br/arquivos/File/legislacao/emcfa/publicacao/pnid_politica_nacional_da_industria_de_defesa.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2014.

BRASIL. Presidência da República. *Livro branco de defesa nacional*. Brasília, DF: Presidência da República, 2012. 282 p.

DEFESA em Debate: UFEM e o PROSUB: desafios e conquista da MB. *Defesanet*, Brasília, DF, mar., 2013. Disponível em: <<http://www.defesanet.com.br/prosub/noticia/9900/Defesa-em-Debate---UFEM-e-o-PROSUB-desafios-e-conquistas-da-MB>>. Acesso em: 19 jul. 2014.

FOTO de submarinos nuclear de ataque. *Bing images*, [201-]. Disponível em: <<http://bing.com/search?q=Foto+de+submarino+nuclear+de+ataque&FORM=IE8SRC>>. Acesso em: 23 jul. 2014.

GONÇALVES, Reinaldo. *Comércio Internacional - COPPEAD*. Disciplina II-MP-4 do Curso de Política e Estratégia Marítimas da Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, Brasil, 2014.

JÚNIA, Lessa França e Ana Cristina de Vasconcellos, *Manual para normalização de publicações técnico-científico*. Belo Horizonte, MG: UFMG, 2007.

LEITE, Ana Maria Ferreira. Reutilização de água na gestão integrada de recursos hídricos. 120 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, 2003. Disponível em: <http://www.bdt.d.ucb.br/tede/tde_arquivos/6/TDE-2004-07-05T130948Z-77/Publico/DissertAnaMaria.pdf>. Acesso em: 19 jul. 2014.

LIVRO das águas. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <http://www.redeambientalescoteira.org.br/arquivos/wwf_livro_das_aguas.pdf>. Acesso em: 12 jul. 20014.

MORAES, Rodrigo Fracalossi. *A inserção externa da indústria brasileira de defesa de 1975 – 2010*. Brasília, D.F.: IPEA, 2012.

MAR Doce. Revista Planeta, n. 492, out. 2013. Disponível em: <<http://revistaplaneta.terra.com.br/secao/ambiente/mar-doce>>. Acesso em: 19 jul. 2014.

MOREIRA, William S. *Obtenção de produtos de defesa: o desafio da transferência de tecnologia*. Revista da Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, v. 17, jun. 2011. Disponível em: <http://www.egn.mar.mil.br/arquivos/revistaEgn/pagina_revista/n17/_edicao17.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2014.

MOREIRA, William S. *Ciência e Tecnologia Militar: política por outros meios*. Revista da Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, v. 18, n.2 p. 90 jul./dez. 2012.

MOURA NETO, Júlio Soares de. *A política e as estratégias da Marinha do Brasil*. Rio de Janeiro: [s.n.], 2014. Palestra proferida para o C-PEM na Escola de Guerra Naval em 26 de fevereiro de 2014.

NAÇÕES UNIDAS. *Declaração universal dos direitos da água*. 22 mar. 1992. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/40-Declaração-Universal-dos-Direitos-da-agua>>. Acesso em: 14 jul. 2014.

_____. *United Nations Department of economic and social affairs – UNDESA. Probabilistic Population Projections*. Nova York, Estados Unidos: ONU, 2014. Disponível em: <<http://esa.un.org/unpd/ppp>>. Acesso em: 16 jul. 2014.

_____. *United Nations Educacional, scientific and cultural organizations – UNESCO*. Paris, França: The United Nations World Report, UNESCO, 2014. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/en/natural-science/environment/water/wwap/wwdr/2014-water-and-energy>>. Acesso em: 17 jul. 2014.

OS SUBMARINOS brasileiros, de 1914 até hoje. *Poder Naval*, Rio de Janeiro, [2011?]. Disponível em: <<http://www.naval.com.br/blog/destaque/submarinos/11-os-submarinos-brasileiros-de-1914-ate-hoje>>. Acesso em: 29 maio 2014.

PROGRAMA de nacionalização do PROSUB. Acesso à Informação. Brasília, DF. Disponível em: <<http://www.acessoainformacao.gov.br>>. Acesso em: 22 jul. 2014.

PROSUB, na fronteira do conhecimento. *Revista Techno News*, Uberlândia, Minas Gerais, ano III, n° 13, 2012. Disponível em: <<http://www.technonews.com.br/2011/edicaoimpresa291012.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2014.

PROSUB, Marinha do Brasil avança na fabricação de submarinos. *Revista Techno News*, Uberlândia, Minas Gerais, ano IV, n° 19, 2014.

RECURSOS naturais: percorrer o museu de arte pré-colombiana, no Chile, é mergulhar na América de antes na chegada dos europeus. *Revista Planeta*, n. 436, jan. 2009. Disponível em: <<http://www.revistaplaneta.terra.com.br/secao/unesco-planeta/recursos-naturais>>. Acesso em: 11 jul. 2014.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO DISTRITO FEDERAL. *Projeto de águas de usos diversos: programa de águas de usos diversos: plano de gestão integrada da qualidade ambiental no Distrito Federal*. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <<http://www.semarh.df.gov.br/qualiar/Pdf/REVISTA-REUSO-AGUAS.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2014.

SEMINÁRIO do livro branco de defesa nacional. Rio de Janeiro: Associação dos Diplomados da Escola Superior de Guerra – ADESG, 2005. Disponível em: <<http://www.adesg.net.br/noticias/o-que-e-o-livro-branco-de-defesa-nacional>>. Acesso em: 24 jun. 2014.

SILVA, Cleide. Crise do Cantareira faz indústria reduzir consumo de água e ameaça produção. *O Estado de São Paulo*, São Paulo, 11 maio 2014. Disponível em: <<http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,crise-do-cantareira-faz-industria-reduzir-consumo-de-agua-e-ameaca-producao,1165359>>. Acesso em: 19 jul. 2014.

SOUZA. Marco Polo Áureo Cerqueira de. *Nossos Submarinos: sinopse histórica*. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação Geral da Marinha, 1986.

STOCKHOLM INTERNATIONAL PEACE RESERCH INSTITUTE. SIPRI YEARBOOK, 2013. Disponível em: <<http://www.sipri.org/yearbook/2013/04>>. Acesso em: 24 mar. 2014.