

CORVETAS SUCESSORAS DA BARROSO: Comparação de dois tipos de obtenção

RENÉ VOGT*
Engenheiro

SUMÁRIO

- Introdução
- Possíveis Requisitos de Estado-Maior (REM)
 - Comentários sobre os REM
- Navios de referência
 - Considerações sobre a obtenção das novas corvetas
 - Custos, prazos e desempenho
- Concepções iniciais
 - Configuração 1 – Projeto Conservador, *Barroso* modernizada
 - Configuração 2 – Projeto Evolutivo I da *Barroso*
 - Configuração 3 – Projeto Evolutivo II da *Barroso*
- Comparação entre as três configurações
 - Custos de obtenção
 - Prazos de obtenção
 - Características de desempenho
 - Disponibilidade, confiabilidade e apoiabilidade
- Conclusão final
- Apêndice A – Cálculos geradores das Configurações 1, 2 e 3
(Disponíveis mediante solicitação ao autor)
- Apêndice B – Siglas, símbolos, abreviações e definições

INTRODUÇÃO

Este é um estudo inicial. Seu propósito é comparar preliminarmente dois possíveis tipos de obtenção de corvetas: um conservador e um evolutivo. A comparação será feita sob os aspectos de custo, prazo,

desempenho operativo, disponibilidade, apoiabilidade e confiabilidade. Na obtenção do tipo conservador, considera-se uma possível configuração de navio com o mesmo casco da *Barroso*, mas com atualizações recomendáveis para alguns de seus sistemas e equipamentos. Na ob-

* Engenheiro civil, empresário e membro da Sociedade Amigos da Marinha de São Paulo (Soamar-SP). É segundo-tenente RM2-CA.

tenção do tipo evolutivo, consideram-se duas possíveis configurações para um novo navio derivado da *Barroso*, porém maior, tecnologicamente evoluído, militarmente mais capaz e moderno.

Recentemente, a Marinha do Brasil (MB) anunciou oficialmente a intenção de construir quatro novas corvetas evoluídas da classe *Barroso*, sem prejuízo do projeto de novos escoltas do Programa de Obtenção de Meios de Superfície (Prosuper). Se a intenção concretizar-se, será um grande passo para reativar as equipes técnico-gereciais-operativas das quais dispúnhamos no período de 1980 a 1990. Naquela época, projetamos e construímos as quatro corvetas classe *Inhaúma*, que na realidade era uma série de quatro navios-protótipo (Ref. 42). Estas apresentaram alguns problemas que foram corrigidos no projeto da nova classe *Barroso*, que, por vários motivos, teve seu projeto e sua construção muito demorados, incorporando-se à Esquadra somente em 2008, cerca de 14 anos após seu batimento de quilha.

A nova classe a ser projetada e construída poderá ser de um navio igual à *Barroso* com algumas modificações, se seguirmos uma linha de projeto conservador. Contudo, haveria razões para se pensar num projeto evolutivo, usando-se a *Barroso* para projetar um meio pouco maior, com maior capacidade operativa e tecnologias mais modernas. Tal poderia não ser risco demasiado em termos de custo-prazo-desempenho. Contudo, provavelmente pouco da experiência pessoal acumulada na *Barroso* será usada, pois a equipe técnico-gerecencial que a gerou desfez-se no longo hiato desde o projeto da *Barroso*. Pode-se dizer quase o mesmo da equipe do Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ) que detalhou o projeto e realizou a construção.

Para o novo programa de projeto e construção das quatro corvetas propostas,

será indispensável que a equipe de projeto consulte exaustivamente a documentação existente e a experiência operativa, analisando o que se passou e tirando conclusões que deverão ser aplicadas no novo projeto.

Para dar um mínimo grau de credibilidade ao presente estudo, o autor escolherá alguns equipamentos cujas informações se encontram disponíveis na literatura ostensiva. Todos os nomes, marcas ou modelos mencionados são uma opção do autor e de sua livre escolha, sendo que as opiniões aqui colocadas não representam a opinião oficial da Marinha do Brasil.

POSSÍVEIS REQUISITOS DE ESTADO-MAIOR (REM)

Na medida do possível, o autor coletou informações que permitissem especular sobre os possíveis Requisitos de Estado-Maior (REM) para a obtenção de uma nova classe de corvetas para a Marinha do Brasil. Seguindo uma tendência mundial, a nova corveta deverá ser um meio razoavelmente multifuncional, ou seja, uma plataforma capaz de realizar vários tipos de missões em águas territoriais com suas peculiaridades de operações em litorais.

Em tempos de paz ou Operations Other Than War (OOTW), missões típicas incluem patrulhamento da Economical Exclusive Zone (EEZ), restrição a contrabando e tráfico de drogas e armas, proteção da riqueza mineral e pesqueira, controle da poluição, Busca e Salvamento (SAR – Search And Rescue) e ajuda humanitária.

Nas situações de crise em vários graus de intensidade ou mesmo de guerra, a variedade de missões inclui, por exemplo, vigilância e reconhecimento, ataque com mísseis contra navios e instalações costeiras inimigas, defesa contra operações anfíbias inimigas e apoio a operações anfíbias aliadas, guerra antissubmarino (ASW – Anti-Submarine Warfare),

ações contra submarinos pequenos e silenciosos utilizados na infiltração de comandos ou operações de minagem ofensiva, escolta de meios navais de grande porte e de suprimento e proteção da navegação comercial aliada.

Sendo um meio que opera essencialmente próximo às costas e em ambientes ruidosos com uma variedade de interferências (relevos, nuvens, chuva e trovoadas, marés, radiofrequência, navegação costeira, aves e animais marinhos), o conjunto de sensores eletrônicos deve ser adequado a este ambiente, demandando tempos de reação extremamente curtos para uma defesa eficaz contra vários tipos de ataques-surpresa, inclusive assimétricos.

Entretanto, a corveta deverá ter características que lhe confirmem boas qualidades náuticas em alto-mar, pois o Brasil não tem mares confinados, e sim o Oceano Atlântico e uma longa costa. A corveta deverá ser um meio naval com boa capacidade militar para complementar ou substituir os escoltas de grande porte em missões para as quais estes não sejam de emprego adequado, possibilitando um dispêndio mais racional das verbas públicas na aquisição dos meios de superfície, obtendo um número maior de meios com um bom equilíbrio bélico e melhor presença dissuasiva nos mares.

Pelo que foi exposto acima, supomos que os seguintes REM possam ser desejáveis para as novas corvetas:

a) Missões: Essencialmente vigilância e reconhecimento, defesa das águas territoriais e EEZ, escolta de meios navais de maior porte e navios mercantes, patrulha de rotas de navegação e operações militares essencialmente no papel de defesa e vigilância. Capacidade de ataque limitada à ação defensiva de curto raio de ação.

b) Dimensões principais: Porte compatível com as qualidades náuticas exigidas. Dimensões que permitam demandar qualquer porto nacional e ser docado na maioria dos diques disponíveis em nosso território.

c) Autonomia de mantimentos para cerca de 25 dias.

d) Raio de ação: Maior que 6.000 milhas com velocidade de 18 nós (*fuel endurance* = 15 dias de mar) e maior que 8.000 milhas com velocidade de 15 nós (*fuel endurance* = 25 dias de mar).

e) Velocidade máxima: 28 nós.

f) Disponibilidade: Disponibilidade de 70% ou 256 dias/ano, com um mínimo de 150 dias de mar sem restrições, isto é, com 100% da propulsão e dos equipamentos, sensores e armamentos plenamente operacionais. Nos demais 106 dias de disponibilidade, pode-se aceitar algumas restrições, desde que não comprometam a segurança da tripulação e do navio.

g) Capacidade para abrigar e operar dois helicópteros do porte igual ao Lynx Mk-21 (MB), Super Lynx 300, AW-159 Wild Cat ou similar, mas hangaragem para somente um helicóptero. Espaço adicional e condições para a operação de um *drone* de asa rotativa da classe do Camcopter S-100 ou similar.

h) Sistemas eletrônicos de Electronic Support Measures (ESM), Electronic Counter Measures (ECM), Electronic Intelligence (Elint), Signals Intelligence (Sigint). Comunicações criptografadas na principais frequências (Satcom), capacidade CEC (Cooperative Engagement Capability) e Network Centric Warfare (NCW). Despistadores de mísseis.

i) Radar 3-D *phased array* de busca/vigilância/rastreamento de alvos e direção de tiro, Radares 2-D *phased array* para busca de superfície e navegação, 1 diretora de radiofrequência, 1 diretora optrônica, sistema Interrogation Friend-or-Foe (IFF) e sistema Infra-Red Search and Track (IRST).

j) Sonar de casco ativo/passivo de baixa/média frequência de tamanho e alcance compatível com o porte do navio.

k) Armamentos: Artilharia principal multiemprego 1 de 114 mm ou 76 mm,

2 reparos de 40 mm ou 30 mm, Close-In Weapon System (CIWS) e 2 de 30 mm anti-alvos assimétricos. Possibilidade de montar vários reparos de calibres 7,62 mm ou 12,7 mm operados manualmente, mísseis AAeW ou defesa de ponto, mísseis antinavio e alvos em terra. Torpedos leves ASW 2 reparos duplos internos.

l) Sistema de Combate: Versão mais recente do Sistema de Controle Tático (Sicon-ta) por ocasião da construção do primeiro da classe. Deverá ter uma dimensão adequada ao perfil de missões da nova corveta.

m) O conjunto de armas deve seguir uma tendência mundial para navios-escolta desta classe. Deve haver uma flexibilidade de emprego para cada tipo de missão, dentro do conceito *fitted for but not with*.

n) Nacionalização: Terão prioridade todos os itens que já são ou serão fabricados e suficientemente apoiados no Brasil na época em que forem iniciados os projetos de concepção e apoio logístico integrado dos novos meios. Contudo, este critério deverá contemplar o Custo de Obtenção dos navios em função dos prazos e número de meios a serem obtidos pela MB.

o) Prazos: Para o primeiro da classe, após o término dos estudos de exequibilidade, concepção, preliminar e detalhamento, prevê-se um prazo de 36 meses para a construção e 18 meses para testes de cais, mar e integração de sistemas. Antes de iniciar a construção do segundo da classe, o primeiro deverá passar ainda por mais 12 meses de testes de avaliação operacional e de engenharia. Os demais três da classe devem se suceder em intervalos de 18 meses.

p) Custos de obtenção: A nova corveta, devidamente equipada com sensores e armamentos, deverá ter um custo entre US\$ 260 milhões e US\$ 300 milhões, segundo o padrão internacional corrente para esta classe de navio. Este custo não inclui o helicóptero, *drone* ou outros acessórios.

Comentários sobre os REM

Item a) A corveta é um meio militarmente capaz, mas com uma envergadura menor do que um escolta de grande porte. Este tem missões ofensivas em alto-mar, embora também tenha capacidade para operar em litorais. No entanto, a corveta vem a ser o complemento para missões menos ambiciosas, sobretudo costeiras e litorais, com missões de patrulha, escolta e defesa, para as quais o emprego do escolta maior seria um desperdício de recursos.

Item b) As dimensões devem contemplar boas qualidades náuticas, permitindo à corveta navegar em alto-mar, pois a costa brasileira tem características de mar aberto. O porte é importante para se obter uma boa autonomia, raio de ação, capacidade militar e qualidades náuticas. Contudo, tais dimensões devem também respeitar a manutibilidade e a capacidade de apoio ao longo da costa brasileira, permitindo-lhe demandar qualquer porto e navegação sem restrições e poder ser docada e reparada no maior número possível de diques e oficinas.

Itens c), d) e e) Definem parcialmente sua capacidade operativa.

Item f) O requisito de disponibilidade do navio implica a confiabilidade de utilização do meio. Esta confiabilidade é obtida mediante uma manutenção preventiva e programada, chamada de Manutenção Centrada na Confiabilidade ou, em inglês, Reliability Centered Maintenance.

Esse tipo de manutenção requer, desde o início do projeto do navio, a elaboração de apoio logístico integrado, que deverá prosseguir, reajustando-se, durante toda a vida útil do navio, desde a incorporação até à baixa e o sucateamento. Ela se chama integrada porque integra todos os elementos de apoio e está intrinsecamente ligada ou integrada ao projeto do navio, que leva em conta a escolha dos equipamentos, os

procedimentos adequados e a frequência de manutenção preventiva para todos os componentes do navio e baseados, também, nas informações dos fabricantes/fornecedores sobre os respectivos Mean Time Between Failures (MTBF), Mean Time Between Overhauls (MTBO) e Mean Time Between Replacement (MTBR), todos estes fatores decisivos na estimativa da Disponibilidade Operacional do meio.

No escopo do apoio logístico integrado, deve-se seguir uma tendência atual de incluir os fornecedores escolhidos na logística, obrigando-os a assumir contratualmente a responsabilidade por todas as informações fornecidas sobre seus equipamentos, a manutenção regular com pessoal especializado próprio, assistência aos técnicos de Bases Navais e do AMRJ e a disponibilização tempestiva de sobressalentes, ou apoiabilidade, em prazos especificados contratualmente.

Fundamental para definir o nível de disponibilidade do navio é a elaboração de uma escala de prioridades para os diversos equipamentos a bordo segundo seus MTBF, fornecidos pelos respectivos fornecedores. Esta escala de prioridades deve definir os sistemas e equipamentos que impedem o navio de suspender e quais permitem ao navio suspender com restrições. Além disso, o cruzamento das informações dos MTBF de cada equipamento nesta escala de prioridades indicará entre eles o menor intervalo de tempo, que será o fator decisivo para determinar os intervalos de manutenção preventiva para o navio como um todo.

Itens h) a m) O novo escolta deverá apresentar uma característica de flexibilidade operacional compatível com seu porte e custo de aquisição. Atualmente, em todas as Marinhas do mundo há uma busca de redução de custos operacionais e número de meios, pois os orçamentos militares estão encolhendo. Desta forma, cada novo

meio deve ser capaz de realizar mais do que apenas uma missão dedicada.

No presente estudo, a *Barroso* modernizada continua sendo equipada com o armamento atual: canhão principal de 114 mm e secundário de 40 mm, embora nas versões mais modernas, Mk-8 Mod. 1 e Mk-4 da BAe Systems, respectivamente, como fator simplificador e não suscitar polêmicas improdutivas num momento de urgência de obtenção dos novos meios.

Item l) O índice de nacionalização deve ser contemplado com certo cuidado para não se impactar o custo de obtenção das corvetas. Antes de mais nada, devem ser definidos o número de corvetas a serem obtidas e seus prazos de construção e comissionamento. Em segundo lugar, avaliar todos os itens que já são produzidos no País. Terceiro, verificar quais produtos não são produzidos nacionalmente, mas cujos fabricantes estão estabelecidos no Brasil. E, finalmente, os produtos e itens que precisam ser comprados no exterior de firmas sem representação no Brasil, com maior rigor contratual sob a ótica do apoio logístico integrado. O número de meios previstos será crucial neste balanço de nacionalização *versus* custo de obtenção.

Finalizando, um item deve ser cláusula pétreia do projeto “corveta”, independentemente do custo a ser incorrido: a aplicação continuada do sistema Siconta. Se uma avaliação sugerisse que o Siconta fosse incompatível ou inferior à aptidão exigida para operar os sistemas escolhidos acima, ele deveria ser aperfeiçoado para equipar pelo menos os últimos navios da série e ser depois introduzido nos primeiros, durante as primeiras atualizações.

NAVIOS DE REFERÊNCIA

O autor resume o resultado da coleta de informações mais detalhadas sobre os meios

a serem comparados, sendo que na mídia especializada aparecem somente aqueles dados que são os mais óbvios e menos comprometedores. Na tabela nº 1, relacio-

namos uma gama de meios atuais de várias Marinhas e procedências, cujas dimensões estudaremos para comparar com aquelas que melhor nos convêm.

Tabela nº 1: COMPARATIVA DOS PARÂMETROS DE CORVETAS MODERNAS

DADOS	01 BARROSO	02 K-130 (Alemanha)	03 MEKO A-100 (Alemanha)	04 MEKO TYPE 621 (Polônia)	05 MEKO 100 KEDAH (Malásia)	06 LEKIU RMN (Malásia)
LOA (m)	103,4	89,1	91,1	95,2	91,1	106,0
LWL (m)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
BWL (m)	11,4	13,2	11,8	13,1	12,6	12,8
T (m)	4,0	3,4	4,4	3,6	3,4	3,1
LWL/BWL	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Desl.Max (t)	2.350	1.840	1.650	2.035	1.850	2.270
Vel.Max(kts)	25+	26+	22+	30	22+	28
Auton. (dias)	n.d.	7	n.d.	n.d.	10	n.d.
Raio A. (nm)	4.000/n.d.	2.500/15	6.000/15	4.000/15	6.000/12	5.000/n.d.
Propulsão	Codog	Codad 14,8 MW	Codad 11,0 MW	Codad	Codad 11,0 MW	Codad 29,6 MW
Tripulação	154	65	78 + 15	74	78	146
Artil. Princ.	1 x 114 mm	1 x 76 mm	1 x 76 mm	1 x 76 mm	1 x 76 mm	1 x 57 mm
Artil. Sec.	1 x 40 mm	2 x 27 mm	1 x 30 mm	2 x 35 mm	1 x 30 mm	2 x 30 mm
AAeW		2 x RAM	1 x RAM	1 x RAM		16 x SeaWolf
ASuW	8 x MM40	4 x RBS-15	8 x MM40	8 x RBS-15		8 x MM40
ASW	2 x LWT					2 x LWT
Helicóptero He	1 x Lynx c/ Hangar	1 x Lynx s/ Hangar	1 x SH70B	1 x Lynx	1 x Lynx ou 1 x SH70B	1 x Lynx
<i>Drone</i>		S-100				
DADOS	07 FLORÉAL (França)	08 OPC USCG (USA)	09 BAM (Espanha)	10 SIGMA (Holanda)	11 MILGEM (Turquia)	12 KHAREEF (Oman)
LOA (m)	93,5	108,0	93,9	105,1	99,6	99,0
LWL (m)	n.d.	96,0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
BWL (m)	14,0	n.d.	14,2	13,0	14,4	14,6
T (m)	4,3	n.d.	4,2	3,8	3,9	4,1
LWL/BWL	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Desl.Max (t)	2.950	n.d.	2.500	2.400	2.300	2.660
Vel.Max(kts)	20	25	20+	30	30	25
Auton. (dias)		n.d.			10	10
Raio A. (nm)	10.000/15	7.500/	8.700/	4.000/18	3.500/15	4.500/
Propulsão	Codad 25,9 MW	Codag	Codoe	Codad 18,5 MW	Codag 31,6 MW	Codad
Tripulação	88	75	35 + 35	100 + 20	93 + 13	100
Artil. Princ.	1 x 100 mm	1 x 57 mm	1 x 76 mm	1 x 76 mm	1 x 76 mm	1 x 76 mm
Artil. Sec.	2 x 20 mm		2 x 25 mm	1 x 30 mm	2 x 12,7 mm	2 x 30 mm
AAeW					RAM/ESSM	12 Mica VL
ASuW	8 x MM40				8 x Harpoon	8 x MM40
ASW					2 x LWT	
He	1 x Panther c/Hangar	SH70B c/Hangar	1 x NH-90 c/Hangar	1 x Lynx c/Hangar	S-70B c/Hangar	1 x Lynx c/Hangar
					UAV	

Os preços informados pela mídia especializada (<http://newwars.wordpress.com/warship-costs/> e Naval Forces [Ref. 44 e 45] referem-se aos navios completos com armamentos, mas sem mísseis, torpedos, munições e helicópteros orgânicos ou *drones*.

Considerações sobre a obtenção das novas corvetas

Devido ao intervalo de mais de 20 anos até hoje decorrido desde o início do projeto da *Barroso*, e de mais de seis anos desde seu comissionamento, a experiência obtida com o programa de construção das corvetas *Inhaúma* e *Barroso* foi possivelmente perdida, salvo o conhecimento devidamente documentado e ainda recuperável. Esta descontinuidade nos fez perder a oportunidade de continuamente atualizar e renovar as equipes técnico gerenciais formadas durante aquele programa. Somente trabalhos contínuos com novos projetos e construções de meios navais asseguram a experiência, a consolidação e a atualização dos conhecimentos.

Mesmo com a documentação técnica disponível sobre as classes *Inhaúma* e *Barroso*, o bom senso aponta na direção de um projeto inovador, aproveitando-se a evolução da tecnologia nestes últimos 20 anos. Assim, uma nova corveta será na realidade um novo protótipo evolutivo, ou seja, evoluído de meio(s) idêntico(s) anterior(es). Como tal, o primeiro da classe demandará o tempo necessário para as diversas etapas clássicas de projeto (exequibilidade, concepção, preliminar, contrato e construção), o tempo de construção propriamente dito, as provas de cais e de mar, quando serão realizados os testes para integração de sistemas, avaliação operacional (verificação dos requisitos operacionais) e avaliação de engenharia (verificação de falhas ou

imperfeições de projeto ou construção que prejudiquem o desempenho e a apoiabilidade), antes da incorporação da nova corveta. Mas, dependendo do prazo previsto para a incorporação do primeiro da classe, reduzem-se as chances de evoluir para um novo projeto mais moderno, limitando-nos a uma mera (ainda que melhorada) reprodução da *Barroso*. Leitura recomendada: “A Busca da Grandeza V” do VA (Ref^o-EN) Elcio de Sá Freitas (Ref. 50).

Os custos de obtenção e do ciclo de vida dos navios serão definidos por requisitos operacionais, número total de meios a serem adquiridos, prazos de construção de cada navio, prazo para a incorporação do primeiro da classe, intervalos entre as construções sucessivas e custos de manutenção e modernização. As plataformas seriam idênticas em todos os navios da classe, bem como os sistemas de combate e armas. Os perfis das missões da corveta não demandam configurações diferenciadas, sendo que uma única configuração de sistema de combate e armamento atenderia ao conjunto de requisitos operacionais.

Como parte do projeto, deve ser formulado o Apoio Logístico Integrado. Como base inicial, os candidatos a fornecedores deverão incluir em suas propostas dados sobre confiabilidade, manutibilidade e apoiabilidade de seus sistemas e equipamentos, sob a condição de serem eles mantidos e expandidos antes da assinatura do contrato. O autor recomenda a leitura dos artigos “O Processo de Obtenção de Sistemas de Defesa”, do CMG (RM1) Paulo Rui de Menezes Capetti (Ref. 48), e “A Busca da Grandeza VI”, do VA (Ref^o-EN) Elcio de Sá Freitas (Ref. 49).

Todo o processo de fornecimento para construção e manutenção durante a vida útil do meio deverá ser estudado sob o ponto de vista estratégico, levando em conta o perfil e a nacionalidade dos fornecedores,

suas instalações e parcerias no Brasil, se existirem ou não. A apoiabilidade depende de muitos fatores, mas existem alguns fundamentais. O primeiro é o de haver firmas no Brasil capazes de prover apoio significativo, associadas ou não a firmas estrangeiras. O segundo, serem essas firmas, se vencedoras de licitações, declaradas preferenciais para futuras manutenções dos sistemas que fornecerem.

Sumamente importante será planejar um programa de construção naval de longo prazo, com construções distribuídas ao longo do tempo e sem a preocupação de obter um lote maior inicialmente. Desta forma, seria possível perenizar a ocupação da indústria fornecedora, ocupando e fazendo evoluir a Base de Logística de Defesa, com dispêndios financeiros distribuídos equilibradamente ao longo do tempo. Na esteira de um programa de longo prazo, temos adicionalmente os ciclos de modernizações e reformas dos navios, que manteriam os estaleiros e as indústrias fornecedoras ocupadas, fechando um círculo virtuoso. Mas, para realizar um projeto de longo prazo que possa trazer os benefícios associados, seria imprescindível a provisão dos recursos orçamentários e financeiros necessários. Os benefícios de tal programa são tangíveis.

Um programa bem engendrado poderá rapidamente aumentar o ritmo de construção das novas corvetas, com o intuito de, num segundo passo, acelerar a desincorporação das corvetas atuais, padronizando a classe e sua manutibilidade/apoiabilidade e reduzindo os custos de obtenção e ciclo de vida.

A disponibilidade de uma Base Logística de Defesa eficiente e de alto desempenho como requisito para a manutenção de uma elevada apoiabilidade material dos meios navais desempenha um papel importante e, mesmo assim, sofre com os cortes contínuos dos orçamentos militares atuais em nível global.

Devido à falta de novos projetos, a indústria, na maioria dos países, sofre com a contínua redução de recursos. Nenhuma indústria que depende do lucro para sobreviver pode se dar ao luxo de manter uma capacidade e competências altamente especializadas, apenas com a vaga esperança de receber uma pequena encomenda a cada dois anos ou um grande pedido a cada década.

Como consequência inevitável, muitas áreas de trabalho e especialidades poderão ser encerradas, ou mesmo firmas inteiras poderão ser fechadas. No futuro, nem mesmo a mera manutenção de sistemas obsoletos encontrará um suporte industrial. Mas, ainda assim, numa tentativa de evitar estas consequências nefastas, o caminho dos grandes projetos individuais que com grandes intervalos de tempos exigem o máximo em recursos industriais deve ser abandonado. Em seu lugar devem entrar projetos perenes, mais frequentes e menos ambiciosos, com dispêndios equilibrados, que possibilitem uma contínua ocupação da base industrial (Ref. 51).

Custos, prazos e desempenho

Custos, prazos e desempenho em programas de projeto e construção de navios de guerra dependem essencialmente de conhecimento e experiência. Para acumular experiência e transformá-la em conhecimento, é necessário um processo sistemático e contínuo. Esse processo tem sido bloqueado por longas descontinuidades impostas aos programas navais da Marinha do Brasil.

No caso das novas corvetas, existe o conhecimento documentado da classe *Inhaúma* e da *Barroso*. Mas as equipes de projeto e construção desses navios quase totalmente se desfizeram no hiato de 20 anos desde o início do projeto da *Barroso*.

Há novos engenheiros, técnicos e operários com boa formação. Porém só num novo programa naval eles se tornarão experientes. Esta afirmação também se aplica ao segmento técnico-gerencial-operativo da equipe de direção e gerência técnica do programa.

No caso de sistemas de combate e armas, o lógico e sensato será continuar desenvolvendo e aplicando o Siconta, sendo a integração do sistema de combate com o armamento e com o controle da plataforma a parte mais difícil e demorada. Em qualquer destas situações, havendo dúvidas, devemos buscar uma consultoria estrangeira específica. Entretanto, a corveta não tem o nível de complexidade de um escolta maior, mas seu projeto e sua construção nacionais já pavimentariam o caminho da experiência para a futura construção dos escoltas. O autor sugere a leitura do artigo “A Busca da Grandeza IX”, na *RMB* 4^o/2012 (Ref. 46).

O cuidadoso e minucioso estudo dos projetos de engenharia de exequibilidade e concepção será fundamental para minimizar possibilidades de problemas futuros relativos à operação e à engenharia da corveta, problemas estes que certamente alongam prazos de construção e testes e aumentam os custos gerais. Portanto, correções ou modificações devem ter suas necessidades reconhecidas o mais cedo possível.

Comparando com os meios listados na tabela nº 1, construídos por estaleiros experientes, podemos prever para o primeiro navio da classe um prazo de três a quatro anos para projeto e construção e dois anos de testes de cais, mar, integração de sistemas, avaliação operacional e de engenharia, no caso de um projeto conservador. Esses prazos longos são consequência do último e longo hiato em programa de projeto e construção de navios de guerra no Brasil. Os prazos se alongam em relação aos pro-

gramas de outros países mais evoluídos, e o segundo da classe só deveria ter sua construção iniciada cinco anos após o batimento de quilha do primeiro da classe, se tudo correr bem e não faltar verba.

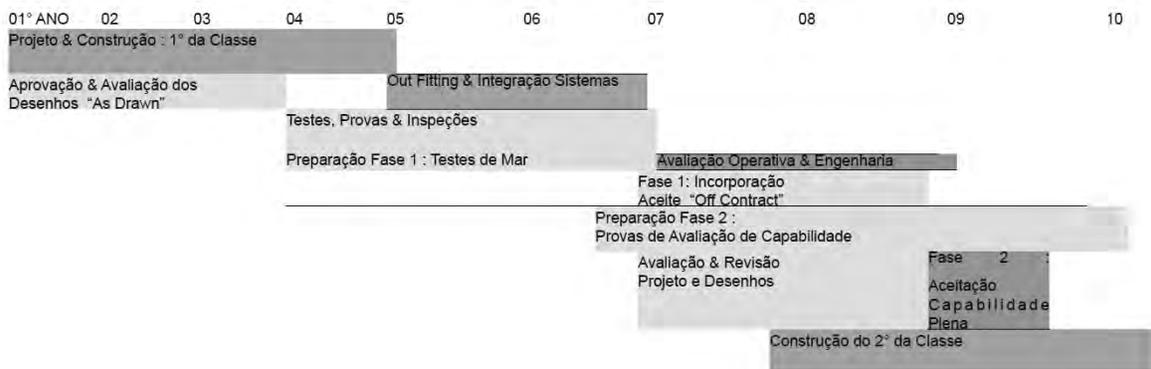
A construção do primeiro navio da classe só deverá ser iniciada quando a maioria dos desenhos estiver pronta, para evitar perdas de tempo e dinheiro em retrabalhos. Será essencial elaborar os planos de testes de avaliação de engenharia e desempenho ainda durante a fase de projeto do primeiro da classe. Essa avaliação indicará alterações de projeto a implementar nos navios seguintes, cuja construção deverá ser programada para que essas sejam introduzidas no momento apropriado.

As principais diferenças de prazos de projeto e construção entre um projeto conservador e inovador residem na fase de projeto e testes de um modelo em tanques de prova, o que já não seria necessário no caso do projeto conservador, reproduzindo-se o casco da *Barroso* com mínimas alterações como, por exemplo, um eventual bulbo de proa.

A construção e o *out-fitting* propriamente ditos seriam mais ou menos equivalentes nas três opções, *Barroso* modernizada, CV-2600 e CV-3000. Contudo, na fase seguinte, os testes de cais e de mar representariam um desafio maior no caso do projeto inovador, demandando mais tempo para os testes.

A desvantagem dos estaleiros nacionais em relação aos estrangeiros mencionados neste trabalho é a falta de experiência acumulada, que certamente demandará prazos mais dilatados, que podem ser compensados ou mitigados com uma consultoria estrangeira adequada. A rigor, a construção de cada navio só deveria ser iniciada se as experiências adquiridas com os antecessores tiverem sido aprovadas. Mas, com a premência do setor operativo,

CRONOGRAMA DE PROJETO E CONSTRUÇÃO DAS CORVETAS CV-2600 OU CV-3000



talvez seja necessário acelerar o processo construindo um número maior de navios simultaneamente, mas, neste caso, dever-se-ia dispendir mais tempo nas fases de projeto e avaliação dos desenhos. O cronograma acima esboça o programa de construção das novas corvetas mais ajustado à realidade brasileira.

Para uma *Barroso* modernizada, o cronograma acima seria diferente no tocante aos prazos. Se for meramente uma repetição de projeto, o prazo será ainda mais reduzido.

Deste ponto em diante, vamos esclarecer e definir as opções consideradas pelo autor e que estão na tabela nº 2 da página seguinte, a saber:

a) *Barroso* modernizada – a mera reprodução do navio atual com mínimas modificações e aperfeiçoamentos;

b) *Barroso* Configuração 1 – mesmas dimensões, porém com a superestrutura modificada e aperfeiçoamentos mais abrangentes, inclusive possível modificação da propulsão;

c) *Barroso* Configuração 2 – equivale à CV-2600, mas com o mesmo projeto do navio da Configuração 1 e novas dimensões;

d) *Barroso* Configuração 3 – equivale à CV-3000, mesmo comentário do item c);

Observação: Na tabela nº 2, a coluna da Configuração 1 corresponde aos dados calculados para as características da *Barroso* atual, devido à falta de maiores informações. Os mesmos dados são adotados pelo autor para as outras versões.

Com os dados disponíveis na tabela nº 2, e referindo-nos à construção das corvetas listadas na tabela nº 1, estimamos por comparação que o custo de obtenção de uma corveta inteiramente nova como as CV-2600 ou CV-3000, ou seja, a plataforma completa mas sem acessórios como, por exemplo, o helicóptero, pode-se situar entre US\$ 240 milhões e US\$ 310 milhões, dependendo da propulsão, sistema de combate e armamentos escolhidos.

O custo de uma mera repetição da *Barroso*, ou seja, de uma *Barroso* modernizada, não tem como ser estimado no presente trabalho, mas poderia ser sensivelmente menor do que um projeto inteiramente novo, categoria na qual também enquadraremos uma *Barroso* Configuração 1.

Optaremos pelo custo maior por segurança. Contudo, deve-se avaliar os custos industriais específicos da realidade brasileira. Simultaneamente, será necessário desenvolver o estudo do Apoio Logístico Integrado e prever o custo de ciclo de vida do novo meio naval (Ref. 48).

TABELA Nº 2: COMPARAÇÃO DOS DADOS CALCULADOS NO APÊNDICE A:

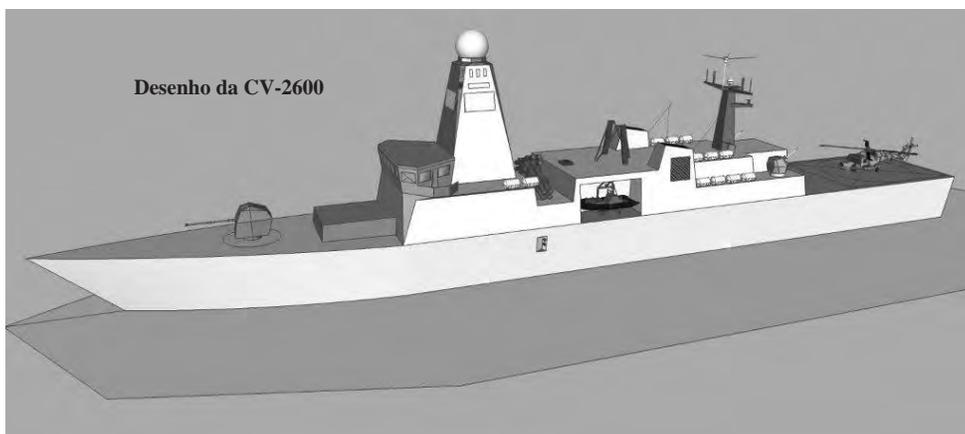
CARACTERÍSTICAS	BARROSO (*) Configuração 1	CV-2600 Configuração 2	CV-3000 Configuração 3
L over-all (m)	103,40	115,00	118,00
L water-line (m)	96,30	105,00	108,00
B water-line (m)	11,40	13,00	13,50
B max (m)	Flare 7,5° : 12,70	15,00	15,50
T (m)	4,00	4,00	4,30
D (m)	6,75	8,70	9,00
L/B (wl)	8,45	8,08	8,00
Lwl/D	14,27	12,07	12,00
T/D	0,59	0,49	0,48
Cb	0,53	0,48	0,48
Cp long.	0,67	0,622	0,622
Peso leve	1.710	1.815	2.030
Peso leve+Res.Proj.(ton)	1.813	1.924	2.152
DWT (tons)	418	589	728
Desloc. máx. (tons)	2.231	2.513	2.880
Desl. Máx. + SLA (tons)	2.388	2.690	3.085
B/D	1,69	1,494	1,500
S plano d'água (m2)	1.029	1.057	1.133
S seção mestra (m2)	36,12	40,14	44,82
GM (m)	1,70	1,68	1,68
T roll (seg)	6,97	7,99	8,30
T pitch (seg)	5,19	5,40	5,48
S área molhada (m2)	1.215	1.348	1.463
Propulsão (modo)	(**) Codog/Codad	Codad/Codoe	Codad/Codoe
PB max (MW)	Veloc 15 kts : 1,994	22,03	23,79
Raio de ação (n.m.)/15	4.000	9.330	10.660
Raio de ação (n.m.)/18	xxx	7.070	8.011
Fuel endurance (dias)/15	11	26	30
Fuel endurance (dias)/18	xxx	16	19
Autonomia (dias)	(***) 30	25	35
Tripulação (pessoas)	150	100 + 20	100 + 20
Velocidade máx. (nós)	27	28	28
SLR Vmax	1,415	1,405	1,386
Nº de Froude	0,452	0,449	0,442
Hélice (dia/rpm/28 kts)	xxx	3,50m / 5 pás / 285 RPM	3,50 m /5 pás / 292 RPM
Geração Elétrica (kW)	2.600	3.240 kW + 408 kW	3.240 kW + 408 kW
Canhão principal	BAe 114 mm Mk-	Oto Melara 76 mm SP	Oto Melara 76 mm SP
Canhão secundário	Bofors 40 mm Mk-3	2 x Bofors 40 mm Mk-4	2 x Bofors 40 mm Mk-4
Metralhadoras			
Mísseis ASuW	8 x Exocet SSM40 Bl 3	8 x Exocet SSM40 Bl 3	8 x Exocet SSM40 Bl 3
Mísseis AAW		ESSM/Umkhonto	ESSM/Umkhonto
Torpedos ASW	2 x III Raytheon Mk-46	2 x II	2 x II
Helicóptero	1 x Lynx / AW 159	1 x Lynx / AW 159	1 x Lynx / AW 159
Custo Inicial Obtenção	US\$ 290 milhões	US\$ 310 milhões	US\$ 310 milhões
Custo Ciclo de Vida 35 anos	US\$ 592 milhões	US\$ 633 milhões	US\$ 633 milhões
Tempo Comissionamento Primeiro da Classe	6 anos	(****) 8 anos	(****) 8 anos

(*) As características listadas na coluna da Configuração 1 (desenho) correspondem também às da *Barroso* atual (calculadas pelo autor) e à da *Barroso* modernizada.

(**) A propulsão da *Barroso* atual é Combination Diesel or Gas (Codog), e a mesma propulsão seria adotada para a *Barroso* modernizada, mera reprodução da corveta atual. Entretanto, para a *Barroso* Configuração 1 seria adotada a propulsão Combination Diesel and Diesel (Codad). A propulsão Combination Diesel or Electric (Codoe) não seria considerada devido às limitações de peso e volume.

(***) O autor questiona esta autonomia, que é supostamente a quantidade de mantimentos para 150 tripulantes para 30 dias, incompatível com o calculado para as opções “2” e “3”, estas com apenas 2/3 do número de tripulantes, em que definimos expressamente como sendo o número de dias e a respectiva quantidade de mantimentos.

(****) A título comparativo, a Corveta *Milgem* (Turquia) demandou sete anos (custo inicial de obtenção = US\$ 250 milhões), incluindo o tempo de projeto, como considerado no nosso caso para as CV-2600 e CV-3000. Já no caso da *K-130* (Alemanha), o prazo desde o batimento de quilha até a incorporação foi de quatro anos (custo inicial de obtenção = US\$ 310 milhões), mas não temos informação sobre o prazo de projeto. A diferença no custo entre as duas deve-se ao fato da K-130 ser muito mais bem equipada com sensores e armamentos, embora menor.



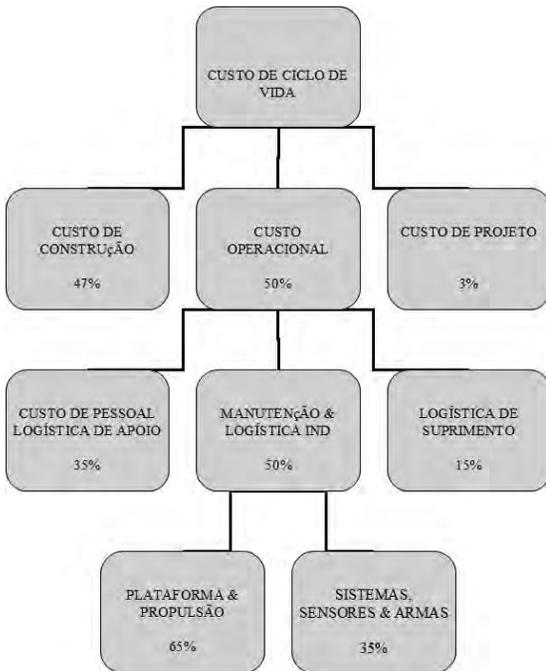
O estudo do Apoio Logístico Integrado (ALI) será um motor de desenvolvimento (sugerimos a leitura da pág. 89 da Ref. 46) da indústria nacional de defesa e o regulador do fornecimento de empresas estrangeiras, estabelecidas ou associadas no Brasil ou não.

Extraímos de um artigo (Ref. 53) um organograma, de Stephan Deucker, da TKMS (ver página seguinte), o qual exemplifica a distribuição do custo de ciclo de vida de corvetas, fragatas e destróieres, dadas as características semelhantes destes meios navais, mesmo diferindo em tamanho e deslocamento.

Modernamente, o custo de obtenção de um meio naval deve refletir o custo total do ciclo de vida do navio. Este custo cobre projeto, construção, operação, logística

industrial integrada (fornecimento de equipamentos e peças, sobressalentes, serviços industriais de fornecedores e estaleiros) e logística operacional (suprimento de consumíveis, como combustível, munição, mantimentos etc.) e logística de pessoal e apoio (apoio ao pessoal embarcado, como assistência médica e familiar, vestuário, treinamento etc.), manutenção de rotina e modernizações de meia-vida, fechando na desmobilização e no sucateamento.

Para navios das classes de destróieres, fragatas e corvetas, considera-se um ciclo de vida de 30 a 35 anos e uma modernização abrangente de meia-vida. No entanto, com a evolução cada vez mais rápida de sistemas eletrônicos, e eventuais substituições de equipamentos por razões de defeitos ou obsolescência prematura, é certo que



os navios ora em fase de projeto venham a passar por mais algumas modernizações além daquela de meia-vida.

Segundo dados do Congressional Budget Office (USA) do FY-2010, a construção de cada navio de escolta da classe DDG-51 série *flight* II-A deverá custar cerca de US\$ 1,484 bilhão = 49% do seu respectivo custo de ciclo de vida. O custo de operação anual da classe DDG-51 monta a US\$ 42,4 milhões, o que, extrapolado para um ciclo de vida de 35 anos, representa um total de US\$ 1.486 milhões. Somados os custos de construção e operacional, temos um total aproximado de US\$ 3.042, cerca de 48% do custo total do ciclo de vida do meio, podendo os 3% restantes serem adjudicados aos custos de projeto.

Avaliar quanto custaria uma CV-2600 construída no Brasil é bastante difícil neste estudo. Embora se diga que nossos custos são menores, hoje nossa mão de obra especializada rivaliza com a estrangeira, mormente

devido à sua escassez. Além disso, é sabido que a produtividade dos americanos e europeus é superior à nossa por causa da tradição, sem mencionar a disponibilidade de tecnologia avançada e automação, o que também não temos em nosso atual estado de atraso e obsolescência. A nacionalização de itens também custará além do desejado, mas deve ser vista como investimento em tecnologia e obtenção de escala industrial nacional.

Somente como exemplo a respeito do nosso atraso e consequentes custos elevados em construção naval no Brasil, a média nacional de produtividade é de 130 homens x hora por tonelada (HH/ton) de aço trabalhado, enquanto que na Coreia esta média é de apenas 22 HH/ton de aço, o que demonstra o nível de automação e eficiência dos coreanos e o nosso atraso a recuperar (Ref. 47).

Sejam quais forem as razões, vamos supor aqui meramente como um exercício especulativo, mas razoavelmente realista, que a construção no Brasil da CV-2600 custe US\$ 310 milhões, o maior valor encontrado entre as referências.

Como as informações do CBO (Congressional Budget Office – US) praticamente coincidem com as informações do organograma da TKMS (Thyssen Krupp Marine Systems), podemos inferir, com uma regra de três, que o custo do ciclo de vida da nova corveta seria de cerca de US\$ 633 milhões para 35 anos de vida útil.

Comparando o custo de um escolta, como o estudado pelo autor (Ref. 43), e a corveta, esta tem um custo estimado em aproximadamente 1/3 do custo de obtenção do escolta F-6000M1 (Ref. 1), o que confere com a opinião de Milan Vego (Ref. 44) e Massimo Annati (Ref. 45).

Quanto ao desempenho, o autor chama a atenção para os resultados listados na tabela nº 2 comparativa. Naturalmente, um navio maior oferece melhores qualidades náuticas

e maior volume interno. Assim consegue-se melhor estabilidade e capacidade de sobrevivência, capacidade militar superior e melhor desempenho do sistema de armas, maior raio de ação e autonomia e, finalmente, maior conforto para a tripulação. O desempenho relativo entre as três corvetas comparadas depende fundamentalmente do seu tamanho ou deslocamento máximo, DWT e reservas.

CONCEPÇÕES INICIAIS

Configuração 1 – Projeto Conservador, Barroso modernizada

Passados cerca de 25 anos desde o seu projeto e com a rápida evolução dos critérios de projeto e tecnologia neste período para os navios da mesma classe, a sua aparência reflete uma defasagem inequívoca. Embora seja um navio novo, devido às circunstâncias, a Corveta *Barroso* não é um navio moderno.

Talvez não seja aconselhável modernizar apenas seu sistema de combate e alguns outros menos impactantes, conservando-se o mesmo casco, pois os custos de obtenção e de ciclo de vida provavelmente não serão muito menores (da ordem de 25% a 35%) do que os correspondentes a um projeto novo como os das Configurações 2 e 3, derivadas da *Barroso*, que teriam muito maior capacidade operativa.

Mas como projetos evolutivos, derivados da *Barroso*, os riscos das configurações 2 e 3 não serão grandes. Além disso, o projeto das Configurações 2 e 3 seria um passo importante na acumulação de conhecimento e experiência para a futura construção de escoltas maiores, já prevista nos planos da Marinha.

No entanto, para as Configurações 2 e 3, os prazos de obtenção é que serão mais longos do que o de uma *Barroso* moderni-

zada ou da *Barroso* Configuração 1. Como as qualidades náuticas, características hidrodinâmicas e estabilidade da Corveta *Barroso* foram aprovadas em serviço, e tratando-se de uma obtenção quase emergencial, compreende-se que não se queira modificar o casco.

Porém vale a pena estudar a adoção de um bulbo de proa, segundo uma tendência dos meios modernos, sendo que pelo menos três navios da tabela nº 1 apresentam esta característica, a saber: *K-130* (Alemanha), *Buque de Acción Marítima* (Espanha) e *Milgem* (Turquia).

No desenho apresentado no trabalho, o autor sugere algumas modificações das linhas da *Barroso* atual, resultando na *Barroso* Configuração 1, pois a *Barroso* modernizada seria mera reprodução do navio atual. Entre outros detalhes, a adoção da tecnologia *stealth* para a *Barroso* Configuração 1 esbarra no quesito de uma boca relativamente pequena e que demandaria a adoção de um *flare* do casco com aproximadamente $7,5^\circ$ e, a partir do convés principal, a mesma inclinação para a superestrutura, com algumas penalidades em termos de espaço.

O desenho sugere a *Barroso* Configuração 1, com as dimensões da Corveta *Barroso* atual, *Barroso* modernizada. Exatamente as mesmas linhas ou *lay out* se aplicam às corvetas CV-2600 e CV-3000, com novas medidas gerais, como comprimentos, boca e calado, ajustando-se as demais medidas e os volumes internos adequadamente.

Devido à escassez de dados, o autor partiu das poucas informações disponíveis e de um desenho na literatura ostensiva, procurando determinar parametricamente algumas características da *Barroso* atual. Resumindo, estas foram calculadas pelos mesmos critérios de cálculo das CV-2600 e CV-3000, e relacionadas na tabela nº 2.

No que tange a propulsão, a adoção do modo Codad para substituir o Codog seria importante para simplificar a instalação, reduzir peso e diminuir o custo, inclusive com duas chaminés menores laterais permitindo um melhor arranjo dos conveses superiores (*weather deck*). Se os requisitos enfatizarem as missões ASW e a redução da assinatura acústica, então seria necessário examinar-se a opção da propulsão Codoe, com propulsão elétrica até cerca de 15 nós e, acima desta, com propulsão diesel.

Entre as medidas a serem tomadas no caso das novas corvetas, temos as novas exigências da IMO-Marpol (International Maritime Organization – Maritime Pollution), que demanda a instalação de equipamento para tratamento dos efluentes de bordo, o que comprometerá ainda mais o pouco espaço e a reserva de peso disponíveis na *Barroso* modernizada ou na Configuração 1. Especial atenção deverá ser dada ao estudo para a redução da tripulação em 33%, seguindo o padrão dos navios mais modernos da mesma classe.

Se em princípio mantivermos o mesmo escopo de armamentos e sensores, não escapa ao observador mais atento que algumas modificações se fazem necessárias, inclusive com um pequeno aumento do convoo e do hangar. Além de tudo que já foi mencionado nas linhas acima, vemos que a mera reprodução da Corveta *Barroso* demandará um trabalho de engenharia apreciável. No final das contas, o novo navio deverá ser mais moderno e diferente do atual.

A conclusão é que uma classe de navios sucessores da *Barroso*, com o mesmo casco (*Barroso* modernizada ou *Barroso* Configuração 1), será mais moderna que a atual, mas continuará com as limitações relativas à autonomia, ao raio de ação, a regulamentos ambientais e ao número de missões do helicóptero. Adotando-se o mesmo armamento de 114 mm e 40 mm mais moderno do mesmo

fabricante, a redução de peso do armamento deverá reverter opcionalmente em maior quantidade de munição embarcada, acréscimo de novos armamentos, como mísseis de defesa de ponto, ou outros itens indispensáveis.

Vemos que a limitação do tamanho e deslocamento, incluindo as reservas de projeto e SLA (Service Life Allowances), tornarão o trabalho de balanço (*off-trade*) do que deve ser eliminado, modificado e acrescentado bem difícil. Portanto, vale a pena analisar as duas outras opções aqui propostas, operativamente mais capazes, mas que demandariam um projeto totalmente novo, com riscos e custos adicionais de obtenção moderados, e com prazo adicional que talvez não atenda a urgências operativas.

Configuração 2 – Projeto Evolutivo I da Barroso

Esta foi a primeira opção de um projeto evolutivo estudada pelo autor. Esta Configuração 2 seria um projeto inteiramente novo, porém com o emprego das experiências adquiridas e documentadas das classes *Inhaúma* e *Barroso*. Mesmo sendo um projeto relativamente conservador, tratar-se-ia a rigor de um novo projeto com algumas incertezas inerentes, demandas por estudos de exequibilidade e concepção, provas em tanque, mas com a vantagem de possibilitar a incorporação de novas tecnologias desde o início dos trabalhos e a elaboração de um Apoio Logístico Integrado (ALI) mais eficaz. Entretanto, como as configurações 2 e 3 são iguais, diferindo apenas no tamanho, vamos passar ao item logo abaixo.

Configuração 3 – Projeto Evolutivo II da Barroso

A configuração do Projeto Evolutivo II segue as mesmas linhas das duas configurações anteriores. O autor manteve

propositalmente o mesmo *design*, pois, no caso, não faz sentido “inventar” desenhos diferentes para um mesmo navio, mas de tamanhos diferentes.

A diferença fundamental está nas dimensões, sendo o Projeto Evolutivo II o maior das três versões. Justamente para se obter uma boa base de comparação, mantiveram-se os mesmos sistemas de combate, sensores e armamentos, e também a propulsão.

COMPARAÇÃO ENTRE AS TRÊS CONFIGURAÇÕES

Na tabela nº 2 estão relacionadas as conclusões dos cálculos para as três opções de corvetas sucessoras da *Barroso*, rigorosamente segundo o mesmo método. Contudo, estes resultados são apenas o início de um longo roteiro de verificações para uma segunda fase do estudo de exequibilidade. Vamos às comparações:

I) Definindo-se que a propulsão Codad (SWBS 200), os sensores (SWBS 400) e o armamento (SWBS 700) serão iguais nas três propostas (Config. 1, 2 e 3), e a elétrica (SWBS 300) será cerca de 35% maior nas CV-2600 e CV-3000, ficará mais fácil analisar as vantagens da CV-3000 comparada às outras duas em termos de uma relação custo/benefício com estes parâmetros.

Nos cálculos do Apêndice A, a propulsão será a mesma nos três casos, sendo que, obviamente, a *Barroso* Configuração 1 disporá da maior reserva de propulsão e a CV-3000 ficará numa situação limítrofe, na combinação das piores condições possíveis, o que nem sempre ocorre. A geração elétrica não será igual nos três casos na opção Codad, sendo 35% maior nas Configurações 2 e 3.

Entretanto, se as CV-2600 ou CV-3000 fossem providas de uma propulsão Codoe, a planta de geração seria diferente, alterando o balanço entre os grupos SWBS200 e

SWBS300, mas esta opção não está sendo considerada no presente caso. Porém o autor ainda aguarda algumas informações solicitadas à Renk e à VEM para detalhar esta opção *a posteriori*.

II) Seja qual for a decisão da Marinha com relação à escolha do modelo das novas corvetas a serem construídas, o custo de projeto dos novos navios não deve ser um óbice para o programa de obtenção destes meios navais. O conhecimento e a experiência adquiridos nestes casos serão muito mais valiosos do que os cerca de 3% do custo total de ciclo de vida gastos com o projeto propriamente dito.

III) Considerando o SWBS 100 (Ship Weight Break-down System) relativo ao peso do casco, a *Barroso* conta com 870 toneladas (a confirmar) e a CV-3000 com 1.120 toneladas, e temos 250 toneladas a mais de aço a ser cortado, soldado e pintado ou +28,7%.

Na proporção direta devido ao aumento do volume interno, consideremos o mesmo aumento de custo para o *out fitting*. Como o casco somado ao *out fitting* consome cerca de 10% do custo total de construção (30% propulsão, 60% armas e sistemas), segundo critérios correntes, o aumento do custo relativo do SWBS 100 da CV-3000 em relação a uma nova *Barroso* Configuração 1 seria $0,10 \times 1,287 = 12,87\%$.

Como a soma dos SWBS 200 e SWBS300 correspondem a cerca de 30% do custo de obtenção do navio e considerando que a propulsão representa um volume financeiro maior, embora o material elétrico seja caro, estimamos uma divisão de valores de respectivamente 17% e 13%. Então o aumento por conta do SWBS 300 será igual a $0,13 \times 1,35 = 17,6\%$.

Como arbitramos que a propulsão Codad, os sensores e os armamentos serão idênticos nas três versões, somado ao fato de a diferença do SWBS300 ser da ordem

de 35% entre a Configuração 1 e as outras duas, inferimos que aproximadamente 77% do investimento na obtenção é igual nas três versões da nova corveta.

Como o custo inicial de obtenção representa cerca de 48% do custo de ciclo de vida, este estimado em US\$ 592 milhões para a *Barroso* modernizada ou *Barroso* Configuração 1 e inicialmente US\$ 633 milhões para a CV-3000 ou CV-2600, os 30,5% de aumento de custo de construção da CV-3000 elevaria seu custo a US\$ 284,2 milhões $\times 1,305 = \text{US\$ } 370,9$ milhões, aos quais teriam que ser somados os custos de projeto de aproximadamente 3% do custo de ciclo de vida da CV-3000 estimado inicialmente, resultando em US\$ 19 milhões. Donde o custo de obtenção da CV-3000 poderia se situar no entorno de US\$ 389,9 milhões, e o custo de ciclo de vida passaria a ser US\$ 812,3 milhões para 35 anos de vida útil.

Concluindo, para a *Barroso* Configuração 1 teríamos um custo de construção estimado de US\$ 284 milhões e para a CV-3000 cerca de US\$ 389,9 milhões ou + 37,2%. Não faremos aqui a comparação da CV-2600 por ficar entre as duas e, se fosse feita a opção por uma corveta totalmente inovadora, então sem sombra de dúvida que a CV-3000 seria a escolha mais vantajosa.

IV) Para corroborar a conclusão imediatamente acima e comparando os dois projetos inovadores propostos, a CV-3000 tem as seguintes vantagens sobre a CV-2600: Diesel Naval + 20,6%, que aumenta o raio de ação a 15 e 18 nós em cerca de 14%; JP-5 + 20%, aumentando o número de missões do helicóptero Super Lynx 300 de 30 para 36 missões; Água + 50%; Mantimentos + 75%; Mísseis + 50%; torpedos, *decoys* e munições + 60%, que por sua vez já é significativamente maior do que a atual *Barroso*. Se compararmos estas características da CV-3000 em relação às

da *Barroso* atual, vemos que a CV-3000 é uma corveta militarmente muito mais capaz por um custo adicional relativamente modesto. Portanto, a conclusão do autor é de que a CV-3000 é sem dúvida a opção mais vantajosa das três comparadas.

Custos de obtenção

Como explicado, passa-se a colocar como nova meta um custo de US\$ 395 milhões para o primeiro navio da classe da Corveta CV-3000, a maior dentre as três opções aqui estudadas. Seu projeto e sua construção estarão naturalmente associados a uma série de incertezas, inerentes a novos projetos, que poderão levar a um alongamento de prazos do cronograma de obtenção das quatro corvetas anunciadas pelo Comando da Marinha.

Entretanto, a opção de se projetar e construir navios totalmente novos traria grandes benefícios e *know-how* para a engenharia nacional, num processo gradual de recomposição de nossas equipes técnico-administrativas-operacionais. Mas esta opção certamente esbarra na urgência operacional da MB, donde é lícito supor que o Comando da Marinha optará pela repetição da *Barroso*, restando, ainda, a opção de se fazer uma reengenharia da mesma, resultando na *Barroso* modernizada.

Calcular o custo de uma *Barroso* modernizada igual à atual ou o de uma *Barroso* Configuração 1 foge ao escopo deste trabalho, e o autor não dispõe de recursos e informações necessárias para calculá-lo. Se o setor operativo da MB precisar impor prazos de obtenção menores para o conjunto de quatro novas corvetas, então será necessário alongar-se a fase de estudos para mitigar riscos e custos. Mas, certamente, estas duas opções custarão menos do que navios inteiramente novos, como as CV-2600 ou CV-3000.

Seja qual for a opção escolhida pela Marinha, a redução de custos de obtenção das quatro corvetas planejadas estará ligada à escala de produção e à elaboração do Apoio Logístico Integrado, que norteará os gastos futuros com as compras de sobressalentes, manutenções e reformas de maior abrangência.

Prazos de obtenção

Os prazos foram estimados e demonstrados no cronograma para navios novos como a CV-3000. Eles dependerão essencialmente das demandas da MB e dos riscos que se queira assumir. Mas certamente o primeiro da classe não será incorporado antes de oito anos do início dos trabalhos com os estudos.

No caso de se repetir a *Barroso* atual, construindo uma nova corveta minimamente modificada, os estudos demandarão, talvez, em torno de um ano, e a construção, levando-se em conta a situação atual da construção naval militar no Brasil, cerca de três anos, e mais dois anos no mínimo para o *out-fitting*, a integração de sistemas e provas de cais e de mar, culminando na incorporação do novo navio em aproximadamente seis anos a partir do início dos estudos.

Características de desempenho

Como ficou demonstrado nos cálculos do Apêndice A (disponíveis mediante solicitação ao autor), salvo quaisquer erros ou enganos, fica evidente a superioridade da CV-3000 sobre as duas primeiras opções, embora com um aumento no custo de construção realisticamente aceitável, como já exposto acima.

Na opinião do autor, levando-se em conta as demandas operacionais atribuíveis às novas corvetas, particularidades do litoral

brasileiro, as distâncias e a vida útil dos novos navios, deve-se aceitar um custo maior e prazos mais dilatados para projetar uma nova corveta segundo o critério evolutivo baseado na *Barroso* atual.

As vantagens operacionais da CV-2600 e da CV-3000 são tangíveis e superam os Requisitos de Estado-Maior (REM) propostos no início deste estudo, que não seriam satisfeitos pela *Barroso* Configuração 1. Contudo, os requisitos oficiais fogem ao escopo do presente trabalho, e o autor não dispõe de informações que pudessem sugerir qual seria uma possível decisão do Estado-Maior da Armada.

Com velocidades similares e armamentos, sensores e sistemas de combate iguais nas três versões, as novas propostas inovadoras têm maior capacidade militar, maior raio de ação e melhores qualidades náuticas.

Embora sejam concebidas para o patrulhamento do litoral e escolta de navios aliados, elas devem ser capazes de integrar forças-tarefa com navios maiores sem grandes restrições, o que demanda um desempenho superior somente obtível com as dimensões maiores, principalmente a Configuração 3.

Disponibilidade, confiabilidade e apoiabilidade

Um Apoio Logístico Integrado bem elaborado é essencial para uma boa disponibilidade dos meios. Indispensável para a disponibilidade especificada é uma manutenção preventiva focada na confiabilidade, que demanda uma boa organização dos estaleiros privados e do AMRJ com a indústria fornecedora.

Os fornecedores devem ser escolhidos segundo uma série de critérios, mas, adicionalmente, pela apoiabilidade oferecida com o tempestivo fornecimento de sobressalen-

tes e serviços. Atualmente é prática corrente contratarem os serviços de manutenção e assistência técnica de forma privilegiada com os fornecedores da fase de construção. Esta estrutura técnico-comercial deve ser organizada desde o início dos estudos e dividida em três grupos: fornecedores nacionais, fornecedores estrangeiros radicados no Brasil e os estrangeiros não radicados no País.

Claro que a disponibilidade é função da confiabilidade e, esta, da apoiabilidade. Um programa perene e bem engendrado motivará o desenvolvimento da indústria fornecedora nacional, seja por fabricação local ou parcerias e manutenção de equipes de técnicos dos fornecedores estrangeiros e estoques de sobressalentes no Brasil.

CONCLUSÃO FINAL

Considerando-se a situação atual da Esquadra, a demanda operacional da MB será certamente o principal fator determinante dos prazos de obtenção das quatro novas corvetas já anunciadas. Estes prazos provavelmente se estenderão além do desejado devido ao estado atual da construção naval militar no Brasil, ensejando, possivelmente, a contratação de assistência estrangeira para se reduzir prazos de obtenção e mitigar riscos.

Não houvesse acontecido o desmantelamento das equipes formadas e experientes do início da década de 1990, hoje estaríamos usufruindo do conhecimento acumulado para projetar nossos navios de forma contínua e perene, sem as urgências e hiatos que forçam a MB, às vezes, a lançar mão de compras de oportunidade, dificultando e encarecendo a operação e a manutenção.

Um projeto conservador derivado diretamente da *Barroso* provavelmente reduzirá prazos, mas, talvez, não os custos, função da situação atual dos estaleiros nacionais e do AMRJ. Um projeto evolutivo de uma corveta nova como a CV-3000 implica riscos e incertezas e prazos maiores de projeto e construção, sendo que a construção propriamente dita não diferirá significativamente no dois casos.

Mas como neste estudo partiu-se da premissa de comparar as três corvetas, *Barroso* Configuração 1, CV-2600 e CV-3000, com mesmo armamento, sistemas de armas e propulsão, três itens que somam cerca de 90% dos custos de obtenção, as diferenças de custo final entre os três modelos não são exorbitantes e podem claramente justificar a escolha por um dos dois projetos evolutivos, CV-2600 e CV-3000, obtendo-se uma corveta militarmente muito mais moderna e capaz.

O Programa de Articulação e Equipamento da Marinha do Brasil (Paemb) preconiza a obtenção de 30 navios de escolta da classe de 6 mil toneladas de deslocamento, mas a situação orçamentária do Governo Federal nos deixa francamente céticos quanto à consecução desta meta.

Como ponderado pelo autor em seu trabalho publicado na *RMB* (Ref. 52), seremos seguramente obrigados a rever esta meta e recompô-la com uma combinação (*high-low mix*) de escoltas e corvetas. Donde estas corvetas deverão necessariamente apresentar características operacionais compatíveis com escoltas maiores, levando-nos a mais este argumento em favor de corvetas inovadoras com o maior deslocamento realisticamente possível.

☞ CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:

<FORÇAS ARMADAS>; Marinha do Brasil; Corveta; Construção Naval do Brasil;

Apêndice “B”: siglas, símbolos, abreviações e definições

AAW : Anti Air Warfare
 AEW : Air Early Warning
 AIM : Advanced Induction Motor
 APM : Advanced Propulsion Motor
 APOIABILIDADE (suportability) : Conjunto de fatores que viabilizam o apoio logístico ao navio
 ASNE : American Society of Naval Engineers
 ASROC : Anti-Submarine ROcket
 ASW : Anti Submarine Warfare
 ASuW : Anti Surface Warfare
 AUTONOMIA DO NAVIO: refere-se ao tempo de mar para se consumir o estoque de mantimentos, água potável, consumíveis em geral e estocagem de rejeitos biológicos tratados.
 BWB – Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung: órgão do Ministério da Defesa da Alemanha responsável pelo desenvolvimento de tecnologia e compra de material de defesa.
 CEC : Cooperative Engagement Capability
 CIWS : Close-In Weapon System
 Codad : Combination Diesel and Diesel
 Codog : Combination Diesel Or Gas
 Codag : Combination Diesel And Gas
 Cogog : Combination Gas Or Gas
 Cogag : Combination Gas And Gas
 Codlag : Combination Diesel eLectric And Gas
 CSG : Carrier Strike Group
 DISPONIBILIDADE : período em que o meio se encontra plenamente operacional e à disposição da Esquadra.
 ECM : Electronic Counter Measures
 ELINT : Electronic Intelligence
 ESM : Electronic Support Measures
 ESSM : Evolved Sea Sparrow Missile
 FREMM : Frégate Européenne Multi-Mission
 G & E : General & Electric Company
 HST : High Speed Turn
 HTSC . High Temperature Super Conductor
 I E P : Integrated Electric Propulsion
 IMM : Integrated Mast Module
 IMO : International Maritime Organization
 I T T C : International Towing Tank Conference.
 IRST : Infra Red Search and Track
 LWT : Light Weight Torpedo
 MANUTEBILIDADE (maintainability) : Conjunto de fatores que viabilizam e otimizam os serviços de manutenção do navio
 MARPOL : Maritime Pollution
 MTU : Motoren und Turbinen Union
 NAVSEA : Naval Sea Systems Command, USN
 NCW : Network Centric Warfare
 PDMS : Point Defense Missile System
 RAI0 DE AÇÃO: alcance do navio em milhas náuticas para uma dada velocidade, correspondendo em cada caso à “fuel endurance” ou dias de mar.
 Ram : Rolling Airframe Missile

Rem : Requisitos de Estado Maior
 RHIB : Rigid Hull Inflatable Boat
 RN : Royal Navy, UK
 R & R : Rolls & Royce
 Satcom : Satellite Communications
 SIGINT : Signals Intelligence
 SLA : Service Life Allowances
 SLR : Speed to Length Ratio.
 SM : Standard Missile
 SNAME : The Society of Naval Architects & Marine Engineers
 SWBS : Ship Weight Breakdown System
 TBO : Time Between Overhauls
 TKMS : Thyssen Krupp Marine Systems
 USN : United States Navy
 VDS : Variable Depth Sonar
 VLS : Vertical Launch System

REFERÊNCIAS

- 1) “Estudo e Proposta de um Navio de Escolta para a Marinha do Brasil”, René Vogt, RMB 2ºT/2011 pag. 69
- 2) “Practical Ship Design”, D.G.M. Watson
- 3) “Modern Naval Vessel Design Evaluation Tool”, obtido na internet: www.mnvdet.com “Modern Naval Vessel Design Evaluation Tool”, capítulo “Margins & Allowances Estimation”, baseado no documento chamado “NAVSEAINST 9096.6B – Policy for Weight and Vertical Center of Gravity Above Bottom of Keel (KG) Margin for Surface Ships”
- 4) “Naval Architecture for the Salvage Engineer”, U.S. Navy Ship Salvage Manual S0300-A8-HBK-010, NAVSEA Code 55W.
- 5) “Flexibility in Early Stage Design of UD Navy Ships: An Analysis of Options”, Jonathan Page, Lt. Eng. USN, B.S. Systems Engineering, US Naval Academy 2002
- 6) “Hydrodynamics in Ship Design”, Harold Saunders, SNAME
- 7) “Principles of Naval Architecture”, John P. Comstock, The SNAME
- 8) NAFO IV/2004 pg. 68 “Naval Marine Gear Systems”, Karl-Heinz Merck
- 9) NAFO III/2005 pg. 51 “The Combining Force”, David J. Bricknell
- 10) NAFO V/2007 pg. 90 “An Agony of Choice, Propulsion Systems for Modern Warships”, Malcolm Philips
- 11) NAFO II/2008 pg. 82 “Propulsion Gears for Naval Vessels”, Franz Hoppe
- 12) NAFO II/2011 pg. 26 “Combined Powerplants for Warships”, Peter Donaldson
- 13) Material informativo obtido no website da MTU.
- 14) Material informativo obtido no website da General & Electric
- 15) Material informativo obtido no website da Rolls & Royce
- 16) Die AEGIS- Zerstörer Klassen DDG-51 - Terzibaschitsch, Stefan, Leonberg
- 17) Material informativo obtido no website e da própria THALES-NL.
- 18) NAFO I/2012 pg. 8 – Norman Friedman “Running out of Ammunition ?”
- 19) Material Técnico obtido a DEERBERG GmbH, Alemanha.
- 20) NAFO III/2004 pg. 118 – Eden-Ehrbrecht, Ingo “The sea is no Garbage Dump”, Deerberg Systems
- 21) NAFO II/2008 pg. 66 – Eule, Klaus “Water Treatment and Waste Management for Enduring Operations”
- 22) International Defence Revue 2/1988 pg. 171, Kehoe, Brower & Serter “Estudos Comparativos de Cascos de Destróiers e Fragatas”

- 23) International Coatings Ltd. 2003 (Paint Supplier)
- 24) An Evaluation of Propulsors of Several Navy Ships”, Mark A. Hugel, USN Academy.
- 25) Marine Forum 11/2005, pg.8, Timm Becker, Blohm & Voss
- 26) Marine Forum 10/2006, pg.12, CF Andreas Jedlicka, Estado-Maior da Marinha da Alemanha
- 27) Marine Forum 12/2007, pg.14, Karlheinz Lippitz, jornalista
- 28) Marine Forum 09/2008, pg.12, Wolfgang Bohlayer, Jens Ballé, Patrick Kaeding, Blohm & Voss
- 29) Arte Naval Vol. I e II, Maurílio Fonseca, Serviço de Documentação da Marinha
- 30) Resistance and Propulsion of Ships, S.A. Harvald, 1983
- 31) Introduction to Naval Architecture, Eric Tupper, fourth edition.
- 32) Intact Stability Criteria for Naval Ships, Frédéric Deybach, M.I.T. 1997.
- 33) Surface Warships, Dr. P.J. Gates, Brassey’s Sea Power, UK.
- 34) Ship Design for Efficiency and Economy, Schneekluth & Betram
- 35) The Impact of Producibility on Cost and Performance in Naval Combatant Design, Capt. Alan Brown, Cdr. John Barentine, US Naval Construction and Engineering Program, Massachusetts Institute of Technology.
- 36) Practical Ship Hydrodynamics, Volker Bertram
- 37) Towards a Rational Intact Stability Criteria for Naval Ships, Capt. A.J. Brown USN (Ret) & Lt. F. Deybach, DCN
- 38) Parametric Design, Chapter 11, Michael Parsons
- 39) Ship Dynamics for Maritime ISAR Imaging, Armin Doerry, Sandia National Laboratories, Albuquerque, New Mexico.
- 40) Paper do Instituto Superior Técnico, Portugal, Prof. Manuel Ventura, site:
- 41) Future Research Directions To Understand Factors Influencing Advanced High Temperature Materials, David Shifler, Office of Naval Research, Naval Materials Division, USNavy
- 42) “A Busca da Grandeza” capítulos II e V, V.A.(Ref²-EN) Elcio de Sá Freitas, publicados na Revista Marítima Brasileira.
- 43) “O Futuro e os Novos Meios Navais da Marinha do Brasil”, René Vogt, publicado na RMB 1^oT/2012
- 44) “Corvette Programs – A World Wide Survey”, Milan Vego, Nafo VI/2012 pg. 54
- 45) “Corvettes – An Alternative to More Sophisticated and Expensive Frigates ?”, Massimo Annati, Nafo V/2010 pg. 42.
- 46) “A Busca da Grandeza IX”, V.A.(Ref²-EN) Elcio de Sá Freitas, RMB 4^oT/2012.
- 47) 24^o Congresso Nacional de Transporte Aquaviário, Construção Naval e Off-Shore – Projeto de um Estaleiro para Construção em Larga Escala de Navios de Apoio Marítimo : Thiago Pontin Tancredi, Paulo Cezar de Azevedo Junior, Camil de Andrade Issisaki, José Ermete Rabello Leite Filho, Dept. Eng. Naval e Oceânica da USP.
- 48) “O Processo de Obtenção de Sistemas de Defesa”, Partes 1 (RMB 1/2012) e 2 (RMB 2/2012), de Paulo Rui de Menezes Capetti.
- 49) “A Busca da Grandeza VI”, V.A.(Ref²-EN) Elcio de Sá Freitas, RMB 4/2011.
- 50) “A Busca da Grandeza V”, V.A.(Ref²-EN) Elcio de Sá Freitas, RMB 3/2011.
- 51) “A Modernização de Navios de Superfície – Proteção de Investimentos ou Desperdício de Recursos Públicos?” Publicado em Marine Forum n^o 05/2011, escrito por Christian Peters: Trabalhava no BWB no Departamento de Meios de Superfície. Com a nova organização do BWB transformado no BAAINBw, trabalha no Departamento de Planejamento do Ministério da Defesa – PA-S (Projekt Abteilung – See), colaborador regular de Marine Forum, ocupando-se intensamente com a tecnologia e história marítima.
- 52) “O Futuro e os Novos Meios Navais da Marinha do Brasil”, René Vogt, RMB 1^oT/2012.
- 53) “Surface Vessel Technology”, Stephan Deucker, TKMS, NAFO Special Issue 2006 Vol. XXVII.