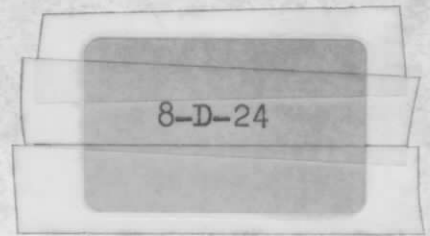


ESCOLA DE GUERRA NAVAL



Curso ..C-PEM/97.....

Partido .....

Solução do P-III-7 (Mo) MONOGRAFIA

Apresentada por

ALAN PAES LEME ARTHOU

CAPITÃO-DE-MAR-E-GUERRA (EN)

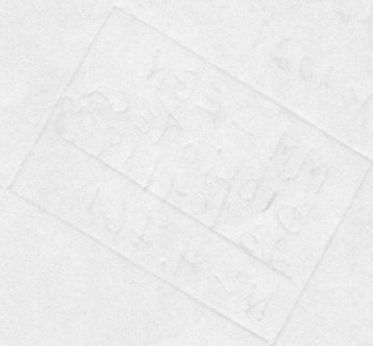
NOME E POSTO



54

RIO DE JANEIRO

19..97.....



O FUTURO DO PROJETO E DA CONSTRUÇÃO  
DE NAVIOS DE GUERRA NO PAÍS

ALAN PAES LEME ARTHOU  
Capitão-de-Mar-e-Guerra (EN)

MINISTÉRIO DA MARINHA  
ESCOLA DE GUERRA NAVAL

1997

A: 4/275  
E: 10/029

MM - EGN  
Biblioteca  
23 104/1998  
No. 4. 461

GN-00012087-7

Arthou, Alan Paes Leme.

O futuro do projeto e da construção de navios de guerra no país. - Rio de Janeiro : EGN, 1997.

50 p.

Bibliografia.

Monografia: C-PEN, 1997.

1. Conceitos Gerais. 2. Construção e Projeto, Outras Marinhas. 3. Construção e Projeto MB. 4. Futuro Desejável. I. Brasil. Escola de Guerra Naval. II. Título

#### EXTRATO

As modernas definições de navio e a abordagem da Engenharia Simultânea sobre gerenciamento do projeto e construção desse complexo meio são descritas resumidamente, como forma de nivelamento de conceitos.

Apresenta como são desenvolvidas as fases de projeto e construção nas marinhas dos Estados Unidos, da Grã-Bretanha e da França, e mostra como elas estão enfrentando o problema da não estagnar durante a crise econômica.

Descreve como a MB por duas vezes atingiu e perdeu a capacitação de projetar e construir seus próprios navios e quais as ameaças que podem fazer com que isso se repita.

As dificuldades em se manter e aprimorar a capacitação já adquirida são analisadas e comparadas com as soluções encontradas em outros países, mantidas as devidas proporções.

À luz dessas comparações são apresentadas sugestões que possam, se não neutralizar, pelo menos minimizar os efeitos negativos ao propósito da MB de manter a capacitação e aumentar a nacionalização.

TEMA: O FUTURO DO PROJETO E DA CONSTRUÇÃO DE NAVIOS DE GUERRA NO PAÍS

Tópicos a abordar: O Centro de Projetos Navais sua estrutura e atuação;  
A obtenção da capacidade em construção de navios de superfície e submarinos;  
Recursos atuais e tendências;  
Sugestões de metas a serem alcançadas;  
Identificação de possíveis óbices e  
Soluções para ultrapassar os óbices identificados.

Proposição: Estudar as formas atuais de projeto e de construção de navios de guerra, em países desenvolvidos, e suas tendências. Apresentar como foi obtida a capacitação de projeto e construção de navios de superfície e submarinos na MB; o estágio atual e os recursos disponíveis; e as tendências a partir da recente criação do Centro de Projetos de Navios. Identificar o futuro desejável para o projeto e a construção naval na MB, sugerindo metas a serem alcançadas e apontando possíveis óbices. Propor medidas para reduzir os óbices identificados.

## ÍNDICE

FOLHA

Introdução.....	V
CAPÍTULO 1 - CONCEITOS GERAIS.....	1
SEÇÃO I - A NATUREZA DE UM NAVIO DE GUERRA.....	1
SEÇÃO II - A ENGENHARIA SIMULTÂNEA.....	2
CAPÍTULO 2 - A CONSTRUÇÃO E O PROJETO DE NAVIOS DE GUERRA.....	5
SEÇÃO I - CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES.....	5
SEÇÃO II - A CONSTRUÇÃO.....	6
Os métodos de construção.....	6
Fatores que influem na construção.....	8
A escolha do método.....	10
SEÇÃO III - O PROJETO.....	11
Concepção.....	11
Projeto preliminar.....	15
Projeto de construção.....	16
SEÇÃO IV - OUTROS FATORES RELEVANTES.....	19
A coordenação.....	19
A execução das fases.....	20
CAPÍTULO 3 - A CONSTRUÇÃO E O PROJETO DE NAVIOS DE GUERRA NO BRASIL.....	22
SEÇÃO I - A CONSTRUÇÃO.....	22
Navios de superfície.....	22
Submarinos.....	26
SEÇÃO II - O PROJETO.....	28
Navios de superfície.....	28
Submarinos.....	29
O método de trabalho.....	29
SEÇÃO III - OUTROS FATORES RELEVANTES.....	31
O Centro de Projeto de Navios.....	31
A coordenação.....	32
A execução das fases.....	33
CAPÍTULO 4 - O FUTURO DO PROJETO E DA CONSTRUÇÃO DE NAVIOS DE GUERRA NO BRASIL.....	35
SEÇÃO I - O FUTURO DESEJÁVEL.....	35
SEÇÃO II - OS ÓBICES.....	35
Recursos humanos.....	36
Recursos financeiros.....	36
Recursos materiais.....	37
Recursos tecnológicos.....	37
Organização.....	37

SEÇÃO III - AS AÇÕES A EMPREENDER.....	42
Recursos humanos.....	42
Recursos financeiros.....	45
Recursos materiais.....	46
Recursos tecnológicos.....	46
Organização.....	48
BIBLIOGRAFIA .....	A1

## INTRODUÇÃO

O mundo vem sofrendo grandes alterações não só na área política mas também na tecnológica, onde há uma verdadeira revolução e os equipamentos são cada vez mais caros e sofisticados, e na econômica, onde os cortes acentuados tem atingido a tudo que não é essencial.

Essas variações provocam incertezas que afetam a todos os profissionais, e de maneira especial, aos militares. Em todo o mundo eles se questionam sobre o tipo de inimigo e o tipo de guerra para as quais devem se preparar.

Dentre os militares, os homens do mar são os que mais sofrem essa instabilidade. A razão desse impacto maior é que o meio de que necessitam para cumprir suas missões, o navio, é extremamente caro, complexo, de altíssimo nível tecnológico e de aquisição demorada.

Entre o surgimento da necessidade de um navio de guerra e sua entrada em serviço decorrem cerca de quinze anos. Como garantir que esse meio, quando pronto, estará dimensionado para a missão que receber e com a tecnologia mais avançada?

Pois é nesse mundo, onde o dinheiro é escasso e as incertezas são grandes, que o método de obtenção de um meio tão caro torna-se mais importante. As marinhas dos países ricos tentam reduzir, com sucesso, os custos e, principalmente, os prazos de construção.

A Marinha do Brasil, que nas últimas décadas tem se esforçado para conquistar a independência tecnológica que



permita especificar, obter e manter os seus próprios meios, não pode se contentar com os louros já conquistados.

Este trabalho pretende, a partir dos métodos de projeto e construção empregados em países com expressão naval, levantar as dificuldades da MB em atingir a capacitação que deseja e sugerir medidas que, dentro da realidade nacional, permitam reduzir os efeitos dessas dificuldades.

(6)  
2

## CAPÍTULO 1

### CONCEITOS GERAIS

#### SEÇÃO I - A NATUREZA DE UM NAVIO DE GUERRA

Para que se possa entender os fatores envolvidos no projeto e construção de navios de guerra, é necessário se estabelecer, em primeiro lugar, as características principais desse meio.

Essas características dependem do emprego que terá o navio. Os livros de estratégia naval listam as múltiplas tarefas a que podem ser submetidos os navios de guerra. As mais típicas são: mostra de bandeira, bloqueio, patrulha, busca e salvamento, comando e controle de área, evacuação e missões de combate.

Essa multiplicidade de tarefas requer grande variedade de equipamentos e sistemas, materiais e gêneros para suprirem as necessidades do navio e homens para executarem as tarefas de bordo. Esse conjunto de recursos, associados às características de velocidade, autonomia, raio de ação, comportamento no mar, resistência e estabilidade, permitem ao navio de guerra ser um instrumento altamente flexível e adaptável.

No entanto, a chance de um navio de guerra ser eficaz no cumprimento de sua missão é função direta da integração dos diversos sistemas de bordo e do adequado balanceamento entre os recursos e as características acima citadas, sem o que o navio é apenas uma coleção de diferentes equipamentos e materiais, com alguns homens, em uma caixa de

aço.

Dentre os diversos sistemas de bordo, o de maior custo é o sistema de armas. Alguns autores fazem referência ao navio de guerra como sendo uma plataforma que transporta um sistema de armas, o que não é uma definição adequada, pois transmite a falsa idéia que o sistema de armas independe dos demais sistemas de bordo. É mais correto afirmar que um navio de guerra possui um sistema de combate incorporado e integrado aos demais sistemas de bordo, como parte de sua função.

Do ponto de vista do projeto e da construção, o mais adequado é considerar o navio de guerra como sendo uma entidade militar móvel, com vários sistemas operacionais integrados, inclusive helicópteros, e uma infra-estrutura balanceada que lhe permite ter poder de destruição, mobilidade e autonomia (2:6).

## SEÇÃO II - A ENGENHARIA SIMULTÂNEA

As indústrias de grande porte, que desenvolvem produtos, passaram, a partir da década de oitenta, a sofrer os mesmos problemas que a indústria naval militar. Assim, os produtos estão mais complexos, a estrutura organizacional está maior e durante o tempo de desenvolvimento de um protótipo surgem outros tipos de tecnologia.

Em 1986, o relatório R-338 do "Institute for Defense Analyses" (IDA) designou por "Concurrent Engineering" (Engenharia Simultânea) o método sistemático de desenvolvimento de produto e dos processos a ele relacionados, através de um projeto integrado e simultâneo (15:2).

O princípio da metodologia é muito simples, tenta reduzir o tempo total através de sobreposição de tarefas. Existem, no entanto, diversos fatores presentes nas grandes organizações que desenvolvem projetos complexos, que fazem com que um princípio simples de ser compreendido seja difícil de ser praticado.

O primeiro desses fatores é a própria estrutura da organização que, por ser dividida em Departamentos, Divisões e Seções, forma células de trabalho de difícil comunicação e integração entre si. A distância física e as formalidades existentes dificultam ainda mais a execução do trabalho simultâneo.

O segundo fator, e talvez o mais crítico, é a estrutura de comunicação. Para realização de um trabalho onde dois grupos, simultaneamente, exerçam tarefas, é necessário que os membros de cada grupo tenham acesso rápido e atualizado a todas as informações necessárias ao andamento de seus trabalhos. A dificuldade de acesso à informação cresce com o número de pessoas participando do trabalho. Em um projeto onde trabalham mil pessoas, são necessários quatrocentos e noventa e nove mil e quinhentos canais de comunicações para que todos possam ter acesso ao trabalho dos outros. Mesmo que na prática noventa e nove por cento não sejam utilizados, ainda resta a necessidade de cerca de cinco mil canais. A estrutura de informações das empresas, normalmente, não estão preparadas para essa forma de trabalho (15:45).

No projeto e construção de navios de guerra, a estru-

tura de comunicação ainda é mais complexa pois, além da quantidade de pessoas envolvidas, existe grande variedade de assuntos. Além disso, o projeto passa por fases distintas, realizadas por grupos diferentes.

A terceira barreira, para o desenvolvimento do trabalho simultâneo, é a formulação de requisitos para o produto. Quando esses requisitos não são claros e bem definidos, podem permitir interpretações diferentes em grupos distintos. Além disso, quando o trabalho é dividido em fases, e entre uma fase e outra há necessidade de estabelecer requisitos, é comum que os responsáveis pela fase precedente tentem fazer com que esses requisitos sejam estabelecidos ao final de seus trabalhos, o que inviabiliza qualquer paralelismo de ações.

Outra barreira é a cultura de quem está projetando que leva-o a esquecer que o trabalho deve ser simultâneo em todas as fases, inclusive as de operação e manutenção.

## CAPÍTULO 2

### A CONSTRUÇÃO E O PROJETO DE NAVIOS DE GUERRA

#### SEÇÃO I - CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

O conjunto de atividades que se desenrolam desde o surgimento da necessidade de um navio de guerra, até o momento de sua entrada em operação é chamado de obtenção. (13:23,25)

A necessidade de obtenção surge por um grande número de razões que podem estar isoladas ou combinadas. Dentre elas estão incluídas: a percepção de uma nova ameaça, a mudança no conceito de operações, a necessidade de repor equipamentos obsoletos e o desejo de fazer uso de um novo desenvolvimento tecnológico (14:230).

O método de obtenção de um novo meio é condicionado pelos recursos disponíveis. Um dos mais importantes é a capacitação tecnológica, que pode viabilizar ou não a que o produto final corresponda ao desejado. Outro, é o recurso financeiro para realização da obra. Ambos são particularmente importantes para marinhas de países de pouco desenvolvimento tecnológico e econômico. É de se esperar portanto, que cada marinha, em função de seus recursos, tenha seu próprio método de obtenção.

O projeto e a construção são duas etapas presentes em qualquer desses métodos. Para analisar o futuro delas na Marinha do Brasil (MB) é conveniente que se faça um estudo de como elas são executadas em países que possuam expressivo Poder Naval.

## SEÇÃO II - A CONSTRUÇÃO

Tecnologia de construção é o conjunto de conhecimentos técnicos necessários para a execução das atividades de construção de um navio. Isso abrange um grande número de conhecimentos técnicos e gerenciais, tais como a solda de chapas, o alinhamento de linha de eixo, e o planejamento da seqüência de atividades.

Durante a construção, o consumo de mão-de-obra e material é maior que no projeto. É de se esperar, portanto, que essa fase sirva de base para o estabelecimento dos métodos de trabalho das fases precedentes.

Os métodos de construção - De um modo geral, o método que cada estaleiro emprega para construir seus navios pode ser enquadrada em um dos três tipos básicos:

1- Construção Seqüencial - Nesse caso, a estrutura do navio (o casco) é montada e lançada ao mar e só então os equipamentos, acessórios e acabamentos são instalados a bordo.

Essa forma de trabalhar é adequada quando existe grande quantidade de navios a serem fabricados e o espaço disponível para montagem é pequeno. Nesse caso, a instalação de equipamentos ou acessórios a bordo durante a montagem estrutural pode reduzir o tempo total de construção para cada navio individualmente, mas aumenta o tempo de construção do conjunto.

O estaleiro Damen, na Holanda, emprega esse método para embarcações de serviço, com prazos e preços competitivos, já tendo construído quatro rebocadores para a MB e transferido tecnologia para o estaleiro Wilson Sons, em Santos, que está construindo lanchas balizadoras, também para a MB. Em ambos os contratos as embarcações foram entregues antes do prazo contratual.

2- Construção Simultânea ( ou Integrada ) - Nesse método, as montagens dos equipamentos, tubulações, dutos, cabos elétricos e outros itens de acabamento são realizadas em paralelo com a montagem estrutural. Ela é empregada quando não há urgência na liberação da área de montagem e o projeto de detalhamento, os materiais e os equipamentos estão disponíveis no início da construção.

O estaleiro Damen, referenciado no item anterior, em algumas ocasiões, quando dispõe de área de montagem, emprega esse método.

3- Construção Modular - Nesse caso a construção é feita em módulos, de tal maneira que os trabalhos em um não interfiram com os trabalhos em outros. Quando os módulos estão prontos são unidos para lançamento. Esse método permite otimizar o tempo de utilização dos recursos de lançamento, quer sejam eles baseados em carreira, dique ou pontão. Além disso, facilita a montagem de equipamentos e acessórios, pois cada módulo é aberto em pelo menos um dos lados.

Exemplos de aplicação são os estaleiros Bazan na Espanha, Yarrow na Inglaterra e o Arsenal de Marinha do Rio



de Janeiro (AMRJ) na construção de submarinos.

É importante ressaltar que essas definições são acadêmicas e não existe uma fronteira clara entre elas. Na prática, quando se emprega o método de construção seqüencial, alguns equipamentos são embarcados no navio antes do lançamento. Da mesma forma, quando se emprega o método de construção simultânea ou modular, alguns equipamentos são instalados após o lançamento.

Fatores que influem na construção - Os três métodos básicos descritos sofrem, em diferentes graus, as influências de cada um dos fatores abaixo:

a) quantidade de navios a serem construídos - O número de navios que serão construídos, influi diretamente na curva de aplicação de mão-de-obra para cada especialidade. Uma das preocupações do gerente de construção é manter essa curva o mais uniforme possível para minimizar os gastos com disponibilidade, reduzindo o custo total.

Quando existem poucos navios a serem construídos, ou apenas um, a construção modular oferece vantagem em relação às demais, pois permite que o trabalho, para cada especialidade, possa ser dividido pelos módulos ao longo do tempo de construção. Ao contrário, a construção seqüencial, por acumular grande quantidade de soldadores e chapeadores no início e pessoal de acabamento no final, parece ser a menos adequada. Para a construção de quantidade maior de navios, de tal maneira que o acréscimo da necessidade de mão de obra de determinada especialidade em um, coincida com a redução da necessidade dessa mesma

especialidade em outro, o método ideal de trabalho passa a ser ditado por outros fatores.

b) Capacidade das máquinas operatrizes - A construção de um navio, principalmente sua estrutura, é feita a partir da montagem de partes, até formar uma "unidade", que por sua vez será unida a outras para formar o navio. O tamanho e o peso de cada unidade depende das capacidades das máquinas operatrizes.

Em estaleiros onde os equipamentos de manobra de pesos são de baixa capacidade, o método de construção por módulos é inviável. Para exemplificar, a construção de uma corveta de duas mil toneladas, dividida em dez módulos, exige equipamentos da ordem de duzentas toneladas.

c) disponibilidade de materiais e equipamentos - O planejamento de construção de um navio é influenciado pelo planejamento de chegada dos materiais e equipamentos. Este por sua vez, é influenciado pelos planejamentos de detalhamento da construção e de desembolso financeiro. Nos métodos de construção simultânea e de construção modular, os materiais e os equipamentos têm data limite de entrega mais curtas que no método de construção seqüencial. Isso só é atingível através de um cronograma de desembolso com altos valores iniciais.

d) Disponibilidade de recursos humanos - A prática tem demonstrado a dificuldade de se contratar mão-de-obra capacitada, que esteja disposta a enfrentar as árduas condições do ambiente de trabalho da construção naval. O método modular, que abre várias frentes de trabalho, só é

justificável quando existe disponibilidade de mão-de-obra para trabalhar nessas frentes. O método seqüencial, emprega grande quantidade de mão-de-obra, por especialidade, em fases distintas da construção. Já o método simultâneo, exige o trabalho de pequenas equipes durante toda a construção.

e) nível de cultura tecnológica coletiva - A construção modular exige maior nível de precisão dos trabalhos, pois para a montagem de dois módulos, seus dutos e tubos devem estar perfeitamente alinhados. Para ser atingida essa precisão, é necessário maior número de informações no detalhamento e operários com capacidade de interpreta-las e executá-las de maneira correta.

f) disponibilidade de recursos financeiros - Como já apontado anteriormente, nas metodologias de construção simultânea ou de construção modular, o desembolso a curto prazo é maior que na metodologia de construção seqüencial, que permite desembolso mais uniforme.

g) prazo para conclusão da obra - o tempo de construção é fortemente influenciado pela capacidade de se abrir frentes de trabalho. Como o espaço interno de um navio de guerra é de alta densidade, ou seja, existem poucos espaços para circulação de pessoal, a melhor maneira de se abrir frentes de trabalho é dividir o navio em módulos e monta-los ao final da construção.

A escolha do método - diante de tantos fatores e dos exemplos de sucesso na aplicação de cada método, pode-se afirmar que o melhor método é aquele que: é intermediário

aos três modelos teóricos, se adapta às condições disponíveis e é corretamente gerenciado. Algumas dessas condições podem ser alteradas pelo próprio estaleiro, e outras, apesar de dependerem de fatores externos, mudam com o tempo.

### SEÇÃO III - O PROJETO

O projeto de um navio de guerra, é o conjunto de tarefas que vão do surgimento da necessidade de obtenção ao final do detalhamento para a construção. Ele é o balanceamento entre o que o setor operativo deseja para cumprir sua missão, as restrições orçamentárias e as capacitações tecnológicas

Metodologia de projeto é a maneira de se buscar o balanceamento desses fatores durante o projeto. Naturalmente, cada marinha tem sua própria metodologia. Para efeito comparativo com a metodologia aplicada na MB, a apresentação de como o projeto é executado em cada marinha será dividido em três fases distintas como descrito a seguir:

Concepção : É a primeira fase do projeto de um navio de guerra, e vai do surgimento da necessidade até a escolha de uma configuração que melhor a atenda.

A *Marinha da Grã-Bretanha* inicia o processo de obtenção muito antes de estabelecer a forma de navio ideal para atender determinada missão. São elaborados estudos de concepção a partir de prospectiva dos sistemas de bordo. Esses estudos servem de apoio para a visão de futuro apontando para os possíveis desenvolvimentos, seus custos

e suas capacidades, e permitem avaliação militar de seu emprego. São também úteis para identificar onde os esforços de pesquisa devem ser concentrados (2:10) (14:230).

Normalmente, esses estudos são feitos a partir de informações do setor operacional, de estabelecimentos de pesquisas, de projetos de sistemas de armas, de análises operacionais e de projetistas. As várias opções estudadas, normalmente incluem projetos não convencionais para serem comparados às soluções convencionais. A qualidade e validade desses estudos dependem muito das ferramentas de trabalho, dos dados disponíveis, e acima de tudo, do preparo e habilidade dos autores dos estudos (14:230).

O setor operativo utiliza esses estudos para formular as propostas para composição da esquadra futura, com as características e capacidades dos navios desejados. Essas propostas são encaminhadas ao "Fleet Requirements Committee" ( FRC ), que determina as linhas a serem seguidas e os parâmetros a serem estudados (14:231).

Para exemplificar, podemos mencionar o projeto das fragatas tipo 23 que, de acordo com o artigo do Almirante Sir Lindsay Bryson (14:237), tinha como "Staff Target", entre outros, que o custo unitário de produção fosse no máximo de setenta mil Libras e que fossem suficientemente silenciosas para maximizar a eficiência do "Towed Array Sonar" em fase final de projeto. Essas restrições foram estabelecidas baseadas em estudos de concepção.

Com as linhas básicas estabelecidas pelo FRC, é ini-

ciado o " projeto de concepção". A partir desse ponto o projeto é encomendado a estaleiros privados através de contratos para avaliação combinada de efetividade operacional e investimento ( Combined Operational Effectiveness And Investment Appraisal - COEIA )(17:59).

O início desses estudos é ainda divergente, devendo considerar toda a faixa de soluções possíveis. A partir dessas soluções é elaborado um projeto de concepção básico, suficientemente detalhado, para que o custo seja levantado com certo grau de precisão. Essa concepção básica servirá como base para investigação de melhorias e definir a viabilidade e custos de cada um. Essa investigação é complementada por estudo de pesquisa operacional tanto nas características do navio, quanto em aspectos relacionados a sistemas de armas. Desse diálogo é produzido o "Naval Staff Target" ( NST ) que é uma descrição das funções e características desejadas do navio, e é acompanhada pela definição do lugar do navio no conceito de operação da esquadra.

Esse documento é submetido à aprovação do "Operational Requirements Committee e uma vez aprovado é iniciado o "Feasibility Studies" (Estudos de Exequibilidade)

O propósito desse estudo é garantir que não haja fatores técnicos, de custo ou de planejamento que possam prejudicar o desenvolvimento satisfatório do projeto,

construção e operação do navio. Para tanto, as opções definidas durante o projeto de concepção e apontadas no NST são desenvolvidas em maior profundidade. São ainda elaborados estudos de avaliação dos efeitos do custo na capacitação operacional, de maneira a permitir identificar a opção mais adequada(14:234).

Nessa fase, o projeto é levado a um nível onde os custos, o peso, o espaço, a potência e as características dos diversos sistemas de bordo são suficientemente conhecidos e servem de base para o "Naval Staff Requirement ( NSR )", que é uma versão ampliada do NST e onde os requisitos são expressos em termos numéricos e é definido o ambiente operacional.

A *Marinha Americana* inicia o processo de obtenção a partir da necessidade identificada pelos comandantes de força e a equipe do "Chief of Naval Operation ( CNO )". Os primeiros estudos tentam identificar as missões que o novo meio deverá desempenhar. Uma vez que essas missões tenham sido identificadas, um grupo do "Naval Sea Systems Command Engineers", normalmente em contato com a indústria, prepara uma análise de custo e efetividade operacional "(Cost and Operational Effectiveness Analysis - COEA )", podendo gerar entre dez e duzentos estudos (17:59).

Esses estudos de concepção são avaliados e a partir deles são estabelecidos os requisitos operacionais. A partir desses requisitos são elaboradas algumas configurações que serão estudadas por times de trabalho, compostos por engenheiros do governo e das indústrias, que compartilham o propósito de atender aos requisitos e montar a

especificação do navio. Após ser aprovada a especificação, é escolhido, através de licitação, o estaleiro que será responsável pelo projeto e construção do navio (17:59).

A *Marinha Francesa*, inicia os estudos do processo de obtenção, a partir da solicitação do setor operativo e mais adiante pelo Diretor de Programas. A responsabilidade do projeto e construção é da "Direction des Constructions Navales ( DCN )" que também pode dar início ao estudo de uma nova concepção e encaminhar ao setor operativo para apreciação.

Uma vez estabelecido os requisitos iniciais, tem início um programa no qual a DCN designa um time de projeto, com membros dos diversos setores que lhe são subordinados. Após adequado nível de definição, o projeto é passado para o estaleiro da DCN que seja o mais adequado para o desenvolvimento e construção. O projeto permanece dentro da DCN durante todo o processo.

Projeto preliminar - É a fase do projeto do navio de guerra que vai da escolha do projeto de concepção até o de contrato. Como o navio já está escolhido, o projeto passa a ser mais aprofundado em cada sistema, tornando a fase mais técnica e menos especulativa que a anterior.

Na Grã-Bretanha Bretanha, o estudo de exequibilidade é realizado com um desenho de arranjo geral para cada opção e cerca de dez outros que sejam considerados críticos, para as opções preferidas. Na fase preliminar, serão elaborados cerca de duzentos desenhos dando orientações mais detalhadas, não apenas no arranjo geral, mas em



partes do projeto como a configuração estrutural, arranjo dos tanques, configuração dos conveses, arranjo dos maiores compartimentos e diagramas dos sistemas(2:12).

Nessa fase o projeto é refinado de forma a atender os NSR. O estaleiro construtor é o principal envolvido e assume a responsabilidade do projeto enquanto que a equipe do MOD apenas monitora os trabalhos e exerce influência no sentido de que todas as experiências de bordo sejam consideradas no projeto (14:234).

Na Marinha dos EUA essa fase é executada por vários times de produto com participação de pessoal do NAVSEA e da indústria. Embora essas indústrias mais tarde venham a competir pelo contrato, a atmosfera durante os trabalhos é de cooperação e de participação para o mesmo objetivo. O resultado desse trabalho é a especificação do navio que será contratado (17:59).

Projeto de construção -Uma vez definida as características e os principais equipamentos do navio, tem início o projeto de construção que através de milhares de desenhos ( cerca de três mil para um navio do porte de uma corveta e dez mil para um submarino convencional ), transmite aos operários as informações necessárias para execução.

O nível de detalhamento irá depender da qualificação técnica dos operários e do nível de padronização do estaleiro. Assim, para escrever um procedimento de alinhamento de linhas de eixo, dependendo do conhecimento e da experiência do executor, o projetista terá que ser mais

ou menos detalhista. Da mesma forma, ao se desenhar um armário, se não houver no estaleiro, desenhos e procedimentos padrões para execução do serviço, os detalhes de fabricação não terão que fazer parte do desenho. O mesmo ocorre no planejamento da seqüência de montagem, na fabricação e instalação de bases, escadas, balaustradas, e em uma infinidade de outros casos.

Vários detalhes diferenciam um projeto de construção de outro. O detalhamento da parte estrutural, depende do tamanho das unidades que serão construídas, que por sua vez dependem do método de construção, da capacidade dos equipamentos de manobras de pesos, e das dimensões das chapas adquiridas. Até mesmo as referências no desenho podem mudar, dependendo do método de construção. Assim, para uma construção seqüencial, as distâncias são tomadas em relação à linha de referência no compartimento, enquanto que para qualquer método de construção que use acabamento avançado, as distâncias serão tomadas em relação a outra referência.

Outro fato que merece destaque é que a quantidade de alterações feitas no projeto durante a construção tende a ser maior quanto menor for o trabalho de integração entre os projetistas e os executores.

Pode-se portanto afirmar que um projeto de construção é feito para uma determinada equipe, de um determinado estaleiro, usando uma determinada metodologia de construção e que, para ser bem sucedido, deve ter participação ativa da produção nas decisões do projeto, desde o início.

Apesar dessa individualidade, não é impossível para um estaleiro trabalhar com o projeto de construção de outro. Nesse caso, porém, os equipamentos industriais devem ter a mesma capacidade, o conhecimento técnico dos operários deve ser o mesmo, e principalmente os materiais e equipamentos devem ter as mesmas características e dimensões, caso contrário o projeto terá que ser adaptado às condições locais.

Normalmente, os estaleiros de países tecnologicamente desenvolvidos que se propõem a vender tecnologia, preferem adaptar o estaleiro comprador ao seu projeto pois vendem também equipamentos industriais, materiais e equipamentos para os navios, e cursos para o pessoal que participará da obra.

Todo projeto de construção tem um coordenador que deve sempre procurar atingir os requisitos estabelecidos no projeto básico, da maneira mais rápida possível e com o menor custo. É seu dever ainda encaminhar ao gerente de projeto, propostas de alteração de especificação para todas as falhas que identificar no projeto básico, melhorias que podem ser feitas para atingir os requisitos, e alterações que possam reduzir prazos ou custos sem afetar o desempenho ou qualidade do produto final.

A equipe do projeto de construção tem ainda a obrigação de especificar para compra, todos os equipamentos, materiais e acessórios que não tenham sido adquiridos durante o projeto básico e analisar as propostas de fornecimento quanto ao teor técnico.

#### SEÇÃO IV - OUTROS FATORES RELEVANTES

A coordenação - Como o processo de aquisição é longo e existem vários grupos e especialistas envolvidos, é necessário um gerente único, que consiga coordenar as atividades e resolver os problemas que interfaceiam os vários grupos, além de cuidar da integração dos diversos sistemas de bordo, da produção, dos custos, dos detalhes de contrato e das provisões financeiras.

Na *Grã-Bretanha*, o Gerente de Projeto "( Warship Project Manajer - WPM )" é o responsável por um time de trabalho multidisciplinar com pelo menos um representante para cada área apontada. De acordo com Gadeking (19:29), a atenção do WPM é voltada para a estratégia de aquisição.

A área de armas e sensores não fazia parte desse time e a responsabilidade do Gerente de Projeto era limitada à instalação dos equipamentos dos sistemas de armas a bordo. Após 1986, esse quadro mudou e o WPM passou a ter em seu time de trabalho os representantes dos grupos de sistemas de armas.

Nos EUA, o gerente, chamado de "Ship Aquisition Project Maneger" ( SHAPM ) não é engenheiro naval e não realiza as mesmas tarefas do WPM na *Grã-Bretanha*. Sua atenção é voltada para desenvolvimento de sistemas gerenciais, treinamento e relacionamento. O "Ship Design Director" (SEA05) detém a responsabilidade técnica do projeto, e a maior parte do trabalho é executada por seus especialistas. Assim, cada grupo trabalha nas definições e configurações de seus sistemas enquanto que o SHAPM opera

de forma matricial (17:58)(19:29).

A execução das fases - Outro fato que desperta atenção é que não existe uniformidade, entre os países que projetam navios de guerra, sobre a responsabilidade de execução das fases do processo de obtenção. Alguns países realizam todas as fases em empresas estatais, como é o caso da França. Outros, desde as primeiras fases empregam a iniciativa privada, como é o caso da Grã-Bretanha. Finalmente, existem alguns casos intermediários onde a iniciativa privada entra nas primeiras fases apenas como parte de um time de trabalho, chefiados por membros do setor governamental, como é o caso dos Estados Unidos da América (EUA) (17:57).

Nenhum método é melhor do que o outro. Cada caso reflete a adaptação do processo de obtenção ao ambiente político, econômico e tecnológico do país.

Nos EUA por exemplo, o congresso faz constantes revisões nos orçamentos de defesa, e apesar da mentalidade empresarial do país, as fases do processo de aquisição tem que ser controladas de maneira a permitir as alterações necessárias.

Na França, onde a política é predominantemente socialista e o Estado controla a política industrial a séculos; onde a maioria das grandes indústrias são estatais que respondem por metade do Produto Interno Bruto (PIB) e empregam vinte e cinco por cento da força de trabalho (17:57), é natural que todas as fases sejam executadas por empresas estatais.

Na Grã-Bretanha, pós era Thatcher, quando as estatais foram privatizadas e cada setor governamental tem livre controle dos seus orçamentos, sendo avaliados pelos resultados(17:58), não é de se estranhar que o setor de defesa tenha se afastado de toda atividade industrial e das que podem ser exercida pelo setor privado.

## CAPÍTULO 3

### A CONSTRUÇÃO E O PROJETO DE NAVIOS DE GUERRA NO BRASIL

#### SEÇÃO I - A CONSTRUÇÃO

Navios de superfície - A história da construção naval no Brasil mostra que as maiores realizações nesse setor ocorreram entre o meio e o final do século passado, quando o então Arsenal da Corte, depois Arsenal de Marinha da Ilha das Cobras, construiu várias embarcações de aço com propulsão a vapor, acompanhando o desenvolvimento tecnológico da época. Coroando essa fase, em 1892, foi lançado ao mar o Encouraçado Tamandaré, de três mil e setecentas toneladas, o maior navio de guerra já construído no Brasil. (6)

Grande parte desses navios foram projetados para o ambiente fluvial de nossa fronteira sul, em concordância com as nossas necessidades estratégicas. As guerras do Prata e do Paraguai vieram confirmar o acerto das decisões e a qualidade das construções. (7)

No entanto, esse surto de progresso foi interrompido em 1893, após a Revolta da Armada, quando o Arsenal de Marinha foi ocupado por tropas do exército e todas as suas máquinas foram distribuídas entre o Arsenal de Guerra do Exército e as oficinas da Estrada de Ferro Central do Brasil. (8)

Em 1935, novo esforço foi feito com o Plano de Modernização da Esquadra, que serviu de base às construções que foram realizadas antes e durante a Segunda Guerra Mundial.

Após a Segunda Guerra Mundial, a construção naval militar no Brasil sofreu nova descontinuidade pois passamos a receber, através do Programa de Ajuda Militar americano (Military Assistance Program), navios e sobressalentes.

Ao final da década de sessenta, a MB, a partir da necessidade de renovação de seus meios e com o firme propósito de independência tecnológica, iniciou o Programa Decenal de Renovação de Meios Flutuantes, que previa a retomada da construção naval militar no país.

Através desse programa, a MB adquiriu seis fragatas, das quais, quatro foram construídas na Inglaterra pelo estaleiro Vosper Thornicroft e as outras duas no Brasil pelo AMRJ.

Durante a construção das primeiras unidades na Inglaterra, os técnicos, que participariam da construção no Brasil, tiveram a oportunidade de freqüentar cursos e estágios que lhes permitiram o aprimoramento da capacidade técnica e administrativa.

A construção das duas fragatas no AMRJ foi bem sucedida, apesar da grande quantidade de mão-de-obra empregada e do atraso em relação ao cronograma inicial.

A capacitação para construir, no país, navios de guerra modernos, estava comprovada. No entanto, não foram os primeiros navios da série, onde as dificuldades são maiores. Além disso, o projeto não foi desenvolvido aqui e os materiais e equipamentos foram fornecidos pelo estaleiro inglês. Restava então, construir um navio projetado no Brasil, tão complexo quanto as fragatas e com o mesmo



nível de qualidade, o que incluiria o gerenciamento e a compra de equipamentos e materiais.

O projeto e a construção do Navio Escola Brasil, usando as mesmas formas de casco das fragatas, foi o primeiro passo nesse sentido, e o projeto e a construção das corvetas classe Inhaúma, foi o passo seguinte.

Esse passo, no entanto, está longe de representar a consolidação definitiva de nossa capacitação tecnológica. É necessário ainda desenvolver a competência de mante-la e aprimora-la. Para tal é necessário um programa que consiga armazenar os conhecimentos adquiridos, transmiti-los aos mais jovens sempre que necessário e aprimora-los constantemente ao longo do tempo. Em sua forma ideal, esse programa deve ser acompanhado de construções e projetos regulares. No entanto, dificilmente, um país nos dias de hoje, tem encomendas suficiente para manter um programa regular.

Esse tipo de preocupação é dividido por técnicos e políticos de todos os países, mesmo os desenvolvidos. No Brasil, que atravessa um momento político econômico cujos resultados não são muito claros, não podemos contar com investimentos governamentais para manutenção de nossa capacitação.

Convém lembrar ainda que, a capacitação está no início, as construções são poucas e intercaladas por períodos de inatividade, os equipamentos de produção são obsoletos e não há indústria de base que apoie a construção naval. Esse último fato faz com que nossos custos e prazos sejam

sempre maiores que os internacionais e dependam de fornecimentos de países desenvolvidos, ávidos por nos fornecer navios prontos para sustentar suas indústrias, ou navios usados para recuperar parte dos seus investimentos. 10/5

Em 1995, quatro anos após o término da construção da segunda corveta construída no AMRJ, teve início a construção de outra, baseada no mesmo projeto. Do ponto de vista de concepção ou de operação, esse novo projeto pode ser considerado um aprimoramento do primeiro, porém, do ponto de vista do projeto de detalhamento ou da construção, trata-se de um novo projeto onde poucos desenhos serão iguais aos da primeira, tendo sido modificado o arranjo, a potência instalada e o armamento. 11

O AMRJ é a Organização Militar (OM) que tem por missão a construção dos primeiros navios de uma nova série. No entanto, além do edifício para construção de submarinos e de algumas máquinas, a maior parte das instalações e equipamentos são das décadas de trinta e quarenta.

Na área de pessoal a situação é ainda pior, os funcionários foram transformados, a partir de 1990 em funcionários públicos. O baixo salário, a estabilidade, o longo caminho burocrático para as punições e alguns direitos adquiridos, contribuíram para reduzir a produtividade da OM. 12

As perdas de funcionários por aposentadoria ou demissão e a impossibilidade de contratação, vem reduzindo a quantidade de mão-de-obra treinada e com experiência. Essa redução foi agravada ainda mais pelo Plano de Demissão

Voluntária (PDV) elaborado pelo governo, no intuito de reduzir a folha de pagamentos.

Submarinos - A MB possui submarinos desde 1912 e tem desenvolvido esforço para reparo e manutenção desses meios.

O Programa Decenal de Renovação de Meios Flutuantes de 1967, além das seis fragatas classe Niterói, adquiriu também três novos submarinos projetados pela marinha da Grã-Bretanha, classe Oberon, construídos pelo estaleiro Vickers. O preparo para manutenção desses submarinos incluiu cursos durante a construção e uma ligação mais estreita com a marinha da Grã-Bretanha, que também possuía submarinos dessa classe, para apoio técnico.

Em 1984, teve início o primeiro Plano Parcial de Obtenção (PPO), concebido inicialmente em 1981. Esse Plano incluía a obtenção de quatro novos submarinos, projetados pela empresa alemã IKL, sendo, o primeiro da série construído pelo estaleiro alemão HDW e os outros três pelo AMRJ.

A construção na Alemanha do primeiro da série foi acompanhada por setenta e sete engenheiros e técnicos que iriam participar da construção no AMRJ.

As instalações do AMRJ tiveram que ser modernizadas para esse novo tipo de construção que, pelo tipo de navio, tem que ser modular. A metade de um edifício antigo foi implodida e reconstruída para permitir a instalação de duas pontes rolantes de cem toneladas cada e o piso, do edifício até ao cais, teve que ser reforçado para permitir

o traslado das unidades.

Dos três submarinos que deveriam ser construídos no AMRJ, dois já estão em operação e o terceiro em montagem. Um quarto submarino foi encomendado, com algumas alterações de projeto, e já foram iniciados os trabalhos de fabricação.

Na preparação para a construção dos submarinos, para minimizar os gastos, a fabricação do casco resistente foi encomendada à NUCLEP que já dispunha do maquinário necessário. (12)

A situação de pessoal é a mesma que na construção de navios de superfície sendo que dos setenta e sete funcionários que foram à Alemanha adquirir experiência, apenas onze continuam trabalhando na construção.

As condições de documentação estão bem melhores que na construção de navios de superfície pois, durante os estágios, os participantes elaboravam relatórios semanais. No entanto muito ainda pode ser feito, principalmente quanto às experiências adquiridas com a construção no Brasil.

Os materiais e equipamentos para construção no Brasil foram adquiridos pelo estaleiro alemão. No entanto, o sistema de armazenamento no AMRJ se mostrou precário. Com quarenta paióis de vários tamanhos espalhados por toda a ilha e com o sistema de controle dos materiais baseados em fichas, os problemas não tardaram a aparecer. Hoje, o material já é controlado através de um banco de dados eletrônico, mas a multiplicidade de paióis continua a ser

um problema.

## SEÇÃO II - O PROJETO

Navios de superfície - Os altos e baixos da capacitação da MB para elaborar seus próprios projetos acompanham os da construção.

Ao final da década de sessenta, início do Programa Decenal para Renovação dos Meios Flutuantes, a MB dispunha em seu quadro de alguns oficiais formados em engenharia naval.

A formação no entanto era acadêmica, com enfoque em Marinha Mercante, e a experiência de trabalho era adquirida através dos reparos em navios ou das poucas construções que eram feitas, como as dos navios hidrográficos e dos navios patrulha fluvial. Esses navios eram simples e o projeto normalmente se resumia a alguns desenhos. As decisões eram quase todas tomadas a bordo, o que é comum em navios pequenos.

O primeiro contato que essa geração de engenheiros tomou com o projeto de um navio mais complexo foi durante a construção das fragatas classe Niterói. No entanto, cabe observar que não houve curso específico de projeto de navios de guerra.

Ao início do projeto da corveta classe Inhaúma, a MB dispunha, trabalhando em projetos, de três grupos em locais distintos: um no Departamento Técnico do AMRJ, outro na Diretoria de Engenharia Naval e outro na antiga Diretoria de Armas e Comunicações da Marinha (DACM).

Essas equipes foram sendo montadas ao longo do projeto do NE Brasil e eram formadas em sua maior parte por engenheiros recém saídos das universidades e projetistas e desenhistas recrutados no mercado de trabalho. No AMRJ, além do recrutamento, alguns desenhistas eram formados pela Escola Técnica do Arsenal de Marinha (ETAM) e, para dar algum caráter prático ao projeto, alguns técnicos e engenheiros da produção foram incorporados ao time.

Submarinos- A capacitação em projeto de submarinos ainda não foi comprovada, pois até o momento os submarinos construídos no AMRJ são de projeto alemão.

No entanto, em 1985, um grupo de engenheiros da Diretoria de Engenharia Naval (DEN), da Diretoria de Sistemas de Armas (DSAM) e do AMRJ fizeram um curso de projeto na empresa IKL, que projetou os submarinos que estão sendo construídos no Brasil.

Esse grupo iniciou o projeto de um submarino nacional, que foi interrompido ainda na fase preliminar.

O método de trabalho - A fase de projeto tem início com os Requisitos de Estado Maior (REM) (13:23) que estabelecem para o novo meio, o cenário, as ameaças, as tarefas, algumas características, delimita custos e define metas de nacionalização. (12:A2)

Na prática esses requisitos são elaborados pelo Estado Maior da Armada (EMA), sem a participação do setor operativo ou técnico.

Baseado no REM, o setor operativo deve iniciar os Requisitos de Alto Nível dos Sistemas (RANS). A partir desse

ponto deve iniciar um processo interativo e regenerativo entre os setores de Material e Operativo (13:24). As Diretorias Especializadas (DE) devem atuar como órgão de assessoramento do COMOPNAV. Na prática no entanto, essa interação entre as partes se limita a algumas reuniões, sem a participação dos executores. Recentemente, para elaboração dos RANS de um navio patrulha oceânico, foi designado um grupo de trabalho com a participação do Centro de Projetos de Navios (CPN), porém ainda sem a participação do estaleiro construtor.

O setor de Material, a partir dos RANS, estuda as possíveis configurações que são analisadas por meio de Estudo de Exequibilidade (EE) quanto a desempenho, apoio logístico, estimativa de custo total, nível de nacionalização, recursos humanos e tecnológicos e estimativa de prazos.

Existe nesse ponto, grande diferença conceitual entre a MB e as marinhas dos EUA e da Grã-Bretanha. Na primeira, cerca de duzentos estudos são produzidos, e nas duas existe integração entre o setor operativo, a equipe de projeto e o estaleiro que irá construir, para se chegar à configuração básica. No Brasil, o foco do EE é a comparação entre as configurações. No projeto da Corveta Inhaúma foram elaboradas quatro opções, todas sobre um mesmo tamanho de casco.

Nessa fase, o setor de material deve ainda iniciar o esboço do Apoio Logístico Integrado (ALI) do novo meio, com as considerações de caráter financeiro e técnico, mormente quanto à capacidade de obtenção e manutenção dos

sistemas desejados (12:4). Na prática, essas tarefas não tem se desenvolvido a contento por falta de prioridade e de meios humanos, materiais e financeiros adequados, provocados pela falta de uma cultura de apoio logístico (9:C4).

O passo seguinte ao Estudo de Exequibilidade é conhecido como fase preliminar e serve para definir os diversos sistemas do meio. Essas definições são usadas como bases para elaboração da especificação de contrato.

Durante essa fase o processo é interativo entre os Setores Operativo e do Material e a ARMADAINST 42-02B reforça que o inter-relacionamento entre os futuros utilizadores e os projetistas é fundamental (12:4). Na prática, no projeto da corveta classe Inhaúma esse inter-relacionamento se limitou a algumas reuniões. 162

### SEÇÃO III - OUTROS FATORES RELEVANTES

O Centro de Projeto de Navios (CPN) - A conveniência em se concentrar, em um mesmo local, as facilidades de projeto e a necessidade de se conduzir o projeto de forma simultânea e integrada, com um gerente único (8:1), aliadas à vantagem administrativa de se computar os custos do projeto ( : ), levaram à criação do CPN.

As duas DE, que até então eram as executoras dos projetos de concepção e preliminar, concordam que essas atividades devem ser feitas de modo integrado e que para tanto devem ser executadas por profissionais qualificados e experientes, concentrados em um único local e com gerenciamento único (6:B13)(6:A8-A10).



Para tanto seria necessário que as DE transferissem suas equipes de projeto para a nova OM. No entanto, talvez pela falta de novos projetos, talvez pela carência de pessoal, as equipes que cuidavam da marinha do futuro passaram a cuidar também da marinha do presente, executando atividades de apoio aos meios incorporados (6:B13). Isso é usado como argumento para não transferirem os projetistas com experiência para o novo CPN.

Até 30 de julho de 1997, o efetivo do CPN era de doze engenheiros, incluindo o diretor, ficando a impressão que a OM que foi criada para unir esforços, dividiu-os ainda mais.

O CPN, deverá operar como uma Organização Militar Prestadora de Serviço (OMPS) de tal forma que os custos com o projeto passarão a ser computados.

A coordenação - Na Diretoria Geral de Material da Marinha existe um gerente coordenador (GC) para cada nova obtenção, todos subordinados ao Coordenador do Programa de Renovação de Meios (C-PRM). No entanto esses gerentes não têm controle sobre a parte financeira do projeto. Como não são engenheiros navais e como não dispõem de uma estrutura de acessoramento nas diversas áreas, as decisões técnicas são normalmente tomadas pelas DE ou órgãos executores e a coordenação e integração dessas OM é limitada a poucas reuniões.

Por outro lado, o Gerentes Participantes das DE assumem a coordenação dos executores. Assim, a DEN, após o início da construção, tenta acompanhar o trabalho do AMRJ

através de um sistema de garantia de qualidade. A DSAM faz o mesmo com o Centro de Armas da Marinha e o Centro de Eletrônica da Marinha.

Os contatos entre o GC e os executores são tentativas de coordenação de ações, porém os questionamentos são sempre em torno do que é possível fazer e não do que deve ser feito. (19)

Não é cobrado do GC responsabilidade pelo fracasso ou sucesso do projeto, ficando sua atuação basicamente como a de um relator. (20)

A execução das fases - As normas vigentes na MB não colocam impecílios à contratação de um estaleiro privado para as etapas de detalhamento e construção. Na verdade, a poucos anos atrás houve a contratação dos estaleiros Verolme, em Angra dos Reis, para a construção de duas corvetas classe Inhaúma, e do Estaleiro Mauá, em Niterói, para a construção de dois navios patrulha classe Grajau. Recentemente, foi contratado o Estaleiro Inace, em Fortaleza, para a construção de outros dois navios desta mesma classe.

Por decisão ministerial, o Setor do Material é o responsável por todas as fases de projeto que antecedem ao contrato (13:24), não deixando claro se os projetos devem ser feitos pelas DE, por outras OM, ou se pode haver contratação de terceiros. No entanto as DE sempre assumiram o duplo papel de executores e fiscais, realizando tarefas inclusive de compras, o que não é desejável pois não existe um serviço externo de garantia de qualidade de (21) (22)

seus serviços.

## CAPÍTULO 4

### O FUTURO DO PROJETO E DA CONSTRUÇÃO DE NAVIOS DE GUERRA NO BRASIL

#### SEÇÃO I - O FUTURO DESEJÁVEL

A Portaria Ministerial que trata sobre obtenção de meios especifica que "a total capacitação do país em projeto e construção dos meios para a MB e a nacionalização progressiva do material são objetivos a alcançar" (13:23).

Como já descrito, a MB foi capaz de projetar e construir corvetas que atenderam aos Requisitos de Estado Maior. O futuro desejável, portanto, é a manutenção e o aprimoramento da capacitação já conquistada, além da busca pela nacionalização.

#### SEÇÃO II - OS ÓBICES

A análise dos possíveis óbices para se alcançar o futuro desejável de um sistema processador tão complexo quanto o de obtenção de um navio de guerra, passa necessariamente pelos fatores que podem afetar o resultado final. Dentre esses podemos listar os recursos, humanos, tecnológicos, de capital e de materiais e equipamentos, necessários ao empreendimento, e as estruturas de trabalho das diferentes OM, que devem processar os recursos disponíveis e entregar o navio, de acordo com o solicitado e dentro dos padrões de qualidade exigidos.

Todos esses fatores sofrem influências políticas, econômicas e culturais. A análise das ameaças trazidas por

essas influências, bem como os óbices que elas podem trazer ao projeto e construção de um navio de guerra, fogem ao escopo desse trabalho porque normalmente não podem ser previstos ou controlados pela MB. A análise será feita, portanto, focada nos quatro tipos de recursos e na organização.

Recursos humanos - Na área de pessoal, existem basicamente dois óbices à concretização do futuro desejável:

a) evasão de mão-de-obra - como já foi visto, essa evasão, oriunda da má remuneração dos funcionários, dos incentivos à demissão, das aposentadorias que normalmente acontecem e da impossibilidade de contratação, faz com que o quadro geral da mão-de-obra capacitada esteja reduzindo com o tempo.

b) descontinuidade de obras - O longo período entre duas construções colabora para a desmotivação do pessoal, o esfacelamento das equipes e a perda de conhecimento e prática já adquiridos.

Recursos financeiros - Duas ameaças surgem da área financeira que podem interferir na manutenção e aprimoramento da capacitação já adquirida de construção e projeto de navio de guerra. A primeira é a carência de recursos financeiros, que provoca a descontinuidade das obras. A segunda é a descontinuidade no fluxo de caixa que, quando não corresponde ao planejado, gera replanejamento, indefinições, atrasos e conseqüentemente acréscimo de custo.

A tentativa de contornar a carência através de solicitações de financiamento trazem em seu bojo a imposição

de compras de equipamentos, nem sempre os mais adequados.

Recursos de materiais - Durante o desenvolvimento do projeto e construção das corvetas classe Inhaúma, havia uma indústria de base fornecedora de equipamentos e acessórios para a construção naval. Com o enfraquecimento da Marinha Mercante e poucas encomendas nos estaleiros privados, a MB passou à condição de ter que adquirir maior quantidade de materiais e equipamentos no exterior, o que reduz o índice de nacionalização.

Recursos tecnológicos - A maior ameaça ao futuro, por parte dos recursos tecnológicos, vem do fato de que as construções dos submarinos e o projeto e as construções das corvetas não consolidaram a capacitação técnica da MB, uma vez que os processos, os problemas e suas soluções não estão adequadamente catalogados e arquivados. Os processos e as técnicas empregadas são mais dependentes das pessoas do que de um procedimento escrito, o que facilita a perda de tecnologia.

Outro ponto que aparece como ameaça é a idade dos equipamentos industriais e de projeto que faz com que sejam menos eficientes, encarecendo a construção.

Organização - Os problemas oriundos da maneira que a MB se organiza e trabalha para obter seus meios podem ser considerados óbices ao futuro do projeto e da construção no país, na medida que afetam o custo, o prazo e a qualidade do navio e a degradação desses fatores podem tornar inviável uma construção.

O processo de obtenção como um todo é dificultado pe-

los seguintes fatores:

a) quantidade e qualidade das normas - As normas empregadas para a construção naval na MB tem várias origens, o que provoca, em alguns casos, choque de filosofias de projeto. Nessa salada de normas, a participação nacional é da ordem de trinta por cento.

b) Integração - Durante toda a fase de obtenção, a integração entre as partes é lenta e pobre. Ela é baseada em algumas reuniões de esclarecimento e troca de documentações já elaboradas e em comunicações que são feitas através de cadeias de comando ou de modelos de Comunicação Entre Gerentes ( CEG ). O tempo médio de respostas às CEG é de cinco dias . O Departamento Técnico do AMRJ, que executa o projeto de construção, só toma conhecimento dos detalhes do navio quando o projeto já está pronto e pouco pode contribuir. As sugestões de alteração são encaminhadas à DEN através de Propostas de Modificação à Especificação de Contrato (PMEC) e levam em média cinco meses para serem respondidas, o que significa dizer que o detalhamento do sistema a que a PMEC se refere fica parado aguardando a resposta. Como, no projeto da corveta classe Inhaúma foram feitas oitocentos e dezessete PMEC, é fácil avaliar o impacto negativo dessa burocracia.

Além do sistema de comunicações, que é lento nas respostas e pobre nos recursos, chama atenção o fato de o estaleiro construtor não participar das decisões que são tomadas nas fases que antecedem ao seu trabalho, como ocorre nos EUA e na Grã-Bretanha. No projeto das fragatas tipo vinte e três, os estaleiros apresentaram várias

opções de barateamento dos custos, inclusive o rearranjo estrutural e a utilização de perfis comerciais, que foram aceitas (14:239).

c) Gerente de Projeto - Um gerente único dá uniformidade e rapidez nas decisões, linha única de pensamento, orquestração das partes e distribuição mais adequada dos recursos. A atuação do GC, subordinado ao C-PRM, não integra as partes e deixa uma lacuna que normalmente é preenchida pelos executores das primeiras etapas.

d) Estudo de Exequibilidade - Na MB, os EE se limitam a comparar diferentes arranjos de sistemas de armas para um determinado navio e são poucos os estudos que mostram os efeitos de alterações em determinados sistemas de bordo, como é feito nos EUA e na Grã-Bretanha. Esses estudos permitem ao setor operativo, dentro de uma base factual, balancear os requisitos dos sistemas.

e) Engenharia Simultânea - Os projetos desenvolvidos até hoje na MB foram de forma serial, ou seja, as etapas executadas por determinada OM, só iniciam após o encerramento da etapa anterior. Esse comportamento é fortemente influenciado pelos Relatórios de Fim de Fase ( RFF ) que devem ser aprovados antes do início da fase seguinte. Naturalmente, em cada fase existem muitas informações cuja chance de serem alteradas é pouca ou nenhuma e que poderiam estar sendo trabalhadas pelos executores das fases seguintes. Um exemplo simples é o da compra de chapas e perfis que no início da fase de projeto preliminar já estão delineadas, em termos de espessura e quantidades, e poderiam ser compradas com razoável grau de



precisão.

Na construção da Corveta Barroso, o AMRJ só teve acesso aos primeiros desenhos estruturais, na data que deveria iniciar a obra. Como a compra demorou onze meses, houve significativo atraso na obra. Deve ser também considerado que grande quantidade de desenhos, compra de materiais e equipamentos, e preparativos para a obra podem ser realizados antes do RFF.

f) Treinamento gerencial - Tanto nos EUA como na Grã-Bretanha existem cursos específicos para os gerentes de projeto e participantes (19:30). Na MB, os diversos gerentes têm formação acadêmica e maneira de trabalhar diferente, sem índices de medição comum e sem procedimento que permita integrar cada trabalho individual ao todo.

g) Especificações - Talvez uma das tarefas mais difíceis na engenharia seja especificar para aquisição. Uma especificação muito detalhada não dá a flexibilidade que o produtor precisa para minimizar custos e prazos. Por outro lado, poucos detalhes pode significar receber um produto diferente do desejado. Na MB, de um modo geral as especificações descem a detalhes que acabam por deixar pouco espaço à criatividade. A especificação para construção da Corveta Inhaúma tem quatrocentos e oitenta páginas. As oitocentos e dezessete P MEC, sobre assuntos que em sua maioria não deveriam fazer parte da especificação, atestam o excesso de detalhamentos. A DEN chegou a realizar um modelo das praças de máquinas mas, como a maioria dos equipamentos só foram adquiridos em fases posteriores, tornou-se inútil. O AMRJ teve que fazer outro modelo

acompanhando o projeto de construção e a compra dos equipamentos. (29)

h) Compra de equipamentos e materiais - A compra na MB é regulada por lei. Detalhes, como ter que agrupar itens de uma mesma categoria para evitar fracionamento ou os prazos estabelecidos para recursos, fazem com que o cronograma de compras seja algo indeterminado. Além disso, para a maioria dos equipamentos, ela leva em consideração o menor preço unitário, sem computar o custo ao longo da vida útil do navio. Quase sempre, isso leva à escolha de equipamentos menos eficientes ou que necessitem manutenção constantes. (30) A

i) Estimativa da guarnição necessária - O cálculo da guarnição necessária para operar o navio tem grande impacto no projeto. O número de homens a bordo influencia o dimensionamento da cozinha, dos paióis, da frigorífica, dos tanques de aguada, dos sistema de ar condicionado, de água doce, esgoto, enfim, influencia praticamente todos os sistemas de bordo, alterando o custo e o deslocamento do navio.

O desenvolvimento da tecnologia e a conseqüente automação dos equipamentos tem permitido sensível redução na guarnição. O exemplo mais próximo é a comparação da tripulação dos submarinos classe Humaitá, com setenta e seis homens, e a dos classe Tupi, com trinta e cinco homens. Quinze anos de evolução tecnológica foram suficiente para reduzir à metade a tripulação de um meio.

Na MB, a estimativa da guarnição necessária para ope-

rar as corvetas classe Inhaúma foi feita pela DEN, baseada em um procedimento de estimativa da marinha da Grã-Bretanha. As reavaliações feitas ao longo do projeto aumentaram a guarnição e nenhum requisito de automação foi incluído na especificação.

j) Segurança - Em qualquer instalação industrial é necessário um engenheiro de segurança que normalmente consegue, com ações simples, evitar acidentes. Esse engenheiro passa a ter a prática de observar detalhes que normalmente passariam despercebidos aos olhos do projetista comum.

Um navio de guerra, pela variedade de sistemas, pelo espaço restrito, e pela presença de explosivos e combustíveis voláteis, é mais perigoso que a maioria das instalações industriais. É de se esperar portanto, que todo o seu projeto e construção seja acompanhado por um especialista da área de segurança, que dê sugestões tentando minimizar os riscos de acidentes.

A MB não emprega engenheiros de segurança em seus projetos.

### SEÇÃO III - AS AÇÕES À EMPREENDER

Em face do futuro desejável e dos óbices para alcançá-lo, pode-se agora listar as ações possíveis de serem adotadas no presente, que se corretamente implementadas e monitoradas ajudarão a reduzir algumas dificuldades e contornar outras.

Recursos humanos - A evasão de mão-de-obra - Já foram apontados os fatos que levam à redução numérica de pessoal

e as dificuldades que isso traz ao futuro desejável. Resta avaliar, até que ponto a perda de pessoal capacitado significa a perda da capacidade de construir e projetar.

Ao tentar reter a mão-de-obra com experiência, o que se tenta fazer é reter o conhecimento que em sua maioria não está documentado . Qualquer empresa que tenha um processo de produção de bens ou serviços não estará habilitada a crescer se não sistematizar seu processo de tal forma que tudo que seja feito esteja escrito, para que a execução das tarefas independa das pessoas. Isso é conhecido como garantia de qualidade, porque há a garantia de que a execução será de acordo com padrão preestabelecido.

O único meio de se prevenir contra evasão de conhecimentos, com a saída das pessoas, é armazená-los através de procedimentos escritos. Sejam eles de como operar um equipamento, de como executar uma tarefa complexa, de como projetar um sistema de bordo ou de como gerenciar o projeto e a construção de um navio. Qualquer conhecimento pode ser registrado e mais tarde ensinado ou usado com fonte.

Dois bons exemplos para demonstrar a validade dessa afirmação são os projetos do Navio Escola Brasil e da Corveta Inhaúma, que foram realizados por pessoas sem nenhuma experiência, a maioria recém saída das faculdades e sem treinamento específico para as tarefas que iriam executar. Cumpriram a missão baseando-se em desenhos da construção das fragatas compradas à Grã-Bretanha.

O mapeamento de todos os processos, a partir dos mais complexos, e a elaboração de procedimentos e instruções, além de garantir a manutenção do conhecimento, estabelece padrões que tendem a aumentar a produtividade e serve de base para qualquer melhoria que se possa pretender. Sendo assim, a sugestão não é apenas um trabalho de sobrevivência, mas uma tarefa necessária a qualquer empreendimento que procure melhoria constante.

Quanto aos conhecimentos especificamente de projeto, além da ação acima, deve também ser considerada a possibilidade de transferir parte desses conhecimentos às universidades, e contratar seus serviços sempre que necessário.

*A descontinuidade das obras* - A única maneira de se evitar as descontinuidades das obras é aumentando o número de encomendas. Como os recursos financeiros da MB não permitem, restam as opções de evitar a compra de navios no exterior e tentar exportar navios de guerra.

A compra de navios em estaleiros que não sejam nacionais favorece a descontinuidade de construção no país e reduz o índice de nacionalização. Nenhum país, que pretenda manter capacitação tecnológica em tempos de crise e mudanças, pode se dar ao luxo de importar o que pode ser feito localmente.

No mercado internacional, a venda de navios patrulhas parecem promissoras. Existem hoje mais de cento e quarenta marinhas no mundo, das quais, mais de cem só possuem navios patrulha. A necessidade por esse tipo de navio

deverá crescer ainda mais a partir da fixação, em duzentas milhas náuticas, do limite da zona econômica exclusiva (ZEE).

Quando as descontinuidades não podem ser evitadas, os estaleiros normalmente procuram manter suas equipes unidas executando outros tipos de trabalho. O estaleiro alemão HDW e estaleiros franceses da DCN têm construído navios mercantes para contornar a falta de contratos (21:14). Alguns estaleiros americanos procuraram se unir para enfrentar a crise e baratear custos. No Brasil, como o AMRJ é um estaleiro atípico, que sempre trabalhou com reparos e construções, a mão-de-obra excedente de construção e de projeto é empregada no reparo de navios da MB.

Naturalmente, o trabalho no reparo é menos motivante e com menor nível de planejamento, no entanto, o resultado final é positivo, pois de um lado o reparo naval passa a contar com pessoas de melhor qualificação, e de outro o pessoal que trabalha em construção vive a experiência da dificuldade de manutenção e mantêm-se ocupados com trabalhos em navios militares.

Recursos financeiros - Como muito pouco ou nada pode ser feito com relação aos cortes financeiros, resta apenas a preocupação de averiguar o impacto desses cortes na programação do projeto e construção, e tentar exaustivamente um novo planejamento que minimize os efeitos desse impacto. Assim, existirão situações onde parte do projeto fica incapacitado de consumir os recursos que foram disponibilizados e que seriam melhor empregados em outras partes. O emprego da concepção de empreendimento modular

na obtenção e a instalação de um centro de custos no C-PRM poderá controlar melhor a locação de recursos e balancear os gastos nos diversos módulos de forma a harmonizar o andamento do projeto como um todo.

É importante ainda destacar que cortes no fluxo de caixa podem alterar até a filosofia de construção, tornando, por exemplo, a construção seqüencial mais adequada que a modular.

Recursos materiais - A indústria de equipamentos e acessórios marítimos no Brasil faliu ou mudou de ramo após a redução de encomendas dos estaleiros privados. Seu retorno está, naturalmente, condicionado à volta das atividades de construção no país. Existe grande expectativa nesse sentido, com a assinatura da lei que regulamenta o Registro Único Brasileiro (REB) e torna viável o investimento de armadores brasileiros em novos navios. Porém, de efeito maior que essa lei, que afeta a navegação de longo curso, está a regulamentação dos portos nacionais, que podem viabilizar o transporte intermodal. Pelo potencial de carga a transportar, que gira em torno de noventa por cento do nosso Produto Interno Bruto (PIB), talvez esteja na cabotagem a salvação da indústria naval brasileira, muito mais que na navegação de longo curso.

A MB tem se empenhado no desenvolvimento e aplicação dessas duas leis.

Recursos tecnológicos - Para consolidação da nossa capacidade tecnológica, existem duas linhas de ações necessárias. A primeira é a identificação, mapeamento e

catalogação de todos os processos que não estejam documentados. Preferencialmente essa organização deve ser feita por níveis, de tal maneira que existam instruções de trabalho, procedimentos de trabalho e manuais de construção e de projeto.

Existem, no AMRJ, vários relatórios de trabalhos, de estágio e de inspeção, que compõe parte do pretendido, mas o desejável é que a documentação permita a alguém que nunca tenha construído um navio ou submarino ou que esteja afastado desse tipo de trabalho a algum tempo, tenha um guia, do geral para o detalhe, das etapas de trabalho que tem pela frente. Esse trabalho é longo, exaustivo, e constante pois tem que ser atualizado a cada nova experiência, mas é o único método de se preservar conhecimentos.

No auxílio a esse trabalho, é também importante a publicação de um periódico em forma de revista, que incentive a todos os que participam ou colaboram com o projeto ou construção de um novo meio a registrarem, em forma de artigo, suas experiências, percepções e o resultado de seus trabalhos.

Na Grã-Bretanha existe uma publicação mensal chamada "Journal of Naval Engineering", editado pelo "Sea Systems Controllerate", que exerce essa função. No Brasil existe a Revista Marítima Brasileira, que é, no entanto, pouco usada para esse fim.

Quanto à modernização dos equipamentos industriais e de projeto, a obsolescência foi detectada e a modernização dos equipamentos de construção do AMRJ, bem como a



aquisição de um sistema informatizado para auxílio ao projeto e detalhamento, constam do item 1.4.g das Orientações Ministeriais (ORIM) e estão sendo providenciadas.

Organização - Dentro do que foi apresentado, não existem evidências que apontem para a necessidade de modificação nos organogramas. No entanto, dois problemas existem. O primeiro é a retenção do pessoal com experiência em projeto pelas DE, inviabilizando o CPN. O segundo é a fraca coordenação e integração, que deixa claro a necessidade de algumas alterações na maneira de trabalhar.

Talvez a alteração mais importante seja a de permitir ao GC ter controle sobre todas as etapas do processo, ou seja, ter a capacidade de avaliar o andamento do trabalho, e sempre que os resultados se mostrarem inadequados, tomar as medidas corretivas necessárias. Para tal é necessário uma estrutura de apoio e autoridade, da qual não dispõe hoje.

Para se chegar a reduções de prazos e custos, é imprescindível a centralização das decisões sobre assuntos que interferem com mais de uma fase da obtenção, aos moldes do que é feito nos EUA. Se além disso o resultado desejado for um navio com sistemas bem balanceados, é necessário a centralização das decisões sobre assuntos que interferem com mais de um sistema, como é feito na Grã-Bretanha.

A existência do CPN com uma equipe que inclui projetista de sistemas de armas, alivia a carga técnica do GC, embora não a elimine de todo, pois sempre existirão

problemas de interface entre os executores e as DE.

Nesse novo modelo de trabalho, o GC deve ter poder decisório sobre os problemas de interface, tanto administrativas quanto técnicas, enquanto que as ações e as decisões inerentes a cada OM individualmente devem continuar descentralizadas.

Assim, do ponto de vista administrativo, se o cronograma de trabalho, das diversas OM envolvidas, levarem a prazos inadmissíveis, o GC poderá tomar medidas de correção, inclusive terceirizando parte do trabalho. Já do ponto de vista técnico, se a opinião de quem executa parte do projeto preliminar for diferente da de quem irá construir, e ambas forem tecnicamente viáveis, o GC tomará a decisão que for mais apropriada ao projeto como um todo.

Dentro ainda das mudanças na filosofia de trabalho, o GC deve:

- ser o responsável pela disseminação da estratégia de trabalho escolhida para alcançar os melhores resultados a partir dos recursos disponíveis;

- ser o responsável pela integração das partes, fazendo com que todos aqueles que puderam contribuir com o assunto, sejam ouvidos antes da decisão, além de manter e gerenciar canais de comunicações que sejam eficientes;

- ser o responsável ao longo do projeto por reavaliar decisões tomadas em fases preliminares do projeto e que podem influir no resultado do trabalho, como por exemplo a determinação do número de tripulantes;

- incluir em seu time de trabalho especialistas nas

áreas de segurança e de ALI, para que possam auxiliar nas tomadas de decisões e antecipar os preparativos da manutenção que irá apoiar o navio ao longo de sua vida;

- ser o responsável direto pelos custos, prazos e peso total do navio e

- ser o responsável pela busca da nacionalização dos itens de bordo.

Além das tarefas e responsabilidade do GC, a estrutura organizacional deve dar apoio de treinamento a todos os coordenadores das diversas etapas, atualizar e aprimorar as normas de projeto e construção existentes e procurar caminhos que minimizem os prazos de compras de materiais e equipamentos.

Essa mudança na maneira de comprar pode ser feita através de especificações mais compactas e precisas, focadas em sistemas e índices e não em equipamentos e materiais. Paralelamente a isso, é conveniente a prática de pré-qualificação e o estabelecimento de critérios de garantia de qualidade para a escolha do fornecedor.

## BIBLIOGRAFIA

1. ANDREWS, D. J.. Preliminary warship design. Journal of naval engineering. U.K., v. 34, n. 3, p. 476-506, dez. 1993.
2. ANDREWS, D. J.. The management of warship design. Journal of naval engineering. U.K., v. 34, n. 1, p. 5-28, dez. 1992.
3. ARTHOU, Alan Paes Leme. Modernização da construção de navios. Rio de Janeiro, 1996. Estudo apresentado ao Ministro da Marinha.
4. BARBOZA, Tiudorico Leite. A obtenção e a modernização de meios para o reaparelhamento da marinha. Rio de Janeiro : EGN, 1995.
5. BRACKENBURY, J. D.. Warship construction costs. Journal of naval engineering. United Kingdom, v. 32, n. 3, p. 433-440, dez. 1990.
6. BRASIL. Diretoria de Engenharia Naval. Ofício nº 0947 de 08 de dezembro de 1995. Criação de um centro de projeto de navios.
7. BRASIL. Diretoria Geral do Material da Marinha. MATERIALMARINST nº 21-12B de 12 de dezembro de 1994. Documentos do processo de obtenção e modernização de meios navais e aeronavais.
8. BRASIL. Diretoria Geral do Material da Marinha. Ofício nº 0191 de 22 de março de 1996 ao Ministro da Marinha. Proposta de orientações para o projeto de navios de superfície e submarinos.
9. BRASIL. Diretoria Geral do Material da Marinha. Ofício nº 0078 de 25 de fevereiro de 1997 às Diretorias Especializadas. Empreendimentos modulares para obtenção de meios.
10. BRASIL. Escola de Guerra Naval. EGN-215A. Guia para elaboração de teses e monografias. Rio de Janeiro, 1981.
11. BRASIL. Escola de Guerra Naval. FI-219A. Guia para elaboração de referências bibliográficas. Rio de Janeiro, 1992.
12. BRASIL. Estado Maior da Armada. ARMADAINST nº 42-02B de 24 de novembro de 1994. Obtenção e modernização de meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais.
13. BRASIL. Ministério da Marinha. Gabinete do Ministro. Portaria nº 0027 de 15 de janeiro de 1993. Aprova as Normas para Obtenção e Modernização de Meios Navais, Aeronavais e de Fuzileiros Navais para a

Marinha. Publicado no Bol. do MM n.02/93. Tomo I.

14. BRYSON, Lindsay. The procurement of a warship. Journal of naval engineering. United Kingdom, v. 29, n. 2, p. 226-263, dez. 1985.
15. CARTER, Donald E., BAKER, Barbara Stilwell. Concurrent engineering. Reading, Massachusetts : Addison-Wesley, 1992.
16. CERQUEIRA, Jorge Pedreira de. ISO 9000, no ambiente da qualidade total. Rio de Janeiro : Imagem, 1994.
17. FERREIRO, Larrie. Designing and buying warships: France, Great Britain, and the United States. Proceedings, Annapolis, v.123, n.1129, p. 57-60, mar. 1997.
18. FLORES, Mario Cezar. O processo de obtenção de meios flutuantes. Rio de Janeiro, 1980. Palestra proferida para o C-SGN na EGN em 25 nov. 1980.
19. GADEKING, Owen C.. Through the looking glass. Journal of naval engineering. United Kingdom, v. 34, n. 1, p. 29-34, dez. 1992.
20. GEORGE, James L.. US shipbuilding industry in the mid-1990s. Naval Forces, Farnbourg, v. 17, n. 2, p.8-12, 1996.
21. KEIL, Robin. Naval shipbuilding in Europe. Naval Forces, Farnbourg, v. 17, n. 5, p.8-14, 1996.
22. MCIVER, j.. Specification for ship projects. Journal of naval engineering. United Kingdom, v. 30, n. 2, p. 259-263, jun. 1987.
23. RUMMLER, Geary A.. Melhores desempenhos das empresas. 2.ed. São Paulo : Makron Books, 1994.
24. SANTOS, Aloysio Ferreira dos. Projeto e construção de navios de guerra. Rio de Janeiro, 1982. Palestra proferida na SOBENA em 03 mar. 1982
25. THOMPSON, Hugh. Engineering in the Royal Navy. Journal of naval engineering. United Kingdom, v. 32, n. 1, p. 2-20, dez. 1989.
26. TODD, D.. Competitiveness in naval construction. Naval Forces, Farnbourg, v. 9, n. 1, p. 44-51, 1988.
27. TODD, D.. Competitiveness in naval construction. Naval Forces, Farnbourg, v. 9, n. 2, p. 36-43, 1988.
28. TODD, D.. Technology transfer and naval construction. Naval Forces, Farnbourg, v. 9, n. 5, p. 42-51, 1988.
29. TODD, D.. Technology transfer and naval construction. Naval Forces, Farnbourg, v. 9, n. 6, p. 53-58,

1988.

30. TODD, David, LINDBERG, M.. The evolution of navies in developing countries and the economic constraint. Naval Forces, Farnbourg, v. 17, n. 4, p. 16-19, 1996.

31. VIDIGAL, Armando Amorim Ferreira. A evolução da marinha brasileira. Rio de Janeiro : EGN, 1994. LAIII - 9402.

Arthou, Alan Paes Leme

AUTOR

O futuro do projeto e da const  
rução de navios de guerra no p  
ais

8-D-24

DEVOLVER NOME LEIT. (4761/98)

* 8 MAR 1999		<i>AR</i>	e-DEM Paulo Passos
25 MAR 2000		<i>AS PAULO</i>	
12 JUL 2000		<i>ALCC JUN</i>	
17 ABR		<i>A PEREIRA</i>	
01 AGO 2003		<i>CAUETTI</i>	
09 AGO 2003		<i>RENOVADO S/ APRES.</i>	
23 AGO 2003		<i>RENOVADO S/ APRES</i>	
23		<i>CMGLEN) ARNALDO</i>	

Este livro deve ser devolvido na  
última data carimbada

* 8 MAR 1999			
25 MAR 2000			
12 JUL 2000			
22 MAR 2001			
17 ABR 2002			
01 ABR 2003			
23 JUL 2005			



00119350004761

O futuro do projeto e da construcao  
8-D-24

MINISTÉRIO DA MARINHA  
ESCOLA DE GUERRA NAVAL  
Biblioteca

Arthou, Alan Paes Leme

O futuro do projeto e da const  
rução de navios de guerra no p  
ais  
8-D-24

(4761/98)