

08
Mundo novo

Curso PEM

Partido -

Solução do S-III-6 (EN)

Apresentada por

CARLOS FREDERICO DA SILVEIRA OLIVEIRA

CAPITÃO-DE-MAR-E-GUERRA (EN)

NOME E POSTO



RIO DE JANEIRO

19 84



Handwritten text: 103537, 89754, 45158, 609000

- ECONOMICIDADE E SOFISTICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DO MATERIAL BÉLICO -



CARLOS FREDERICO DA SILVEIRA OLIVEIRA
Capitão-de-Mar-e-Guerra (EN)

MINISTÉRIO DA MARINHA
ESCOLA DE GUERRA NAVAL

MM-EGN
BIBLIOTECA
25/08/1982
N: 969.

GN-00002103-8

cadacervo
82124
exemplar n.º
103231



CARLOS FREDERICO DA SILVA
Capitão-de-Mar-e-Guerra (RM)

MINISTÉRIO DA MARINHA
ESCOLA DE GUERRA NAVAL

Í N D I C E

	FOLHA
Lista de Figuras	III
INTRODUÇÃO	1
ECONOMICIDADE E SOFISTICAÇÃO: UM COMPROMISSO	2
CONCLUSÕES	8
BIBLIOGRAFIA	A-1

LISTA DE FIGURAS

FIGURA Nº	TÍTULO	FOLHA
1	CUSTO PARA UM CICLO DE VIDA DE 25 ANOS DE UM CONTRATORPEDEIRO	5-A
2	ESPIRAL DE PROJETO	5-B
3	CICLO TÍPICO DE UM NAVIO MODERNO...	7-A
4	VALOR MILITAR DE UM NAVIO.....	7-B
5	MODERNIZAÇÃO POR MEIO DE SUBSTITUIÇÃO DE SISTEMAS.....	8-A

INTRODUÇÃO

Os navios projetados atualmente são maiores, mais complexos e bem mais onerosos do que aqueles projetados em décadas passadas. A capacidade de permanecer desenvolvendo grandes velocidades, os acertos e os erros dos tiros das baterias dos antigos navios dependiam mais do esforço dos foguistas e dos méritos das guarnições das torres do que das próprias caldeiras e canhões. A confiabilidade dos serviços dependia enormemente da atuação e dos feitos heróicos daqueles que tripulavam os navios. O desenvolvimento tecnológico tem condicionado a arte da guerra na medida em que o aparecimento de novas armas obriga ao constante aprimoramento das estratégias e táticas empregadas. Este fato tem proporcionado uma escalada extraordinária em termos de despesas militares.

Os projetistas de armamentos estão sempre procurando sofisticar as armas e o aprimoramento das mesmas muitas vezes independe do surgimento de uma nova ameaça. Quando se prediz um declínio a longo prazo no preço de uma determinada arma assume-se a estabilidade do projeto. Esta estabilidade simplesmente não ocorre pela obsessão de mudanças bem como pela irreal estimativa inicial de custos. O moderno armamento, possuidor de moderna tecnologia, resulta em um produto de alto custo e, conseqüentemente acarreta uma redução no número de unidades para a esquadra as quais muitas vezes de eficácia questionável. Em decorrência disso o orçamento militar cresce em função da incessante elevação de custos do material bélico. A questão central é como conseguir maior eficiência com o recurso alocado. Devido a esse irrefreável aumento cabe aqui a colocação: "mais dinheiro para a defesa ou maior defesa para o dinheiro?".

ECONOMICIDADE E SOFISTICAÇÃO: UM COMPROMISSO

Embora existam vários fatores que afetem o "valor final" do navio é, sem dúvida, o projeto propriamente dito que realmente determina seu desempenho durante sua vida útil. Se a concepção for inadequada e a construção de má qualidade o navio não terá bom desempenho como arma de guerra. Para que isto não ocorra é mandatório que exista uma estreita ligação entre o usuário, o projetista e o construtor. Um moderno navio de guerra, pelo seu tamanho e complexidade de seus sistemas, demanda muito talento e esforço na concepção e no projeto. O número e a diversidade de especialidades envolvidas num empreendimento deste vulto requer um trabalho de equipe, sendo que a qualidade e a frequência da comunicação entre os participantes é uma das causas do sucesso ou da falha do empreendimento. Em outras palavras, envolve uma constante "troca de calor" entre as comunidades operativa e técnica. A meta a alcançar num projeto é a de produzir um navio que apresente um excelente desempenho operativo à um custo mínimo de construção e de manutenção.

É quase que impossível produzir um navio econômico que satisfaça plenamente a todos os requisitos desejados. Muitas vezes o que é desejado pelo armamentista ou pelo eletrônico não é exatamente o que o engenheiro projetista tem em mente. A verdade é que cada especialista vê o navio com ótica própria e a plena satisfação de cada um traria, sem dúvida, sérios problemas para os outros. Devemos ter em mente que cada sistema ou equipamento adicionado ao projeto do navio acrescenta um certo "preço" ao conjunto, isto é, não teremos um desempenho extra sem pagar um preço por ele. Um projeto bem balanceado é um compromisso entre os vários interesses envolvidos sendo em consequência o resultado do sacrifício de um determinado setor em favor de outro ou outros para que o con-

junto tenha o desempenho desejado.

Em estudo recente, a marinha americana, detectou algumas tendências nos projetos dos navios de guerra que mostram claramente o estreito compromisso entre a economicidade e a sofisticação na construção naval. Podemos destacar seis principais tendências abrangendo as quatro últimas décadas. O deslocamento, a velocidade, o armamento, a capacidade de combate, o padrão de habitabilidade e o custo de obtenção são os principais parâmetros cujas tendências são estudadas.

A primeira destas talvez seja a mais evidente e refere-se ao aumento do tamanho dos navios, mais particularmente para a classe dos contratorpedeiros. De duas mil toneladas de deslocamento no início da década de 40 atinge hoje o valor de dez mil toneladas. A razão deste crescimento é devido principalmente à demanda de maior desempenho, o que inevitavelmente acarreta a necessidade de maiores espaços. Resta saber se estamos realmente obtendo o desejado acréscimo no desempenho do navio por tonelada de peso acrescida ao mesmo.

A segunda tendência refere-se à diminuição de velocidade dos atuais navios em relação aos projetados e construídos em décadas passadas. A razão dos navios não terem acompanhado os passos dos aumentos de velocidade como ocorreu em outros meios deve-se ao alto custo necessário para a obtenção de grandes velocidades na superfície do mar utilizando-se cascos convencionais. Convém lembrar que a potência requerida para movimentar o navio varia com a terceira potência da velocidade, o que acarreta custos elevados e não compensadores.

A terceira tendência diz respeito ao armamento. A tendência de decréscimo da capacidade de transporte de armamento pode parecer à primeira vista contraditória. Os atuais contratorpedeiros transportam um número menor de sistemas de armas em comparação com os projetos mais antigos. O lançador,

os mísseis e os periféricos que compõem os atuais sistemas são menos "densos" do que os que utilizavam os canhões e seus acessórios, isto é, ocupam atualmente maiores volumes internos do navio por tonelada de carga útil de armamento. É importante ressaltar que o volume interno é um dos itens mais críticos que limitam o projeto.

A quarta tendência diz respeito à capacidade ou desempenho em combate. Podemos, sem dúvida, garantir que os navios atuais reagem mais rápido e eficientemente do que seus antecessores à qualquer tipo de ameaça, ou seja quer aos velozes aviões de ataque em vôo rasante ou não quer em relação aos mísseis antinavio. Atualmente contamos em segundos e não mais em minutos o tempo de reação contra essas ameaças, isto é, o tempo necessário para detecção, aquisição, controle da arma mais adequada e o abrir fogo contra o alvo. Esta necessidade de pronta reação levou à utilização de processamento eletrônico de dados. O raio de ação também aumentou consideravelmente nos últimos anos acarretando com isso o aumento de potência e em consequência o crescimento do tamanho da plataforma. Também o sistema de comando e controle aumentou de capacidade pela necessidade do controle simultâneo, em tempo real, de dezenas de alvos aéreos e de superfície, amigos e inimigos, observados em uma única tela. Ao lado do maior e mais eficaz poder de fogo, estas inovações tecnológicas, principalmente as eletrônicas, trouxeram em seu bojo a necessidade de atmosferas controladas, energia estabilizada e maior volume de água para refrigeração acarretando a utilização de maiores espaços a bordo.

A quinta tendência refere-se à habitabilidade. A melhoria nos padrões de habitabilidade forçou o consequente aumento dos espaços destinados para alojamentos, ranchos e recreação da guarnição, espaços estes vitais para um prolongado

convívio a bordo. Este espaço praticamente duplicou nos últimos 40 anos. É evidente que quanto mais confortáveis tornarmos as dependências da guarnição mais atraentes e motivantes serão as funções operativas de bordo, razão primeira da existência de uma marinha de guerra. Este aumento de volume acarreta um maior deslocamento do navio e conseqüentemente maior custo. Deve entretanto ser analisado o quanto do poder combatente estaremos sacrificando quando aumentamos os espaços para a obtenção de um elevado padrão de vida a bordo.

A sexta tendência refere-se aos custos de aquisição dos novos navios, os quais vem aumentando de forma acentuada parte devido à inflação e parte devido ao próprio aumento do desempenho do navio (4-38).

É conveniente ressaltar que obteremos uma melhor visão dos custos de um navio de guerra se verificarmos não somente o custo de aquisição mas sim o custo de sua vida útil que engloba os custos referentes ao projeto, à obtenção, à manutenção, à operação, às modernizações e às conversões efetuadas durante o período de atividade do mesmo. Esses custos variam de classe para classe de navio e no caso de contratorpedeiros, considerando-se uma vida útil de 25 anos, são apresentados na figura 1 (4:39).

Neste ponto é conveniente verificar como a colocação de um determinado subsistema contribui para o custo do sistema navio. Suponhamos, como exemplo, que desejamos adicionar um determinado modelo de sonar à um projeto em estudo (5:18). Acompanharemos o impacto deste sensor através da figura 2 que representa a espiral de projeto. Iniciamos adicionando o peso próprio do sonar e de seus acessórios (passo 1). Para que este sensor funcione é necessário uma certa quantidade de energia elétrica que deve ser adicionada à quantidade anteriormente calculada para o navio sem o sonar (passo 2). Para

V
I
D
A
V
T
L

FIGURA-1: **CUSTOS PARA CICLO DE VIDA DE 25 ANOS DE UM CONTRATORPEDEIRO**

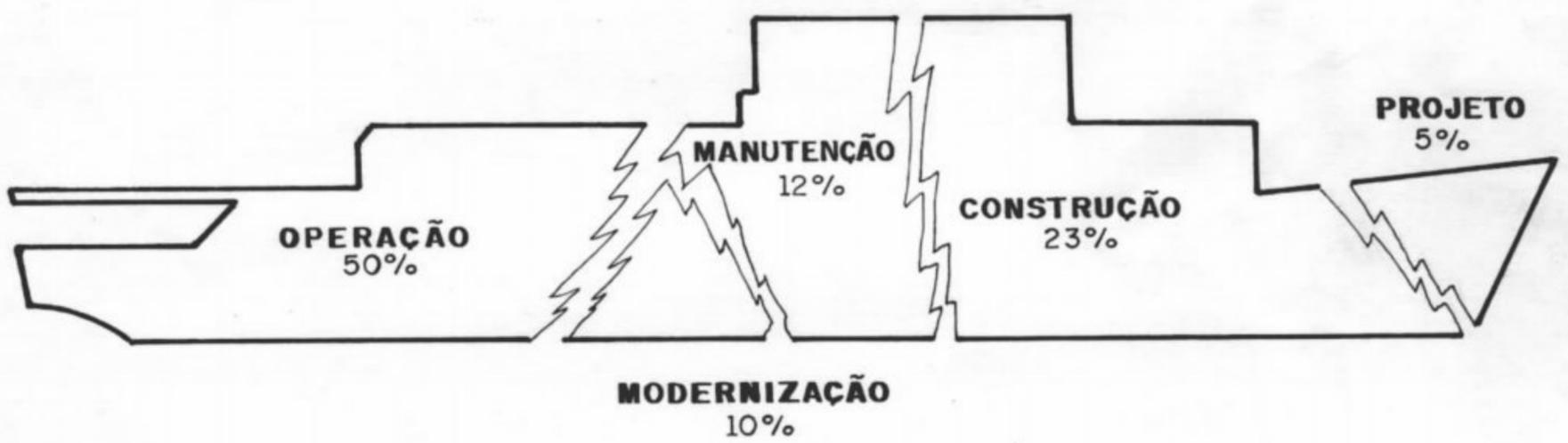
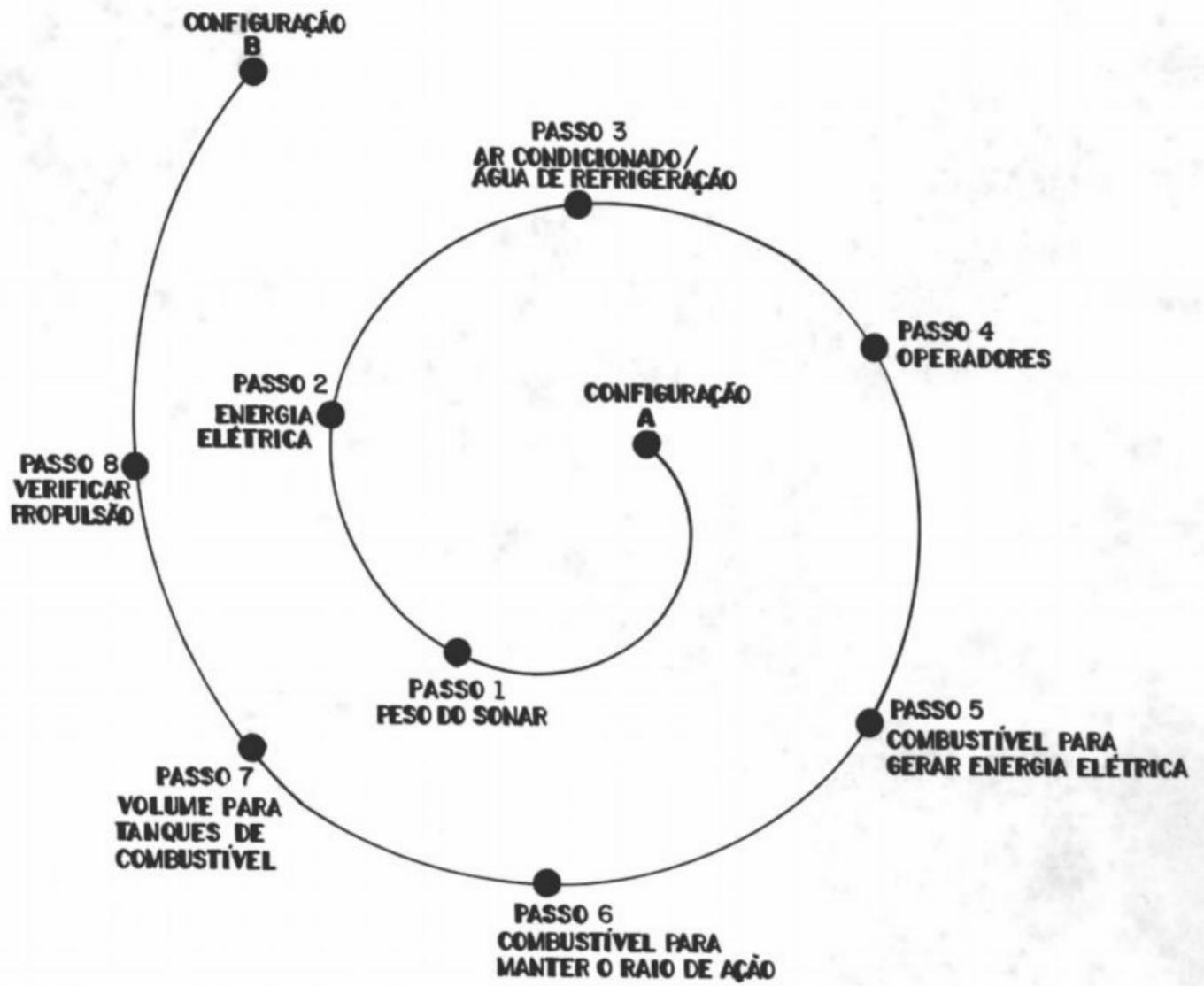


FIGURA -2: **ESPIRAL DE PROJETO**



seu funcionamento é necessário acrescentar uma instalação de ar condicionado para o compartimento do operador e de água de refrigeração para o equipamento (passo 3), além do aumento da guarnição para operar o referido sensor (passo 4). Computemos agora uma maior quantidade de combustível para a geração do acréscimo de energia elétrica (passo 5) e para manter o mesmo raio de ação (passo 6). Para alojar o combustível extra é necessário maior tancagem o que em consequência acarreta maior volume no navio (passo 7). Verificamos então a necessidade de modificar a propulsão para manter a mesma velocidade de projeto (passo 8). Como pode ser observado partimos de uma configuração A para uma configuração B. O aumento do deslocamento inicial foi provocado não somente pelo peso do sonar mas principalmente pelos acréscimos indiretos dos pesos que se mostraram necessários. Muitas vezes esse efeito indireto causado pela colocação de um subsistema pode alcançar um valor de cerca de dez vezes o efeito do subsistema propriamente dito.

Uma forma bastante significativa de verificar o impacto causado pelo acréscimo devido a um determinado subsistema é compará-lo com seu equivalente em armamento, isto é, pela comparação entre seu efeito no projeto em termos de quantidade de armamento que poderia ser colocado à bordo em substituição ao subsistema estudado. Por exemplo pode-se comparar o "valor" de um sonar, o aumento de volume das atuais praças de máquinas, um desejado aumento do raio de ação ou ainda o que representa o acréscimo de espaço para alojamento e lazer da guarnição com o equivalente número de canhões ou lançadores. Esta comparação tem a vantagem de ressaltar a "perda bélica" do navio em função de determinada modificação desejada (4:42).

Os projetos dos contratorpedeiros americanos construídos

à época da 2ª Guerra Mundial hierarquizavam em importância as funções de bordo na seguinte ordem: armamento, propulsão, eletrônica, autonomia e habitabilidade. Atualmente os projetos obedecem a seguinte ordem de importância: eletrônica, autonomia, habitabilidade, armamento e propulsão. Por sua vez, seus adversários soviéticos apresentaram neste mesmo período a tendência de diminuição do tamanho do navio, um melhor desempenho no mar e aumento na velocidade e na quantidade de armamento (7:98). Um contratorpedeiro soviético possui em média dois sistemas de armas para cada 1000 toneladas de deslocamento enquanto seu similar americano possui apenas um sistema. Todas essas tendências decorreram da necessidade de incorporar ao projeto a melhor tecnologia disponível ou em desenvolvimento. O tempo de aquisição para um navio que incorpora tecnologia em desenvolvimento é na marinha americana, de aproximadamente dezesseis anos, restando um período entre sete e dez anos para a entrada em obsolescência (figura 3) (10-12). Para minimizar este efeito é necessário efetuar uma modernização no navio para restabelecer seu "valor militar" (figura 4). É comum que se inicie o período de modernização, com duração aproximada de treze anos, ainda durante a vida ativa do navio. Esta velocidade de obsolescência é devida principalmente ao material eletrônico que vem nos últimos anos apresentando um vertiginoso avanço pela incorporação que se continua de moderna tecnologia. São buscadas algumas formas de redução dos tempos de desenvolvimento e dos custos de aquisição pela tentativa de desenvolvimento simultâneo dos sistemas de armas e da plataforma, pela modernização dos sistemas de maior velocidade de obsolescência ou pela modularização. Chamamos de construção modular ao conjunto de elementos, pertencentes a um sistema, grupados física ou funcionalmente em blocos com o propósito de facilitar a construção, a

FIGURA-3 : **CICLO TÍPICO DE UM NAVIO MODERNO**

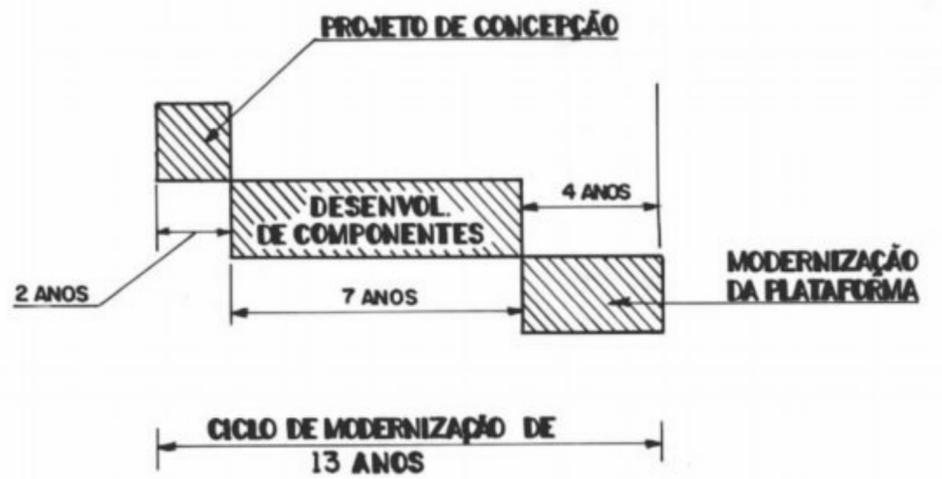
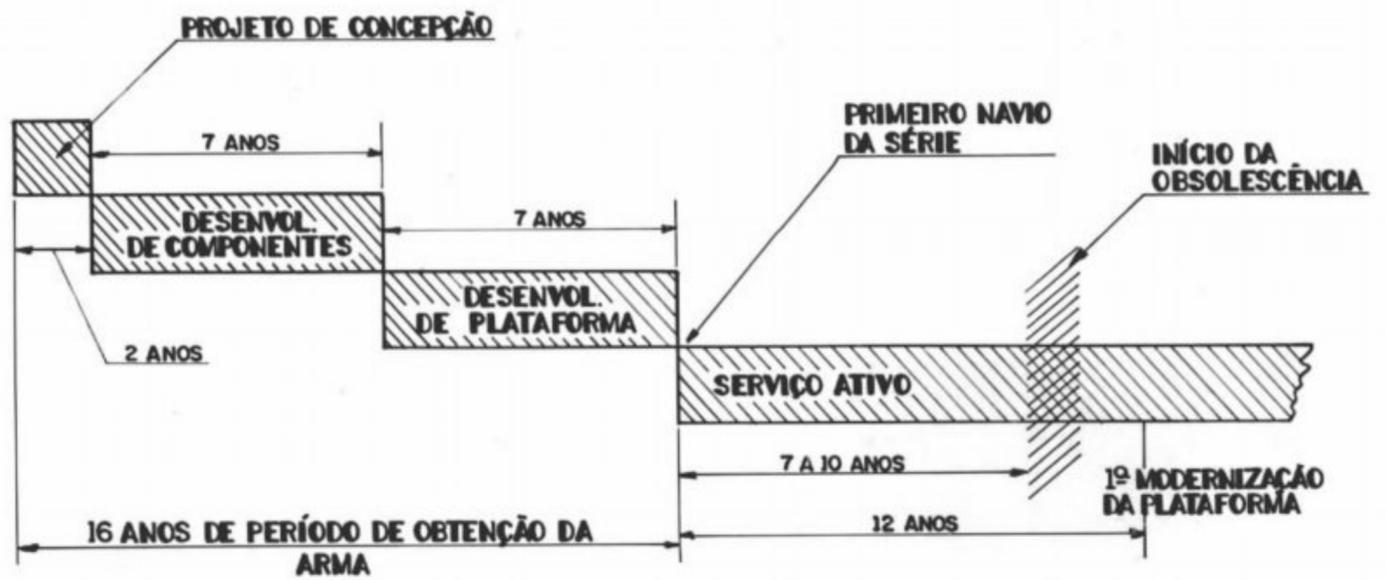
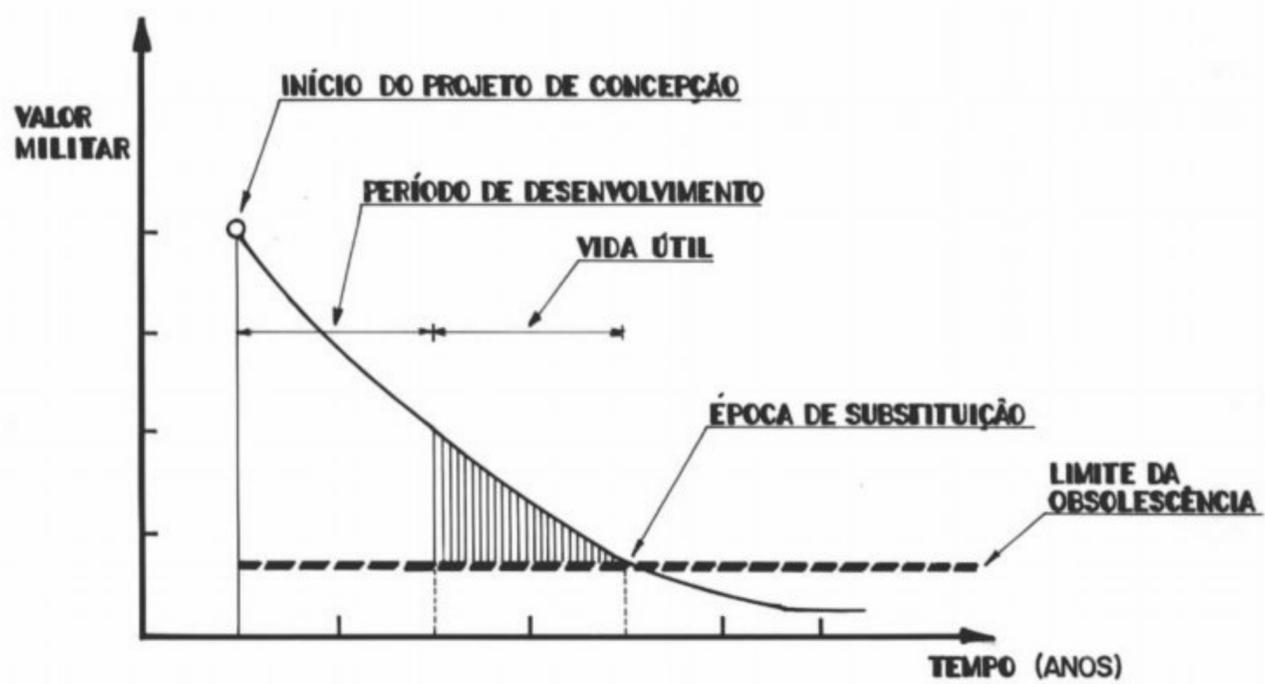


FIGURA-4 : **VALOR MILITAR DE UM NAVIO**



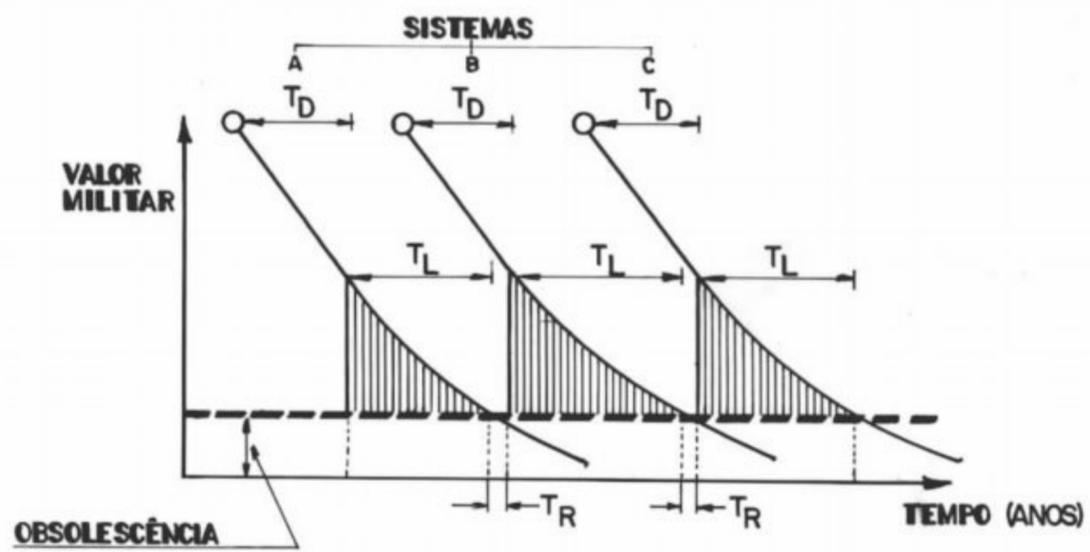
instalação, a integração, a manutenção, a modernização, a conversão e a intercambiabilidade (2:200).

O desenvolvimento de um projeto dura um tempo razoável o que torna não trivial a decisão de utilizar um subsistema já desenvolvido mas certamente com um certo grau de obsolescência ou aceitar os riscos do desenvolvimento de um novo subsistema onde estarão incorporados todos os mais recentes avanços tecnológicos. Na maioria das vezes os subsistemas já estão completamente desenvolvidos antes do início do projeto da plataforma e o trabalho resume-se basicamente na escolha do conjunto ótimo de subsistemas a serem integrados dentre o universo de alternativas possíveis. A figura 5 mostra a obtenção de modernizações pela substituição dos subsistemas que se tornaram obsoletos. Pela adoção desta filosofia de projeto procuramos aumentar a capacidade operacional e a disponibilidade operacional do navio. A primeira delas conseguimos através da relativamente rápida substituição de um sistema motivado por uma mudança de ameaça inimiga ou ainda para introdução de uma arma suficientemente diferente para a qual não exista, no momento, uma defesa eficaz. A disponibilidade operacional é obtida através do menor tempo necessário à manutenção, bem como para a modernização ou mesmo para uma conversão.

CONCLUSÕES

Foram mostrados os efeitos causados no volume e no deslocamento de um navio decorrentes da incorporação de um determinado equipamento ou subsistema e a conseqüente e inevitável elevação dos custos do projeto. Muitas vezes dificultamos a construção de um navio e sacrificamos sua robustez pelo simples fato de sofisticar demasiadamente seus sistemas sem entretanto obter em contrapartida os resultados deseja-

FIGURA-5: **MODERNIZAÇÃO POR
MEIO DE SUBSTITUIÇÃO
DE SISTEMAS**



LEGENDA:

- T_D - TEMPO DE DESENVOLVIMENTO
- T_L - VIDA ÚTIL
- T_R - TEMPO GASTO NA SUBSTITUIÇÃO

dos.

A manutenção de uma esquadra numerosa e moderna é ao mesmo tempo necessária para a defesa de soberania de um país e proibitiva devido aos altos custos envolvidos. Como resolver satisfatoriamente este problema?

Principalmente para as nações em desenvolvimento, como é o nosso caso, torna-se imperativo minimizar o contínuo aumento dos custos e a tendência de sofisticação dos sistemas. Isto pode ser tentado através da adoção de uma filosofia de projeto na qual persigamos a modernização ou a modularização dos sistemas, ou ainda o desenvolvimento simultâneo da plataforma e do sistema de armas, ou finalmente, adotando uma combinação entre elas. Evidentemente a solução a ser adotada deverá ser consentânea com o emprego desejado do meio flutuante e com as particularidades do nosso parque industrial.

Estamos atravessando uma fase de desenvolvimento na qual, após dimensionar realisticamente nossas necessidades buscamos a capacitação em projetos e na construção. Deverá ser sempre uma condicionante na obtenção de novos meios a crescente nacionalização com a finalidade de reduzir os gastos em moeda estrangeira e a dependência externa. A aquisição de "pacotes fechados" serve somente para manter um país financiando indefinidamente a pesquisa e o desenvolvimento dos países detentores de tecnologia de ponta.

Num período de escassez de recursos como o que vivemos atualmente devemos, ao lado de uma judiciosa dosagem de tecnologia empregada nos projetos, procurar também:

- nacionalizar o projeto;
- buscar o maior índice possível de nacionalização em todos os sistemas e equipamentos;
- proceder a normalização do material sempre que for possível;

- baixar os custos de construção e de operação;
- a máxima utilização do material encontrado no comércio e restringindo ao mínimo indispensável o desenvolvimento de equipamentos especiais;
- prolongar o tempo de serviço ativo dos navios através da modernização dos mesmos; e
- considerar um grau de automação que permita minimizar os custos operacionais levando em conta o balanceamento entre a capacidade de apoio em terra e a manutenção por bordo.

BIBLIOGRAFIA

1. CHACKO M.E et alii. Economic and social consequences of the arms race and of military expenditures. United Nations report. New York, 5lp. 1972.
2. DREWRY, John T. & JONS, Otto P. Modularity: maximizing the return on the navy's investment. Naval Engineers Journal, Washington, D.C., 87(2): 198-214, April 1975.
3. FREITAS, Elcio de Sá. Navios de superfície: tendências e perspectivas. Palestra proferida no C-CEM. Rio de Janeiro, EGN, 1977.
4. GRAHAM, Clark. The Operator and Engineer - partners in naval ship design. Naval Engineers Journal, Washington, D.C., 85(3): 33-48, June 1973.
5. _____. The impact of subsystems on naval ship design. Naval Engineers Journal, Washington, D.C., 87(6):15-25, Dex. 1975.
6. _____. What every subsystem engineer should know about ship design - but does not ask. Naval Engineers Journal, Washington, D.C., 90(3): 83-91, June 1978.
7. KEHOE, James W. Jr. Warship design - ours and theirs. Naval Engineers Journal, Washington, D.C., 88(1): 92 - 100, Feb. 1976.
8. MARQUES, Jorge Luiz Vargas. Economicidade e sofisticação na construção do material bélico. Ensaio apresentado no C-SGN. Rio de Janeiro, EGN, 1982. Confidencial.
9. NOHSE, L. Future lines of submarine development. International Defense Review. Geneva, 7(3): 378-79, June 1974.
10. SIMMONS, James L. Design for change - The impact of changing threats and missions on system design philosophy. Naval Engineers Journal, Washington, D.C., 87(2): 120-25, April 1975.
11. SPINNEY, Franklin. The Winds of Reform. Time, Chicago, 121(10): 20-30. March, 7, 1983.

ESTE LIVRO DEVE SER DEVOLVIDO NA ÚLTIMA
DATA CARIMBADA

2 ABR 88			
4 ABR 89			
01 FEV 91			



00020910000969
Economicidade e sofisticacao na con
2-E-19

MINISTÉRIO DA MARINHA
ESCOLA DE GUERRA NAVAL
Biblioteca

N.Cham. 2-E-19

Autor: Oliveira, Carlos Frederico da Si

Título: Economicidade e sofisticação na construção do



103251

82124

Ex.1

Nº Pat.:0000969

Oliveira, Carlos Frederico da
Silveira

Economicidade e sofisticação na
a construção do material belic

O

TÍTULO

2-E-19

DEVOLVER NOME LEIT. (969/87)

2 ABR 88

[Handwritten signature] CC PINHO.

4 ABR 89

[Handwritten signature] CM4 - M-b

01 FEV 91

[Handwritten signature]

22 JUN 1999

CC GOMES *[Handwritten signature]* CABNDU