

# PODER NAVAL: PRESENTE E FUTURO (PARTE 2)

ELCIO DE SÁ FREITAS\*  
Vice-Almirante (Ref<sup>o</sup>-EN)

---

## SUMÁRIO

Estudos de Exequibilidade
Projeto de Concepção. <i>Trade-Offs</i>
Projeto Preliminar
Projeto de Contrato
Formulação do Contrato de Construção
Licitação para a construção
Edital de Licitação
Avaliação financeira de estaleiros candidatos à construção
Avaliação técnica de estaleiros candidatos à construção
Construção, testes e provas
Construção
Testes e provas
Integração de Sistemas
Comissionamento e <i>shakedown</i>
Avaliação de Engenharia e Avaliação Operacional
Avaliação em Serviço e <i>feedback</i>

## ESTUDOS DE EXEQUIBILIDADE

Uma nova classe de navios resulta de necessidades indispensáveis para a Marinha cumprir sua missão, determinadas pelo seu mais alto escalão de planejamento, o Estado-Maior da Armada (EMA), que então estabelece, de modo abrangente, os requisitos para a nova classe.

Os estudos de exequibilidade destinam-se a verificar se é possível, e como é possível, satisfazer os requisitos de Estado-Maior. Valem-se de cálculos paramétricos de projeto, comparações com dados de projetos anteriores, modelos de síntese e outros recursos disponíveis. Se necessário, podem verificar se é possível cumprir a missão prescrita com uma combinação de outros meios navais.

---

\* Serviu na Diretoria de Engenharia Naval de dezembro de 1981 a agosto de 1990, tendo sido seu diretor de abril de 1985 a agosto de 1990. Colaborador frequente da *RMB*. Autor do livro *A Busca de Grandeza*.

## PROJETO DE CONCEPÇÃO. TRADE-OFFS

Durante a etapa de concepção de um navio de combate devem ser geradas várias versões, comparando-se seus méritos quanto a capacidade operativa, custo de obtenção<sup>1</sup>, custo de operação, necessidades e custos de apoio e manutenção, necessidades e custos de infraestrutura, vantagens e riscos de tecnologias disponíveis, tempo de obtenção, e finalmente, o custo de ciclo de vida<sup>2</sup>. A comparação de méritos entre essas várias versões — cada uma com vantagens e desvantagens em relação às demais — é o que na literatura técnica se designa por estudos de *trade-off*. Em certos casos, os estudos de *trade-off* podem ser convenientes para escolha entre diferentes tipos de meios bélicos a utilizar num dado conjunto de missões.

Na fase de concepção, é indispensável intensa interação do setor técnico com o operativo, o financeiro e com as bases industriais de defesa nacional e internacional. Esta fase deve ser longa, pois tem importância decisiva. Ao seu final, a probabilidade de sucesso da nova classe está determinada. Até então, o dispêndio terá sido inferior a 2% do custo total de obtenção do primeiro navio da classe.

Caso se pretenda instalar sistemas ou equipamentos nacionais ainda em desen-

volvimento ou a serem nacionalizados<sup>3</sup> no primeiro navio da classe ou nos seguintes, isso deverá ser questão importante desde a fase de concepção, pois terá forte impacto no projeto do navio e nos custos, tempos e riscos do programa.

Todas as características principais de um navio de combate consolidam-se no projeto de concepção. Alterar uma ou mais dessas características em fases subsequentes será dispendioso ou inviável.

Ao iniciar-se a concepção, dispõe-se de estimativas de custo obtidas por comparação

**As características principais de um navio consolidam-se no projeto de concepção. Alterar uma ou mais dessas características em fases subsequentes será dispendioso ou inviável**

com os custos de projetos anteriores, próprios ou alheios, se disponíveis. Ao final da fase de concepção, tem-se a primeira estimativa de custo resultante do projeto para o primeiro navio da classe. Ela terá que ser revista várias vezes durante o projeto preliminar e o de contrato, ficando menos

imprecisa à medida que a configuração final do navio se aproxima da que finalmente terá.

## PROJETO PRELIMINAR

Escolhida uma versão de concepção, inicia-se o projeto preliminar, que detalha todos os aspectos da concepção e incorpora alterações resultantes de interações técnico-operativas-financeiras, mas que não afetem as características principais da versão de concepção.

1 O custo de obtenção engloba todos os custos incorridos até obtenção do primeiro navio da classe, mas não deve incluir custos de desenvolvimento de sistemas ou equipamentos que serão usados também em outros navios. Custos de desenvolvimento devem ser contabilizados em seus respectivos programas.

2 O custo do ciclo de vida (*life cycle cost*) é a soma de todos os custos associados ao navio, desde o início da sua concepção até o término do descarte, ao final da vida útil.

3 Nacionalizar, neste artigo, significa radicar ou desenvolver no País capacidades de projeto, produção, apoio, manutenção e operação.

É importante que o setor operativo participe intensamente de todo o projeto preliminar, sugerindo alterações ou adições em requisitos operativos, mas atento às implicações em riscos, tempos e principalmente em custos. Essas alterações sempre ocorrem. Quanto mais tarde ocorrerem, menos viáveis e mais dispendiosas serão. Poderão dificultar ou inviabilizar a compatibilização orçamentária do programa.

Também é importante a participação de especialistas do setor de manutenção da Marinha (Arsenal da Marinha do Rio de Janeiro – AMRJ, Base Naval do Rio de Janeiro – BNRJ, outras bases navais e centros de manutenção de sistemas de combate). Ela deverá intensificar-se ainda mais na fase de projeto de contrato, quando se inicia a formulação do sistema de apoio logístico integrado para a classe de navios que se está projetando.

As alterações de maior impacto técnico-operativo-financeiro são as do sistema de combate, que pode ultrapassar 50% do custo de obtenção do navio e que responde por percentagem ainda maior na modernização de meia-vida. Além disso, o sistema de combate influi intensamente no projeto e na construção da plataforma<sup>4</sup>, em termos de arranjo arquitetural, pesos e volumes, capacidade e especificações de demanda de energia elétrica

e condicionamento de ar, compatibilidade eletromagnética, margens de projeto etc.

Por seu custo e importância, diversidade e velocidade de evolução, o sistema de combate é o que demanda mais intensa interação do setor operativo com o setor técnico durante as fases de concepção e preliminar, particularmente quanto às análises de custos de obtenção e manutenção.

O projeto preliminar também deverá produzir a primeira versão do Plano de Apoio Logístico Integrado<sup>5</sup> para a classe do navio e nova estimativa dos custos de obtenção e do ciclo de vida útil.

**Por seu custo e importância, diversidade e velocidade de evolução, o sistema de combate é o que demanda mais intensa interação do setor operativo com o setor técnico durante as fases de concepção e preliminar**

## PROJETO DE CONTRATO

Segue-se o projeto de contrato, ainda mais detalhado que o preliminar. O projeto de contrato deverá produzir todos os documentos – técnicos, gerenciais e financeiros – suficientes para encomendarem-se os

sistemas e equipamentos principais com longo prazo de entrega, produzir-se satisfatoriamente o navio<sup>6</sup> e prover-se o seu apoio logístico integrado.

Na fase de projeto de contrato é que começa a acelerar-se a curva de dispêndios *versus* tempo. Ao seu final, terão sido dispendidos ou comprometidos cerca de 10% do custo de obtenção do primeiro navio da classe.

4 Considere-se como plataforma todo o navio, menos o sistema de combate que para efeitos deste artigo, abrange o sistema de armas e o C4ISR.

5 O Apoio Logístico Integrado engloba todas as questões de apoio e manutenção, além de treinamento de pessoal, infraestrutura etc. É um componente importante do custo do ciclo de vida útil do navio. Para uma breve introdução ao assunto, consulte-se a referência [1], páginas 96 a 101.

6 Além de incluem, entre outros, requisitos e especificações para testes e provas em fábricas, em oficinas, no cais e no mar.

Terminado o projeto de contrato, deverão estar bem definidas a configuração do navio; as especificações dos seus sistemas e equipamentos; as correspondentes necessidades de infraestrutura de apoio, manutenção e treinamento da tripulação e a estimativa dos custos de obtenção e de ciclo de vida útil. Também deverão estar bem determinados o tempo até a incorporação do primeiro navio da classe e os riscos gerenciais, técnicos e financeiros do programa de obtenção. Portanto, poderá ser mais segura a decisão da Marinha por uma das seguintes alternativas, diante da necessidade de compatibilizar seu programa global de obtenção de meios com as disponibilidades orçamentárias realisticamente esperadas para os próximos cinco a dez anos:

1 – prosseguir o programa para a obtenção do número inicialmente previsto de navios da classe;

2 – prosseguir o programa, mas reduzir o número inicialmente previsto de navios da classe.

Postergar ou cancelar o prosseguimento do programa será provavelmente inviável, pois os contratos para fornecimento de sistemas e equipamentos com longo prazo de entrega já terão sido assinados.

## FORMULAÇÃO DO CONTRATO DE CONSTRUÇÃO

O contrato para construção de um navio de guerra consta essencialmente de duas

partes: o contrato de construção propriamente dito (cláusulas contratuais) e todas as especificações e documentos técnicos relevantes produzidos na fase de projeto de contrato.

Antes mesmo de preparar o Edital de Licitação, deverão ser formuladas as principais cláusulas do futuro contrato de construção. Elas deverão ser parte do Edital de Licitação. Os licitantes deverão conhecê-las antes de investir tempo e dinheiro na licitação. Assim também se abreviará a discussão do contrato com o licitante vencedor, pois ela se limitará a cláusulas secundárias.

Ainda que as fases anteriores tenham sido bem conduzidas, deficiências no contrato de construção poderão comprometer severamente o programa, tanto em qualidade da construção como em custos, tempo de obtenção e desempenho operativo do navio. Para minimizar essa possibilidade, deverão ser observadas algumas

**Contratos de preço fixo são apropriados somente quando os riscos são mínimos. Tentativas de atribuir todos os riscos ao contratado serão inúteis. Se o contratado falir, o risco recairá inaceitavelmente sobre o contratante**

regras básicas na formulação do contrato. Elas resultam de análises de contratos, tais como as realizadas, por exemplo, pela Rand Corporation, em mais de um país, comentadas nas referências [2], [3] e [4]. Pela sua importância, são aqui transcritas:

I – A estrutura dos contratos com os contratados principais<sup>7</sup> (para a plataforma e o sistema de combate) deverá ter cláusulas adequadas para administrarem-se os riscos técnicos do programa. Os riscos e seu tratamento deverão ter sido alvo de

<sup>7</sup> Considere-se como contratado principal aquele que, contratado diretamente pela Marinha, deverá fornecer um equipamento ou sistema de grande importância, para o qual precisará, a seu turno, valer-se de subcontratados.

estudos anteriores ao contrato, incluindo seu exame com os futuros contratados principais. Daí deverão resultar cláusulas que permitam a necessária flexibilidade ao contrato. Nelas se estabelecerão responsabilidades, procedimentos e distribuição de riscos entre o contratante e o contratado, tanto em termos gerenciais como em margens de tempo e custo. Contratos de preço fixo são apropriados somente quando os riscos são mínimos. Tentativas de atribuir todos os riscos ao contratado serão inúteis. Se o contratado falir, o risco recairá inaceitavelmente sobre o contratante. No caso de um navio de combate, o risco será muito grave.

II – Os contratos com os contratados principais deverão requerer que cláusulas equivalentes às do parágrafo acima estejam nos contratos com os subcontratados.

III – Não basta especificar os requisitos de desempenho. Deverão ser também

especificados os testes e provas para sua medição. Para isso, é importante a participação da área tecnológica da Base Industrial de Defesa. Porém não se deve especificar como atingir os requisitos de desempenho. Tal responsabilidade é dos contratados<sup>8</sup>.

IV – No contrato, deverá ser estabelecido um processo de decisão detalhado e ágil, capaz de examinar e solucionar em tempo hábil questões que surgem durante um programa. O processo deverá incluir as organizações apropriadas.

*Comentário: As questões que surgem sempre são técnicas, financeiras e legais.*

**Obrigações de documentação são difíceis de especificar, e há contratados que relutam em cumpri-las. São vitais para o sucesso de um programa e para projetos futuros**

*As técnicas são as mais frequentes. Entre elas, destacam-se as de Garantia de Qualidade (GQ). Para essas, deverá haver um sistema preestabelecido e organizações competentes, tanto da parte do contratante como dos contratados e subcontratados. Tal sistema existe nas Marinhas de países desenvolvidos. Nossa Marinha gradativamente montou e utilizou um Sistema de GQ nos programas navais das décadas de 1980 e 1990.*

V – Também no contrato deverá ser estabelecido um processo para tratar de alterações. Estas sempre são propostas durante um programa, tanto por iniciativa

do contratante como do contratado. Podem incidir sobre os requisitos de desempenho da plataforma ou de seus sistemas e equipamentos e sobre o cronograma do projeto ou sobre as responsabilidades das organizações envolvidas no projeto, na construção e nos testes e provas

da plataforma. É importante que a direção e a gerência do programa entendam o impacto de alterações propostas – em prazos, custos e desempenhos – e que tenham um procedimento para aprovar ou rejeitar as propostas. Para isso precisarão da base tecnológica de apoio.

*Comentário: Nos programas navais das décadas de 1980 e 1990, a Marinha instituiu e utilizou um satisfatório processo para tratar de alterações.*

VI – O contrato deverá conter procedimentos detalhados e cronogramas para sua execução física, financeira e documental.

<sup>8</sup> Os dois últimos períodos deste preceito não se aplicam a sistemas projetados e construídos pela própria Marinha.

*Comentário: Pagamentos antecipados são risco inaceitável, exceto em casos excepcionais. Pagamentos insuficientes geram riscos. A cada evento contratual de pagamento deverão corresponder as respectivas obrigações que o contratado deverá cumprir: obrigações físicas (estruturas, sistemas, equipamentos etc. construídos, montados ou instalados), obrigações de GQ (estruturas, sistemas, equipamentos etc. aprovados em inspeções, testes ou provas), obrigações documentais (desenhos, especificações, documentação de GQ, documentação de apoio logístico, documentação de software etc. aprovadas).*

Obrigações de documentação são difíceis de especificar, e há contratados que relutam em cumpri-las. São vitais para o sucesso de um programa e para projetos futuros.

VII – A construção não deverá iniciar-se antes de o projeto de construção estar consolidado. Para isso, requisitos de pagamento de eventos contratuais deverão incluir a aprovação pela Marinha de documentos de projeto que precedam suficientemente respectivas fabricações e montagens. Evitar-se-ão assim atrasos e custos decorrentes de trabalhos para desfazer ou alterar partes já construídas ou montadas, mas não conformes a documentos previamente aprovados do projeto de construção.

VIII – No contrato deverá haver margem adequada para contingências decorrentes dos riscos técnicos. A margem deverá ser proporcional aos riscos. Num programa como o do Submarino *Collins*, como exemplo, a margem deveria ser de 10% a 15% [5].

## LICITAÇÃO PARA A CONSTRUÇÃO

### *Edital de Licitação*

Além de obedecer aos ditames legais, é indispensável que o Edital de Licitação especifique claramente todas as questões relevantes do processo de licitação, particularmente as relativas às avaliações financeiras e técnicas, abordadas nos dois itens seguintes, e o critério de classificação final dos competidores, bem como o de possível exclusão de licitantes.

Várias são as questões relevantes a especificar no Edital. Nelas se incluem as já abordadas no título designado por Formulação do Contrato de Construção deste trabalho, além do tratamento de licitantes que sejam associações

**No contrato deverá haver margem adequada para contingências decorrentes dos riscos técnicos. A margem deverá ser proporcional aos riscos**

de estaleiros nacionais com estrangeiros. Tais associações poderão ser úteis e até recomendáveis, conforme se discute nas páginas 220 a 235 da referência [1], mas só admitidas quando o contrato de associação for parte integrante da proposta competitiva e tornar-se parte integrante do contrato de construção pretendido.

### *Avaliação financeira de estaleiros candidatos à construção*

Navios de guerra são produtos de alta densidade técnica, elevado custo de obtenção e longos prazos de produção, quando comparados, por exemplo, a tanques e aviões de combate. O preço de construção pago ao estaleiro é da ordem

de 30% do custo total de obtenção do navio<sup>9</sup>. E o custo dispendido ou comprometido pela Marinha ainda a meio da construção de um navio de guerra é da ordem 50% do custo total de obtenção. Para uma fragata moderna, isso corresponde a cerca de 300 milhões de dólares, e provavelmente excede o patrimônio líquido de muitos estaleiros.

Durante a construção, que inclui o correspondente projeto de detalhamento<sup>10</sup>, aumenta rapidamente o custo até então acumulado ou comprometido na obtenção, não só pelos dispêndios do estaleiro, mas principalmente pelos sistemas e equipamentos adquiridos diretamente pela Marinha e instalados ou aguardando instalação. Assim, antes do final da construção, a Marinha já poderá ter dispendido ou comprometido cerca de 70% do custo total de obtenção do navio. Esse valor poderá ascender a 90% ainda antes dos testes e provas finais para aceitação final e entrega pelo estaleiro.

Se o estaleiro paralisar a construção por dificuldades financeiras, a Marinha poderá ter imobilizado até 90% do custo total de obtenção, já dispendido ou comprometido. Dadas as implicações e tramitações legais,

decorrerá tempo longo e imprevisível até que a construção prossiga no estaleiro insolvente ou noutra financeiramente sólido e tecnicamente capaz. Durante a longa paralisação, será problemático manter os equipamentos já instalados no navio ou ainda aguardando instalação. Ficará prejudicada a operação da esquadra e, pior que tudo, serão abalados o ritmo e a confiança em construirmos o poder naval indispensável ao País.

Paralisações na construção de um navio de guerra são um risco inaceitável. Quase

**Paralisações na construção de um navio de guerra são um risco inaceitável. Quase sempre ocorrem por insolvência do estaleiro. Para minimizar o risco é indispensável avaliar financeiramente os estaleiros candidatos à construção**

sempre ocorrem por insolvência do estaleiro<sup>11</sup>. Para minimizar o risco é indispensável avaliar financeiramente os estaleiros candidatos à construção.

*Avaliação técnica de estaleiros candidatos à construção*

Navios de guerra são produtos especiais: densamente técnicos e de alto custo unitário<sup>12</sup>. Seus construtores têm

que ser especializados. Imaginar que estaleiros de navios mercantes possam logo construí-los confiavelmente é desconhecer ou ignorar realidades.

Um estaleiro de navios mercantes pode tornar-se construtor de navios de guerra, mas essa transição não será curta nem fácil.

9 O custo total de obtenção de um navio de guerra inclui várias outras parcelas dispendidas pela Marinha, desde custos de projeto (da ordem de 10% do custo total de obtenção do primeiro navio da classe) até os de sistemas, equipamentos e materiais contratados diretamente pela Marinha, tais como o sistema de combate (próximo a 50% do custo total de obtenção quando neles se inclui o C4ISR e o sistema de armas).

10 O projeto de detalhamento também é chamado projeto de construção. Consiste em projetar e especificar todos os detalhes necessários à produção do navio, mas obedecendo aos requisitos do projeto de contrato.

11 Paralisações também podem ocorrer por incêndios e acidentes, ou por atrasos na entrega de equipamentos principais ao estaleiro. Nesses casos elas não são totais, nem de longa duração.

12 Considerem-se modernas corvetas, fragatas, destróieres, submarinos e navios-aeródromos.

Requererá continuidade, ação constante da Marinha e associações cautelosas<sup>13</sup> com estaleiros estrangeiros<sup>14</sup>.

Contratar um estaleiro não especializado tecnicamente para construir uma fragata ou um destróier, ou até mesmo uma corveta moderna, é risco tão grande quanto o de contratá-lo sem a necessária solidez financeira. Para minimizar esse risco, é indispensável avaliar técnico-financeiramente os estaleiros candidatos à construção.

## CONSTRUÇÃO, TESTES E PROVAS

### *Construção*

A fase de construção é a mais externamente visível do processo de obtenção de um navio de guerra. Por isso, em países de desenvolvimento tardio, mal se percebem a importância e a complexidade das fases que a precedem e que a sucedem.

Modernos navios de guerra, como corvetas, fragatas, destróieres e submarinos, são produtos complexos e especiais da indústria de construção naval. Construí-los bem requer certas capacitações particulares, tanto técnicas como organizacionais e gerenciais, tanto do contratado como do contratante, a Marinha.

Se contratarmos o projeto e a construção de um navio de guerra em estaleiro eminente no exterior, as capacitações do contratado estarão quase garantidas. As capacitações necessárias à Marinha e ao

País dependerão do propósito da contratação. Serão mínimas se o propósito for apenas receber satisfatoriamente o navio projetado, construído e testado no exterior e incorporá-lo à Armada.

Se a contratação do projeto e da construção no exterior for passo intermediário para projetar-se, construir-se e manter-se no Brasil um poder naval dissuasivo e eficaz, integrado num processo contínuo de desenvolvimento e defesa nacional, as capacitações necessárias à Marinha serão bem maiores. Para este fim, alternativas existem, geralmente ilusórias. A referência [1] analisa essa questão e propõe uma solução, particularmente no trecho entre suas páginas 220 e 235. Ela consiste num planejado e controlado processo associativo

**Para minimizar o risco de paralização, é indispensável avaliar técnico-financeiramente os estaleiros candidatos à construção**

entre o estaleiro da Marinha (AMRJ), estaleiros privados nacionais e estaleiros eminentes estrangeiros, em que a Marinha terá que recuperar e aumentar a capacidade técnico-gerencial em projeto e construção que chegou a acumular

nas décadas de 1970 a 1990.

Se projeto e construção forem inteiramente nacionais, as capacitações necessárias à Marinha serão máximas. O mesmo se aplicará ao estaleiro nacional, que já deverá ter evoluído suficientemente no processo associativo citado no parágrafo precedente.

Várias questões técnico-gerenciais são críticas na fase de construção, testes e provas. Citaremos algumas:

a) sequenciamento e controle do projeto de construção;

<sup>13</sup> As cautelas incluem a rejeição a técnicas de *marketing* em transferência de tecnologia. Sobre esse assunto, consulte-se a referência [6].

<sup>14</sup> Consulte-se a referência [1], páginas 227 a 229.



b) sequenciamento e controle do progresso físico e dos dispêndios da construção;

c) análise e aprovação, ou reprovação de documentos do projeto de construção;

d) análise e aprovação, ou reprovação de especificações técnicas de itens críticos a serem adquiridos pelo estaleiro;

e) análise e aprovação, ou reprovação de documentos de Garantia de Qualidade (Procedimentos Padrão, Formulários de Inspeção e Teste, Formulários de Concessão, Calendário de Inspeções, Testes e Provas etc.);

f) análise e aprovação, ou reprovação de documentos de apoio logístico, tanto do estaleiro como de seus subcontratados principais;

g) controle, distribuição e arquivamento da documentação técnica, tanto a dos contratados diretamente pela Marinha como a do estaleiro e de seus subcontratados principais;

h) análise e aprovação, ou reprovação, de alterações ao projeto propostas pela Marinha ou pelo estaleiro;

i) planejamento e execução, com os contratados diretamente pela Marinha, da integração de sistemas, tanto da plataforma como do sistema de combate;

j) participação em inspeções, testes e provas, e aprovação ou reprovação dos resultados;

k) análise de possíveis pleitos de reajuste do contrato; e

l) trabalho conjunto com o estaleiro, ou com outros contratados diretamente pela Marinha (fornecedores de sistemas ou equipamentos principais), para solucionar problemas decorrentes de riscos inerentes ao projeto e à construção.

Para navios projetados e construídos no exterior, a responsabilidade e ação em

várias dessas questões competem principalmente ao estaleiro, que normalmente projeta e produz todo o navio. Para projeto e construção no Brasil, a responsabilidade e ação da Marinha têm que ser mais ampla e intensa. Requer estrutura técnico-gerencial e participação cada vez mais profissional, decorrente de conhecimento e experiência acumulados numa sucessão contínua de obtenções de navios de guerra.

### *Testes e provas*

A obtenção de um moderno navio de guerra requer inúmeros testes e provas. Eles se realizam nas instalações de fabricantes, no estaleiro, no porto e no mar. São um conjunto planejado, complexo e articulado que se destina a maximizar a probabilidade de obter-se o desempenho especificado para o navio. Testes e provas ocorrem no País e no exterior<sup>15</sup>, desde o início da construção até a incorporação à Armada, ou mesmo depois. Regulam-se por especificações apropriadas e normas da International Standards Organization (ISO).

Parte desse conjunto de testes e provas é responsabilidade da Marinha e de seus contratados diretos. Outra é responsabilidade do estaleiro construtor e de seus contratados. Para navios de guerra projetados e construídos no Brasil, o planejamento geral, coordenação, participação e controle de todo esse conjunto é responsabilidade da Marinha. Depende particularmente de sua estrutura técnico-gerencial de Projeto e de Garantia de Qualidade.

Embora haja normas aplicáveis à maioria dos testes e provas, alguns requerem procedimentos específicos, e aí se enquadram vários de responsabilidade do estaleiro, particularmente aqueles destinados

<sup>15</sup> De onde vêm necessariamente vários sistemas, equipamentos e materiais.

a comprovar requisitos de desempenho<sup>16</sup>. Como já dito na formulação do contrato de construção: “Não basta especificar os requisitos de desempenho. Deverão ser também especificados os testes e provas para sua medição. Para isso, é importante a participação da área tecnológica da Base Industrial de Defesa. Porém não se deve especificar como atingir os requisitos de desempenho. Tal responsabilidade é dos contratados”.

As últimas provas de responsabilidade do estaleiro são as de mar contratualmente previstas. Aprovados seus resultados, o estaleiro terá cumprido suas obrigações, salvo as que ainda forem necessárias para apoio à instalação de armas, equipamentos e sistemas adquiridos diretamente pela Marinha, e à integração desses sistemas<sup>17</sup>.

## INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS

Navios de guerra são densa combinação de dois sistemas principais de comando e controle, cada um composto de vários sistemas e subsistemas.

O primeiro sistema principal denomina-se Sistema de Gerenciamento de Informações da Plataforma. Ele comanda e controla a plataforma, isto é, toda a arquitetura do navio, com seus sistemas de propulsão, geração e distribuição de energia, máquinas auxiliares e controle de avarias.

O segundo sistema principal é o Sistema de Combate. Ele comanda e controla os sistemas de navegação, comunicações, vigilância, reconhecimento, detecção, rastreamento, informações táticas e o sistema de armas.

Após serem instalados, testados e integrados fisicamente todos os sistemas e subsistemas de cada um dos dois sistemas principais, é necessário fazer sua integração informática ao respectivo sistema de *software*: o Sistema de Gerenciamento de Informações da Plataforma e o Sistema de Combate. Alguns sinais de comando e controle do Sistema de Gerenciamento de Informações da Plataforma são também enviados para o Sistema de Combate.

A fase de integração de sistemas envolve simultaneamente equipes da Marinha, do estaleiro e de fornecedores de sistemas e equipamentos, nacionais e estrangeiros. A integração do Sistema de Combate pode estender-se além da data oficial de aceitação do navio entregue pelo estaleiro.

## COMISSIONAMENTO E *SHAKEDOWN*

Após a Marinha aceitar formalmente o navio entregue pelo estaleiro, ele é comissionado, incorporando-se à Armada. Isso não significa que iniciou seu serviço na Marinha, pois a integração de sistemas, poderá continuar, principalmente a do Sistema de Combate. Além disso, deverão ainda realizar-se provas de mar importantes, mas

16 O desempenho do navio como um todo, ou de cada um de seus sistemas e subsistemas, depende de uma cadeia de ações: projeto, fabricação e montagem. Deficiências de desempenho verificadas em qualquer das fases de testes e provas de cais, porto ou mar podem resultar de falhas em qualquer uma ou mais de uma daquelas ações em cadeia. Portanto, quando se fala em responsabilidade do estaleiro por um teste ou prova, entenda-se que o estaleiro é o responsável pela sua execução, mas não necessariamente ou exclusivamente por seus resultados. Por exemplo, o estaleiro é responsável pela execução da prova de mar para verificar a velocidade máxima do navio, mas geralmente não é responsável pelo resultado dessa prova, pois tal resultado depende primariamente dos projetos do casco e do sistema de propulsão, normalmente não realizados nem encomendados pelo estaleiro.

17 O estaleiro continuará ainda a ser responsável por correções ou adições que estiverem pendentes na data de entrega do navio à Marinha, mas as realizará em prazo constante do Termo de Aceitação do Navio.

de responsabilidade exclusiva da Marinha, na fase de avaliação de engenharia e avaliação operacional.

Terminada a integração de sistemas, inicia-se a fase de *shakedown* com o navio no mar, para identificar e corrigir falhas de segunda ordem não detectadas<sup>18</sup> na longa sequência de testes e provas até então realizadas. Na fase de *shakedown* a tripulação também se familiariza com o novo navio e se qualifica para suas diversas funções.

## **AVALIAÇÃO DE ENGENHARIA E AVALIAÇÃO OPERACIONAL**

Avaliação de Engenharia e Avaliação Operacional é a última fase na obtenção de uma nova classe<sup>19</sup>. Porém é básica para capacitação crescente em projeto e construção de um Poder Naval. Baseia-se nos resultados de todos os testes e provas das fases anteriores e em testes e provas adicionais<sup>20</sup>. Abrange todo o navio, tanto a plataforma como o sistema de combate. Deve ter os seguintes propósitos:

1 – Quantificar o desempenho do navio em cada uma das funções operativas previstas em seu projeto.

2 – Determinar a causa de possíveis desempenhos insuficientes e identificar e avaliar alterações que aperfeiçoem o projeto, a serem feitas durante a vida útil do primeiro da classe ou na construção dos navios seguintes.

3 – Relacionar métodos, hipóteses, dados e critérios de projeto com os resultados obtidos. Esta atividade é um dos fundamentos do desenvolvimento tecnológico.

## **AVALIAÇÃO EM SERVIÇO E FEEDBACK**

Concluída a avaliação de engenharia/operacional, o navio inicia efetivamente o serviço na Marinha<sup>21</sup>. É importante monitorar seu desempenho nos primeiros anos de serviço e daí extrair informações úteis para toda a classe, principalmente informações de apoio logístico<sup>22</sup>. Elas também serão úteis em novos projetos.

### **CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:**

<FORÇAS ARMADAS>; Construção Naval; Poder Naval; Engenharia Naval;

18 Ocorrência dessas falhas é um fato estatístico.

19 Em nossa Marinha, esta fase realizou-se pela primeira vez na obtenção da Corveta *Inhaúma* [7]. Porém, seus benefícios não puderam aplicar-se nas três outras corvetas da classe, pois todas se construíram segundo o mesmo protótipo.

20 Provas para verificar manobrabilidade, comportamento no mar, assinatura acústica, assinatura magnética, assinatura infravermelha, seção reta radar equivalente, resistência a choque etc. Esta última é incomum e de extrema severidade.

21 Diante de urgências, não é raro que o primeiro navio da classe entre em serviço antes de terminar as avaliações de engenharia operacional, cujos testes e provas são então realizados em intervalos de exercícios operativos, com inevitáveis prejuízos técnicos.

22 O Plano de Apoio Logístico da classe é formulado durante as fases de projeto, dele resultando aquisições e outras providências para manutenção e apoio. Porém, para torná-lo eficaz, é indispensável que as necessidades de apoio logístico sejam monitoradas constantemente durante os primeiros anos de serviço, atualizando progressivamente o plano original.

## REFERÊNCIAS

- [1] FREITAS, Elcio de Sá. *A Busca de Grandeza*. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha, 2014.
- [2] Idem, páginas 302 a 304.
- [3] Idem, páginas 205 a 332.
- [4] Idem, páginas 353 a 355.
- [5] Idem, página 304.
- [6] FREITAS, Elcio de Sá. “Transferência de Tecnologia”. *Revista Navigator*. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha.
- [7] BARBOZA, Tiudorico Leite. “Concepção das Corvetas da Classe Inhaúma” - *RMB* 2º trimestre 2017. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha.