

# A BUSCA DE GRANDEZA (III)\*

## Projeto

*“Entrai pela porta estreita.”  
Mateus 7, 13-14*

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

---

### SUMÁRIO

#### **Projeto (continuação)**

O Programa de Submarinos dos anos 80/90

*Linhas gerais do Programa*

*Complexidade e ineditismo*

*Os submarinos classe IKL-1400 (classe Tupi)*

*(Contratos Boat, Package 1 e Package 2)*

*Antecedentes e condicionantes*

*Condicionantes positivos*

Nacionalização

*Nacionalização versus submarinos IKL-1400*

Disposições contratuais sobre Apoio Logístico Integrado

*Dificuldades contratuais para obtenção de sobressalentes*

*Sistema de Manutenção Planejada*

Submarino SNAC-I

*Rara oportunidade*

*Estratégia de execução*

*Ações iniciais*

*Treinamento em projeto de submarinos*

*Treinamento em projeto de submarinos no Brasil*

*Treinamento em projeto de submarinos na Alemanha*

*Avaliação retrospectiva da preparação*

*Assistência técnica da IKL*

*Projetos de concepção e preliminar*

*Retaguarda técnica*

*Lenta inanição*

O Submarino SNAC-II

Programa Permanente de Projeto e Construção de Submarinos

---

\* Matéria em continuação à série publicada no 3º trimestre de 2006 e 2º trimestre de 2007.

O Almirante Elcio serviu na diretoria de Engenharia Naval de dezembro de 1981 a agosto de 1990, tendo sido seu diretor de dezembro de 1984 a agosto de 1990.

## O PROGRAMA DE SUBMARINOS DOS ANOS 80/90

O Programa de Submarinos dos anos 80/90 pretendeu nacionalizar o projeto e a construção de submarinos. Diante do escasso conhecimento e da quase indiferença nacionais sobre a importância de projetar sistemas complexos, foi notável a visão da Marinha. Mas ela não podia então avaliar todas as dificuldades a vencer, o efeito inicialmente lento do progresso e os perigos constantes de retrocesso. E seria otimista se acreditasse que poderia recuperar facilmente o tempo perdido, se retrocesso ocorresse.

Antes de examinar separadamente o projeto e a construção nesse Programa, convém considerar suas linhas gerais e aspectos contratuais e logísticos.

### *Linhas gerais do Programa*

As ações para adquirir novos submarinos que substituíssem os *Fleet Type* e *Guppy* iniciaram-se no final da década de 1960, resultando inicialmente na construção de três da classe *Oberon* na Inglaterra. Esse esforço prosseguiu, visando obter-se na Alemanha um submarino mais moderno, o IKL-1400, e construir uma ou mais dessas unidades no Brasil. Em 1981, a Marinha decidiu que, no contrato para adquirir o primeiro desses navios, deveria incluir um curso de projeto de submarinos que nos habilitasse a realizar mais tarde o primeiro projeto nacional, designado como

SNAC-I. Durante 1983 antecipamos o início do projeto nacional, superpondo-o às construções dos dois primeiros submarinos IKL, das quais a primeira ocorreria na Alemanha e a seguinte no Brasil. Ao mesmo tempo, a Marinha intensificou ações na área nuclear, visando a um futuro projeto e construção de submarino de propulsão nuclear no País, o SNAC-II, mas efetivamente empenhando-se num grande projeto nacional de enriquecimento de urânio e tecnologia de reatores nucleares [1], [2]. Assim, ao publicar-se a Revisão do Plano

de Reparelhamento da Marinha, em janeiro de 1984, estabeleceram-se, oficialmente, como objetivos as obtenções dos submarinos IKL-1400, SNAC-I e SNAC-II, numa sequência de metas estreitamente conexas.

Configurou-se, então, um verdadeiro Programa de Obtenção de Submarinos, com ênfase na capacitação nacional em projeto, construção e inovação tecnológica – esta última indispensável à parte nuclear.

Além do alto valor estratégico, era notável a importância do Programa de Obtenção de Sub-

marinos para atingir-se o propósito que presidiu todas as ações do Plano de Reparelhamento da Marinha na década de 1980: passarmos do papel de passivos utilizadores de material estrangeiro – que tradicionalmente importávamos ou recebíamos, com baixo grau de conhecimento – para o de ativos utilizadores de material nacional e inteligentes usuários de material estrangeiro.

**Diante do escasso conhecimento e da quase indiferença nacionais sobre a importância de projetar sistemas complexos, foi notável a visão da Marinha**

★ ★ ★

**Configurou-se um Programa de Obtenção de Submarinos, com ênfase na capacitação nacional em projeto, construção e inovação tecnológica – esta última indispensável à parte nuclear**

## Complexidade e ineditismo

A complexidade e a ambição do Programa de Obtenção de Submarinos dos Anos 80/90 eram extraordinárias. Além de inédito na história da Marinha, ele não tinha e não tem paralelo em qualquer Marinha poderosa, nas quais a evolução ocorrida desde o primeiro projeto de submarino convencional até a obtenção do protótipo nuclear demandou 60 anos ou mais de projeto, construção e operação de dezenas ou centenas de submarinos diesel-elétricos de diferentes classes, numa sucessão contínua, ao longo da qual se estabeleceram poderosos complexos industriais-militares. Nosso Programa pretendia chegar aos mesmos resultados em pouco mais de 20 anos, e simplesmente mediante a construção no Brasil de dois ou três submarinos de projeto estrangeiro, acrescida do projeto e construção nacionais de um único submarino convencional, e tudo isso com estruturas técnico-gereciais, na Marinha e no setor privado, que mal começavam a trabalhar como equipe em produtos complexos.

É inegável que o fato de chegarmos tarde à cena tecnológica não traz apenas desvantagens. Há pelo menos uma vantagem: encontrar informações que a duras penas foram geradas, e por isso mesmo mantidas secretas, mas que o tempo obrigou a desclassificar. Porém, para reunir e formar um todo coerente e útil dessa massa de informações que

se tornaram ostensivas – mas esparsas, incompletas e insuficientes –, é necessário excepcional competência, organização e senso de continuidade, este último em grau quase obsessivo e de modo algum característico do temperamento nacional.

Ainda assim, nosso Programa de Obtenção de Submarinos, apesar de extraordinariamente complexo, ousado e inédito, não era inexequível. **Mas continha muitos riscos –**

**técnicos, financeiros, políticos, de prazo e de custos – que somente um planejamento realista, uma férrea vontade nacional e uma rara sucessão de administrações brilhantes poderiam superar. E essas administrações não eram somente as da Marinha, mas as do País.**

**Além de inédito na história da Marinha, o Programa de Obtenção de Submarinos não tinha e não tem paralelo em qualquer Marinha poderosa**

★ ★ ★

**É necessário excepcional competência, organização e senso de continuidade, este último em grau quase obsessivo e de modo algum característico do temperamento nacional**

*Os submarinos classe IKL-1400 (classe Tupi) (Contratos Boat, Package 1 e Package 2)*

A obtenção dos submarinos IKL-1400 ilustra bem o processo de evolução do material da Marinha, que

discutimos em artigo anterior [3], caracterizado por ciclos de “estagnação e impulsos”, condicionados à obtenção de recursos no exterior.

Em dezembro de 1982, a Marinha assinou dois contratos com o Consórcio HDW-Ferrostaal: um para a construção de um submarino IKL-1400 na Alemanha; e outro para o fornecimento de equipamentos, materiais, documentação e assistência técnica destinados a construir um segundo submarino IKL-

1400 no Brasil. Esses contratos, designados como Boat e Package 1, montando respectivamente a 268 e 186 milhões de marcos da época, passaram a vigorar a partir de julho de 1984, quando se tornaram disponíveis os recursos obtidos por financiamento no exterior. Ressalte-se que os valores mencionados não incluíam os reajustes, mas que neles já se computavam parcelas opcionais, como a do Sistema de Manutenção Planejada e a do esgoto de emergência por hidrazina, cada um com seu valor predeterminado.

Em março de 1985, aproveitando novo financiamento no exterior, a Marinha assinou outro contrato semelhante ao Package 1, no valor de 327 milhões de marcos, destinado à construção de mais dois submarinos IKL-1400 no Brasil. Ele foi denominado Package 2. Com isso, aumentou-se a possibilidade de radicar no País as técnicas de construção a serem apreendidas, e distribuíram-se por três navios os custos fixos de treinamento.

A construção na Alemanha iniciou-se efetivamente em novembro de 1984, prevendo-se a incorporação do primeiro submarino em agosto de 1988. Durante esse período, dezenas de engenheiros e técnicos da Marinha prepararam-se na Alemanha, além de sete oficiais e 29 praças da tripulação do submarino em construção, o *Tupi*. O treinamento muito bem planejado desses engenheiros e técnicos foi um grande avanço em relação a todos os anteriores processos de obtenção de navios da Marinha no exterior, e uma evolução do que já se fizera dez anos antes na obtenção das fragatas classe *Niterói* na Inglaterra. Ele permitiu a construção dos primeiros submarinos IKL-1400

no Brasil sob adequados métodos de Garantia de Qualidade e com um mínimo de assistência técnica estrangeira.

### *Antecedentes e condicionantes*

Sujeita a históricos ciclos de atraso crônicos, nas décadas de 1960 e 1970 a Marinha ainda não tinha uma permanente e apropriada estrutura técnico-operativa-gerencial para aperfeiçoar a obtenção de navios cada vez mais complexos. Assim, teve que adotar um procedimento de “negociação em série”, que consistiu em formar grupos de oficiais, cujos componentes às vezes mudavam, para em diferentes ocasiões visitar navios e instalações es-

trangeiras e examinar propostas, num procedimento que se concentrou primeiramente nos franceses, depois nos italianos, finalmente nos ingleses e, numa segunda etapa, nos alemães.

Esses possíveis fornecedores certamente nunca se sentiram numa verdadeira

**E é também na fase da negociação final que ocorre o confronto com equipes estrangeiras agressivamente competentes, calejadas em negociações internacionais**

competição internacional em que, incertos quanto ao nosso julgamento final, fossem obrigados a simultaneamente fazer sua melhor oferta, em resposta a requisitos operativos, técnicos, logísticos e financeiros previamente estabelecidos pela Marinha, embora sujeitos a ajustes finais.

O julgamento final de uma vultosa concorrência só deve ser emitido quando se acertarem detalhadamente com cada competidor os termos técnicos, logísticos, financeiros e jurídicos do contrato que conosco assinará, caso venha a ser considerado vencedor. Dar por terminada a competição antes de atingir esse estágio é pre-

judicial, pois só na fase de negociação final do contrato é que realmente se concretizam, ou não, quaisquer vantagens, sejam elas técnicas, financeiras, de apoio logístico ou de nacionalização. E é também nessa fase que ocorre nosso confronto final com equipes estrangeiras agressivamente competentes, calejadas em negociações internacionais. Realizar esse confronto após a decisão final é lutar inerte contra um adversário armado e poderoso, e ter que aceitar condições contratuais desvantajosas.

Os efeitos negativos da negociação em série, em vez de competição internacional, podem ser agravados se o prazo para negociação do contrato já for predeterminado por imposições financeiras ou por quaisquer outras razões que fazem parte do arsenal de recursos dos vendedores internacionais.

**Para explorar os benefícios de competências internacionais é necessário ter equipes estáveis e experientes, somente possíveis em Marinhas que continuamente projetem, construam e operem sistemas complexos. Criar e amadurecer essas equipes é tarefa de longo prazo, que demanda perseverança e um fluxo constante de recursos.** Nossa Marinha só pôde iniciar essa tarefa ao final dos anos 70, impulsionando-a durante a década seguinte. Assim, as negociações que pôde realizar até a assinatura dos contratos com o consórcio Ferrostaal-HDW nos primeiros anos 80 certamente não foram muito diferentes das que fez dez anos antes, na obtenção dos submarinos classe *Oberon*.

Portanto, tudo levado em conta, os contratos Boat, Package 1 e Package 2 inevitavelmente conteriam, como contiveram, algumas disposições desfavoráveis, como as de Apoio Logístico Integrado e Nacionalização, comentadas adiante. Adicionando-se o fato de somente naquela época estarmos formando uma estrutura técnico-operativa-gerencial apropriada – e que esperávamos ser estável –, é de

imaginar as dificuldades que mais tarde a Marinha enfrentou e os acertos que diviso e conseguiu realizar, ainda que não totalmente.

### *Condicionantes positivos*

Apesar das dificuldades, a obtenção dos submarinos IKL foi exemplar, comparada às que já realizáramos no exterior. Isso ocorreu porque:

- existia a consciência de não estarmos apenas adquirindo um submarino estrangeiro para caudatariamente construir outros no Brasil: estava em marcha uma sequência de metas de capacitação que não se esgotavam em si mesmas;

- diferentemente do que ocorrera em todas as anteriores obtenções no exterior, a estrutura técnico-operativa-gerencial da Marinha não se limitou ao Grupo de Fiscalização e Recebimento no Exterior e ao Arsenal, mas apoiou-se fortemente nas Diretorias Técnicas, que por sua vez interagiram significativamente com a Força de Submarinos;

- ao longo do processo de obtenção, houve transfusão de recursos humanos entre as Diretorias Técnicas, o Grupo de Fiscalização e Recebimento de Submarinos na Alemanha (GFRSA), a Força de Submarinos e o Arsenal;

- as Diretorias Técnicas estruturaram-se significativamente, ainda que insuficientemente, durante as obtenções do navio-escola e das corvetas, na década de 1980;

- a antecipação do início do projeto SNAC-I multiplicou a necessidade e a possibilidade de as Diretorias Técnicas participarem ativamente do programa de obtenção dos IKL-1400. A necessidade multiplicou-se, pois o IKL era um inestimável e atualizado banco de dados e experiências para o projeto SNAC-I, e o único acessível. A possibilidade também se multiplicou, na medida em que a equipe do projeto SNAC-I adquiriu conhecimentos que lhe

permitiriam contribuir para questões relevantes que fossem surgindo na obtenção dos submarinos IKL.

**Todas as vantagens acima reduziram-se com a desagregação das equipes das Diretorias Técnicas e do Arsenal, iniciada nos últimos anos 80. Reduziram-se ainda mais na década de 1990, diante de crescentes restrições orçamentárias que bloquearam o Plano de Reaparelhamento da Marinha. E agravaram-se com a transformação de engenheiros e técnicos contratados em funcionários públicos.** Estes foram se demitindo ou se aposentando, sem que outros, treinados em semelhantes empreendimentos, lhes sucedessem.

## NACIONALIZAÇÃO

**Nacionalizar é radicalizar ou desenvolver no país conhecimentos e meios de projeto, inovação, produção, apoio e operação. É uma entidade com cinco elementos. Com eles, gera progresso e riqueza. Cria logística de defesa. Sem alguns deles, perde o poder multiplicador.** Uma nacionalização restrita à produção de um mesmo objeto, ou ao uso de um mesmo processo, não é expressiva. Somente o objetivo combinado de projeto, inovação, produção, apoio e operação é que pode diversificar ações, gerar riqueza, servir à defesa e promover autonomia.

**Considerada a nacionalização nesses termos amplos, é difícil realizá-la. Ela não é tarefa para alguns anos, mas permanente.** Não é um episódio, mas uma série deles. Cada episódio é a obtenção de um sistema complexo que envolva engenharia, seja ele civil ou militar. Destacam-se as obtenções de grandes e complexos sistemas e equi-

pamentos, quase sempre com participação estrangeira.

Em cada episódio, é necessário bem avaliar e tentar obter a dose conveniente de cada um dos cinco elementos da nacionalização: projeto, inovação, produção, apoio e operação. Essas doses variam. Em muitos casos deve-se até descartar um ou mais dos cinco elementos de nacionalização, mas quase sempre com a consequente necessidade de empenhar-se a fundo na obtenção dos demais.

Nacionalizar o projeto ou a fabricação de muitos equipamentos de navios de guerra pode ser inviável ou inconveniente, por questões de tempo, custo e baixa demanda. No entanto, é fundamental obter a documentação técnica dos sistemas em que eles aparecem e capacitar-se no projeto desses sistemas, pois a obsolescência de equipamentos dificultará a obtenção de sobressalentes, sendo então necessário alterar ou reprojetar os sistemas para substituir equipamentos antigos por modernos. E é impossível fazer isso sem competência em projeto. **Portanto, não sendo possível ou conveniente nacionalizar vários equipamentos, torna-se vital dominar o projeto dos sistemas que os contêm.**

**Nacionalizar não é uma ação isolacionista. Ao contrário, requer relações internacionais, porém percepções e convicções realistas.** Deve-se estar convicto de que sem nacionalização a dependência será sempre excessiva, e de que será nula a contribuição para o progresso e a logística de defesa nacional.

O interesse em nacionalizar é sempre nosso, e raramente do exterior. Essa é uma

**Sem nacionalização a dependência será sempre excessiva... Será nula a contribuição para o progresso e a logística de defesa nacional**

realidade, seja qual for o país ou a empresa com que negociemos ou a retórica comercial empregada. Pode-se admitir a retórica, mas nunca levá-la em conta. Do contrário, cometeremos sempre os mesmos erros.

Numa negociação comercial sempre existem interesses comuns e outros divergentes. Os interesses comuns afloram primeiro; os divergentes surgem depois. Mesmo os interesses comuns podem arrefecer durante as negociações e a execução do contrato.

Se um contratado estrangeiro tiver indústrias ou firmas associadas no Brasil, isso poderá facilitar a obtenção parcial de dois dos elementos da nacionalização – a fabricação e o apoio –, dependendo da política do contratado e da magnitude das operações de suas associadas no País. Constatamos isso nas obtenções das corvetas classe *Inhaúma* e dos submarinos classe *Tupi*. No entanto, essa é uma vantagem que pode ou não se concretizar.

Especificações técnicas contratuais competentes e cláusulas jurídicas cuidadosas são indispensáveis.

Ainda assim, elas não podem assegurar o necessário empenho do contratado em promover nacionalizações. Assinado o contrato para obter um grande sistema, dificilmente será menos danoso recorrer a tribunais do que aceitar o melhor acordo possível, ainda que insatisfatório, pois do contrário ficaria prejudicada a sequência de projeto, fabricação, montagem, testes e comissionamento de vários subsistemas, sem falar em atrasos inaceitáveis para o início de operação.

Multas contratuais têm alcance limitado em contratos totalmente executados no exterior, onde as condições econômico-financeiras são geralmente estáveis e fraco é nosso poder impositivo. Em contratos com nacionalizações, executados parcial ou totalmente no Brasil, leis vigentes numa conjuntura econômica atípica não prevista pelo legislador podem minar a capacidade financeira do contratado para cumprir suas obrigações e colocar em risco a obtenção do sistema contratado [3].

Nacionalizações de sistemas complexos são intrinsecamente empreendimentos de

risco técnico e financeiro, alguns fora do controle das partes contratantes [3]. Os resultados visados devem justificar a aceitação dos riscos. Mas é indispensável constantemente avaliar e controlar riscos e ter instrumentos para fazê-lo. Esses instrumentos são leis apropriadas e estruturas técnicas-operativas-gerenciais competentes. E só exercício e aperfeiçoamento contínuos podem gerar

**Nacionalizar deve ser um objetivo permanente. Requer estruturas técnicas-operativas-gerenciais em contínua ação e constante evolução. Depende do registro e da cuidadosa análise de cada episódio significativo, para corrigir e aperfeiçoar métodos e rumos**

competência.

Nacionalizar deve ser um objetivo permanente. Requer estruturas técnicas-operativas-gerenciais em contínua ação e constante evolução. Depende do registro e da cuidadosa análise de cada episódio significativo, para corrigir e aperfeiçoar métodos e rumos.

Na década de 1980, a Marinha progressivamente aperfeiçoou essas estruturas, embora apenas no início de um processo que deveria ser contínuo e permanente.

## ***Nacionalização versus submarinos IKL-1400***

No contrato Boat, a Marinha introduziu uma cláusula histórica para nacionalização: acesso a um curso sobre projetos de submarinos, a ser ministrado pela firma IKL (Ingenieur Kontor Lübeck), especializada em projetos de submarinos e autora de todos os projetos de submarinos IKL existentes na Marinha alemã e em vários países. No contrato Package 1, a nacionalização foi omitida. No Package 2, ela foi incluída, mas em termos insuficientes para nacionalizações importantes como as que a Diretoria de Engenharia Naval (DEN) então realizava para equipamentos e sistemas principais das corvetas classe *Inhaúma* e baterias dos submarinos tipo *Guppy* e classe *Oberon*.

No contrato Package 2, alocavam-se 3,5 milhões de marcos da época para nacionalização, regulada pelo Anexo 20, intitulado Brazilian Industry Participation. Em suma, esse Anexo estipulava que, para equipamentos e componentes, o contratado procuraria, dentro do possível, obter de subcontratados europeus a participação brasileira; que até 90 dias após a data de eficácia do contrato o contratado e o Grupo de Fiscalização e Recebimento de Submarinos na Alemanha iniciariam o exame de uma lista de materiais que se procuraria substituir por equivalentes nacionais; que 180 dias após aquela data instalar-se-ia um escritório do contra-

tado no Rio de Janeiro, com engenheiros e técnicos estrangeiros, e que esses elementos, juntamente com representantes da Marinha, dedicar-se-iam a encontrar sucedâneos nacionais para os materiais da lista previamente elaborada.

Iniciado o contrato, as Diretorias Técnicas constataram que uma lista de materiais enviada da Alemanha, mas que não chegou a ser examinada pelo Grupo de Fiscalização e Recebimento de Submarinos na

Alemanha, consistia exclusivamente de pequenos itens sem complexidade, normalmente comprados no Brasil pelo Arsenal durante os períodos de manutenção geral de navios construídos no exterior, como os submarinos classe *Humaitá*, empregando alguns poucos funcionários com modestos salários; e que a verba contratualmente disponível seria consumida em cerca de 30 meses com pessoal estrangeiro, tempo que

por experiência sabíamos ser insuficiente para qualquer nacionalização significativa. Em consequência, sugeriu-se ao diretor-geral do Material participar ao contratado que a Marinha não desejava a instalação do “escritório de nacionalização” no Rio, pretendendo encetar discussões para alterar as disposições do Anexo 20. Essa atitude da Marinha nada teve de insólita, pois o próprio contratado já tomara a iniciativa de negociar alterações contratuais de seu interesse, envolvendo várias questões, entre as quais o sistema de revitalização do submarino. A sugestão foi aprovada pelo

**Desde o início, a DEN tornou claro que somente se interessava por nacionalizações de grande significado técnico ou logístico**

★ ★ ★

**Conseguimos apenas que alguns dos submarinos IKL construídos no Brasil incorporassem as baterias de propulsão principal**

diretor-geral do Material da Marinha, daí decorrendo uma série de interações inicialmente estéreis, mas finalmente úteis.

Desde o início, a DEN tornou claro que somente se interessava por nacionalizações de grande significado técnico ou logístico, que se relacionassem com outras que já vinha realizando, a saber: motores diesel e baterias do sistema de propulsão; sistemas de controle e monitoração; geradores, quadros e painéis elétricos; cabos elétricos de moderna tecnologia etc. E solicitou que o contratado apresentasse um orçamento para cada uma dessas tentativas de nacionalização, cuja soma seria comparada com a verba disponível. Após mais de seis meses e muitas discussões, concordou o contratado em renunciar ao Anexo 20, substituindo-o por um procedimento estabelecido em Memorando de Entendimento. Mas não se empenhou em nacionalização. Conseguimos apenas que alguns dos submarinos

IKL construídos no Brasil incorporassem as baterias de propulsão principal que nós mesmos estávamos nacionalizando num longo e persistente processo. Nosso desejo de não apenas nacionalizar, mas também modernizar os motores diesel, substituindo os originais MTU 493, série antiga, pelos MTU 396 – série então nova, nacionalizada, e empregada no navio-escola e nas corvetas –, esbarrou no preço do contratado para as correspondentes alterações no projeto do submarino, estimado em cerca de DM\$ 5.000.000,00 da época, segundo informação transmitida à DEN apenas oralmente.

## DISPOSIÇÕES CONTRATUAIS SOBRE APOIO LOGÍSTICO INTEGRADO

### *Dificuldades contratuais para obtenção de sobressalentes*

Merecem comentário as disposições contratuais sobre obtenção de sobressalentes, ferramentas e equipamentos de teste, para bordo e base. Elas foram um grande obstáculo à montagem de um razoável apoio logístico.

Para a obtenção de sobressalentes, ferramentas e equipamentos de teste de bordo e base, o contrato Boat previa 27 milhões de

marcos, aos quais acrescentaram-se 2 milhões no Package 1 e 19 milhões no Package 2. Embora presente nos três contratos, a questão era regulada no primeiro deles.

Para sobressalentes de bordo, dispunha-se contratualmente que o contratado submeteria à Marinha uma lista daqueles re-

queridos para uma missão de 50 dias, de acordo com o projeto do navio, 15 meses após a data de eficácia do contrato e com os respectivos preços; que a Marinha teria quatro meses para examinar tal lista e fazer sua encomenda; e que essa lista viria a constituir um anexo contratual. Em outra parte, porém, o contrato dispunha que os manuais técnicos – essenciais para qualquer julgamento sobre sobressalentes – somente seriam entregues à Marinha 36 meses após a data de eficácia, e ainda assim de forma preliminar. Portanto, era impossível avaliar racionalmente as listas propostas pelo contratado.

**Os manuais *for information only*, que o contratado passou a enviar, frequentemente não correspondiam aos equipamentos das listas de sobressalentes remetidas para nosso exame**

Como a maior parte dos equipamentos e sistemas de nosso submarino provavelmente era semelhante à dos últimos IKL construídos pelo contratado, talvez bastasse que este nos fornecesse os respectivos manuais e se empenhasse em esclarecer quaisquer discrepâncias entre eles e a lista de sobressalentes que propusesse. Isso viabilizaria a sistemática até então prevista. Não conseguimos receber esses manuais. Os manuais *for information only*, que o contratado passou a enviar, frequentemente não correspondiam aos equipamentos das listas de sobressalentes remetidas para nosso exame; e nossas dúvidas que surgiam do exame dessas listas não eram bem respondidas, particularmente as que se referiam a quantidades aparentemente exageradas de certos sobressalentes, ou à ausência de outros, ou ao critério técnico-operativo utilizado para elaborar as listas. Mas o contratado insistia que deveríamos confiar na sua experiência, muito embora não conseguisse demonstrar coerência. As falhas nas listas e as respostas inconvincentes às nossas perguntas tornaram claro que o contratado fizera recomendações que não conseguia mostrar serem “requeridas para uma missão de 50 dias, e decorrentes do projeto do navio”, tal como estipulava o contrato. A Marinha então comunicou oficialmente que nenhuma encomenda seria feita enquanto o contratado não cumprisse satisfatoriamente sua obrigação contratual. Daí surgiram postergações de prazo, novas discussões e uma lenta coleta de informações. Por fim conseguimos realizar nossa primeira encomenda de sobressalentes de bordo, sob as seguintes condições estabelecidas com o contratado: ela seria considerada apenas uma primeira encomenda, sujeita a posteriores ajustagens e adições; haveria *buy-back*, isto é, o contratado obrigaria-se a receber de volta qualquer sobressalente não usado até o

primeiro período de docagem de rotina do primeiro submarino.

Quanto aos sobressalentes de base, as prescrições contratuais e as dificuldades resultantes foram essencialmente as mesmas que se descreveram para os sobressalentes de bordo, agravadas pelo fato de o valor em jogo ser bem maior. Entretanto, as ações e decisões relativas à dotação de base deveriam ocorrer cerca de seis meses após as da dotação de bordo. Daí nosso empenho em fixar um procedimento adequado para encomendar sobressalentes de bordo, pois ele sem dúvida tenderia a estender-se aos de base. Isso de fato ocorreu, de sorte que nossa encomenda de sobressalentes de base fez-se somente após obtermos um mínimo suficiente de esclarecimentos, e ainda assim em caráter preliminar, isto é, sujeita a reajustes em futuras encomendas.

O processo de decisão relativo aos sobressalentes de base teve apenas uma diferença significativa em relação aos de bordo: as chamadas Spare Parts Conferences. Elas nada mais eram que reuniões com os fabricantes de equipamentos, em suas próprias instalações, para dirimir dúvidas resultantes da análise das listas de sobressalentes recomendados. Entretanto seu calendário, proposto pelo contratado, era tal que a elas compareceríamos sem qualquer possibilidade de adequado exame das listas, por quase absoluta falta de informações técnicas. Logo, as Spare Parts Conferences também não teriam sentido. Somente após muitas discussões, que não raro beiraram o impasse, conseguimos postergá-las e finalmente realizá-las com algum proveito.

Após cerca de um ano de discussões e feitas as primeiras encomendas de sobressalentes, despendemos DM\$ 2.200.000,00 com os sobressalentes de bordo, e DM\$ 15.800.000,00 com os de base. Como a verba alocada para esse fim foi de DM\$

48.000.000,00 para o conjunto dos três contratos, restaram DM\$ 30.000.000,00, que pretendíamos usar em novas encomendas que decorressem do conhecimento que fôssemos adquirindo na elaboração do Sistema de Manutenção Planejada. Desse total gasto inicialmente, cerca de 70% corresponderam à área da Diretoria de Armas e Comunicações da Marinha (DACM), cujos equipamentos eram de escolha da própria Marinha, e não do contratado, permitindo um diálogo direto com nossos fornecedores estrangeiros.

Não menos importante foi a omissão contratual da taxa pelos serviços de preparação das listas de sobressalentes e sua subsequente obtenção, embalagem e despacho. Após muitas discussões, a Marinha conseguiu fixá-la muito abaixo das premissões iniciais do contratado.

### ***Sistema de Manutenção Planejada***

Como vimos, o Boat e o Package 1 previam certas opções com os correspondentes valores em marcos. Uma delas referia-se à compra de um Sistema de Manutenção Planejada para o primeiro e o segundo escalões, ao preço de 6 milhões de marcos de 1984; outra destinava-se a um estudo de *upgrading* do Arsenal, para determinar aperfeiçoamentos necessários à construção dos submarinos IKL.

A opção de *upgrading* do Arsenal levaria a Marinha a comprar dispositivos especiais destinados à fabricação do casco resistente, orçados em 35 milhões de marcos da época, em adição ao valor dos objetos dos três contratos já assinados. A Marinha decidiu fabricar as seções dos cascos resistentes na Nuclebrás Equipamentos Pesados S. A. (Nuclep), evitando esse dispêndio, embora esse não tenha sido o principal benefício que então conseguiu, como ficará claro quando abordarmos a construção.

Quanto à opção de compra do Sistema de Manutenção Planejada, apesar de elevado preço e importância, sua especificação de oferta cingia-se apenas a duas páginas, em nível tão superficial que impedia que as Diretorias Técnicas avaliassem a real extensão, profundidade e valor do objeto ofertado, e muito menos o controle que poderiam vir a ter sobre a sua qualidade. Tentativas de obtermos esclarecimentos junto ao contratado mostraram-se inúteis, por recebermos respostas vagas. Enquanto isso, o contratado alertava sobre o prazo-limite para exercermos a opção do Sistema de Manutenção Planejada.

Autorizada pelo diretor-geral do Material da Marinha, a DEN ignorou as advertências de prazo e decidiu que a sua Divisão de Apoio Logístico elaboraria o Sistema de Manutenção Planejada, com a colaboração do Arsenal e da Força de Submarinos. O trabalho seria realizado em duas etapas: a primeira utilizaria os manuais *for information only* e informações de engenheiros, submarinistas e técnicos que estagiaram em fabricantes e no próprio contratado, devendo estar pronta até a incorporação do Submarino *Tupi*; a segunda etapa seria realizada nos três anos seguintes à incorporação, baseando-se no constante acompanhamento da operação do navio, nos manuais definitivos (cuja qualidade contratualmente não podíamos controlar) que o contratado deveria entregar oito meses após a incorporação do submarino e no contato direto que fosse possível com os fornecedores dos equipamentos. Tentativas de obter informações objetivas de chilenos e argentinos foram improdutivas, apesar da cordialidade com que nos receberam. A experiência na elaboração do Sistema de Manutenção Planejada do navio-escola e a decorrente do uso do Sistema de Manutenção Planejada dos submarinos classe *Oberon* não

deixavam dúvida de que um trabalho planejado, coordenado e contínuo – unindo as Diretorias Técnicas, o Arsenal, o Centro de Eletrônica da Marinha, o Centro de Armas Almirante Otacílio Cunha e a Força de Submarinos durante cerca de cinco anos – não só demandaria menos que os 6 milhões de marcos da época, como também criaria na Marinha uma inestimável capacitação técnico-operativa-gerencial que jamais poderia conseguir-se por mera compra de um Sistema de Manutenção Planejada, ainda que este tivesse sido detalhadamente especificado. Mas era indispensável manter equipes estáveis. Com a estagnação e o retrocesso do Plano de Reaparelhamento da Marinha, ao final da década de 1980, essas equipes só poderiam enfraquecer-se progressivamente.

## O SUBMARINO SNAC-I

### *Rara oportunidade*

Em 1982 ultimavam-se as discussões dos contratos Boat e Package 1. Neles se inseriram, entre outras, cláusulas sobre treinamento em construção, operação e manutenção e – fato inédito em nossa história – uma cláusula sobre treinamento em projeto de submarinos. O treinamento em projeto deveria realizar-se nas instalações da IKL (Ingenieur Kontor Lübeck), firma especializada em projetos de submarinos e autora de todos os projetos de submarinos IKL construídos pelo estaleiro HDW, existentes na Alemanha e em vários outros países, como já citado. Entretanto a Marinha não cogitava da época em que iniciaria o seu próprio projeto de submarino. Todas as atenções voltavam-se para a construção do primeiro submarino IKL na Alemanha e do seguinte, no Brasil. **Predominava a ideia de que nosso projeto deveria iniciar-se somente após a construção do primeiro**

**submarino IKL no País.** Se assim sucedesse, perderíamos rara oportunidade.

Durante 1983, em contatos com representantes do Estado-Maior da Armada (EMA), argumentamos que um mero curso de projeto na Alemanha seria pouco eficaz se um núcleo da equipe de projeto de submarinos não fosse logo formado, já com um propósito bem definido, e iniciasse o primeiro projeto de submarino logo após seu regresso da Alemanha, executando-o paralelamente às construções de submarinos IKL na Alemanha e no Brasil. Assim, as construções dos IKL também serviriam como verdadeiros laboratórios e inestimáveis bancos de dados para o primeiro projeto nacional de um submarino. Além disso, à medida que progredíssemos em nosso projeto, poderíamos atuar com mais conhecimento em questões complexas que poderiam surgir ao construirmos, testarmos, avaliarmos e operarmos os IKL no Brasil. E a construção do primeiro submarino de projeto nacional poderia suceder-se imediatamente à do primeiro IKL no Brasil, evitando-se descontinuidades. Portanto, seria possível promover uma simbiose dos dois empreendimentos – IKL e SNAC-I – por meio do seu paralelismo. Essa ideia oficializou-se na Revisão do Plano de Reaparelhamento da Marinha de janeiro de 1984, e mesmo antes disso transformou-se em ações.

### *Estratégia de execução*

As linhas de ação para nos capacitarmos em projetos de submarinos foram:

- a) passar logo a um empreendimento mais complexo que o das corvetas classe *Inhaúma*, aproveitando o impulso conseguido nesse projeto em termos de organização, equipe, conhecimento, experiência e motivação;
- b) compor imediatamente um núcleo de projeto de submarinos com alguns dos

melhores engenheiros formados no projeto das corvetas classe *Inhaúma*;

c) incluir engenheiros do Arsenal e da DACM na equipe que seria treinada em projeto na IKL;

d) reunir e estudar nosso acervo técnico sobre submarinos classe *Guppy* e *Oberon*, e o que fôssemos recebendo na obtenção dos submarinos IKL, bem como outras informações e artigos técnicos existentes na DEN e no Arsenal;

e) preparar no Brasil o núcleo de projeto de submarinos para absorver eficazmente conhecimentos no curso de projeto na IKL;

f) realizar o treinamento em projeto de submarinos na IKL, como previsto no contrato Boat;

g) negociar e assinar com a IKL um contrato de assistência técnica selecionada para o projeto do primeiro submarino nacional;

h) realizar o projeto do primeiro submarino nacional em paralelo e interativamente com a construção do primeiro submarino IKL no Brasil;

i) utilizar no projeto, e simultaneamente desenvolver, a retaguarda técnica de projeto estrutural de submarinos criada nos últimos seis anos na associação do Escritório Técnico de Construção Naval (ETCN-SP) com o Departamento Naval da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (DEN-Epusp).

### *Ações iniciais*

Em setembro de 1983 formou-se na DEN o núcleo da futura equipe de projeto de submarinos, constituído de alguns dos melhores engenheiros militares e civis que trabalharam no navio-escola e na corveta. Como a cultura técnica de que dispúnhamos sobre o assunto fosse incipiente – exceto na parte estrutural –, o núcleo dedicou-se inicialmente a Estudos Exploratórios, isto é, a estudos sistemáticos da literatura ostensiva e ao exa-

me da documentação existente na Marinha, desde aquela referente aos submarinos classe *Guppy* e *Oberon* até dados e especificações dos submarinos *Sauro*, *Agosta* e *IKL*, obtidos nos quase seis anos anteriores de negociações.

Simultaneamente, a equipe de projeto da DEN desenvolveu um modelo de síntese para iniciar nosso projeto de submarino a partir de requisitos a serem formulados pelo EMA. O modelo de síntese compunha-se inicialmente de dois programas de computador: *Fídias* e *Eletra*. O primeiro realizava simulações de arquitetura naval de submarinos; o segundo, simulações de engenharia elétrica. Testamos esse modelo diante do banco de dados da DEN sobre diversos submarinos de casco simples de diferentes nacionalidades. Os resultados foram suficientemente confiáveis para utilizá-lo no início de nosso projeto. Ele facilitou as interações com o EMA antes de se estabelecerem os Requisitos de Estado-Maior, pois permitiam avaliar o impacto da variação de cada requisito sobre todo o submarino.

Em abril de 1984, logo após o encerramento dos Estudos Exploratórios, a DEN iniciou os Estudos Preliminares de Exequibilidade. **Em novembro de 1984, o EMA formulou os Requisitos de Estado-Maior iniciais. Os Estudos Preliminares de Exequibilidade terminaram em março de 1985. Eles conduziram a um submarino que seria o embrião do SNAC-I. Em seguida, iniciou-se formalmente o treinamento em projeto de submarinos, primeiramente no Brasil e depois na Alemanha.**

### *Treinamento em projeto de submarinos*

O treinamento em projeto de submarinos fez-se em duas fases: uma no Brasil, logo após as ações iniciais descritas no tópico anterior, e outra na Alemanha.

## Treinamento em projeto de submarinos no Brasil

No primeiro semestre de 1984, o professor Miguel Angel Buelta Martinez, que passou a liderar os estudos sobre estruturas de submarinos na associação ETCN-SP/DEN-Epusp em 1982, ministrou durante dois meses um curso inicial sobre projeto de cascos de submarinos para engenheiros da DEN e do Arsenal.

Entre 1º de abril e 7 de maio de 1985, engenheiros da IKL realizaram na DEN um curso comum para todas as áreas de projeto de submarinos, denominado Design Philosophy, que durou duas semanas, ministrado para cerca de 30 engenheiros da DEN, do Arsenal e da DACM. Logo após, realizaram-se paralelamente cinco cursos de três semanas, sob o título Design Fundamentals, nas áreas de resistência estrutural, hidrodinâmica, sistemas, máquinas e dispositivos mecânicos, sistemas elétricos e sistemas eletrônicos e de armas. Este último destinava-se a engenheiros da DACM. Dos demais, participaram engenheiros da DEN.

Em maio de 1985, o núcleo de projeto de submarinos partiu para Lübeck, Alemanha.

## Treinamento em projeto de submarinos na Alemanha

Durou 28 semanas o treinamento em projeto de submarinos na IKL, desde maio até o início de dezembro de 1985. A equipe então se compunha de nove engenheiros militares e seis civis. Desses 15, nove eram da DEN, quatro do Arsenal e dois da DACM.

Contratualmente, o treinamento nessa fase consistiu no desenvolvimento do submarino IKL Tipo 1400 a partir dos Staff Requirements of Building Specifications, bem como um novo projeto para fins de treinamento, denominado Projeto X, base-

ado em variações de  $\pm 20\%$  em todos os parâmetros essenciais do IKL-1400. Na época, a IKL projetava seus submarinos pelo método tradicional, baseado em navios semelhantes, e segundo esse método é que se realizou o Projeto X, equivalente a um estudo de exequibilidade. Ele gerou as seguintes características:

- a) comprimento total = 66,6 m;
- b) comprimento entre perpendiculares = 65,2 m;
- c) diâmetro do casco resistente = 7,78 m;
- d) deslocamento na superfície = 2.430 toneladas;
- e) deslocamento em imersão = 2.670 toneladas;
- f) cota máxima de operação = maior que 280 m;
- g) velocidade máxima em imersão = acima de 24 nós;
- h) raio de ação em imersão = superior a 500 milhas náuticas;
- i) raio de ação total = 20.350 milhas náuticas (com velocidade em esnorquel = 6 nós, e em imersão = 4 nós);
- j) autonomia = 60 dias;
- k) tripulação = 36 militares;
- l) geração de água doce por meio de dois grupos de osmose reserva;
- m) 1 MEP = 6.600 kW, 200 rpm;
- n) quatro diesel-geradores de 1.040 kW cada;
- o) 888 elementos de bateria;
- p) oito tubos de torpedo e dez torpedos reservas;
- q) uma antepara estanque resistente à máxima pressão de imersão; e
- r) esfera de salvamento para toda a tripulação e reservas.

Essas características, apesar de ainda embrionárias, eram muito próximas das que viriam a ter o SNAC-I. A equipe de projeto da DEN aproveitou essa oportunidade para aplicar e ajustar o modelo de síntese que desenvolvera no Brasil.

Ao longo das 17 semanas de duração do Projeto X, realizaram-se três ciclos de projeto, produzindo-se os seguintes trabalhos:

a) estudos para estabelecer as dimensões principais, usando-se nosso modelo de síntese e o banco de dados disponível na IKL;

b) dimensionamento preliminar da estrutura do casco resistente (espessura do casco, escantilhões das cavernas e gigantes, arranjo estrutural, antepara estanque, calotas de fechamento);

c) dimensionamento preliminar da propulsão (motor elétrico principal, diesel-geradores, baterias e quadros elétricos);

d) estimativa da carga hotel;

e) cálculo das taxas de indiscrição;

f) cálculo do raio de ação (em imersão e total);

g) dimensionamento preliminar dos principais sistemas auxiliares (óleo combustível, óleo lubrificante, água doce, água de resfriamento de motores, trimagem e compensação, ar comprimido, ar condicionado, hidráulico, esgoto, lastro, geração de oxigênio, absorção de CO<sub>2</sub>, esnorquel, descarga de gases, sanitário etc.), com a produção dos respectivos desenhos diagramáticos;

h) dimensionamento preliminar do sistema de distribuição de energia;

i) dimensionamento preliminar de lemes horizontais e verticais;

j) estudo preliminar do comportamento hidrodinâmico;

k) plano de linhas preliminar;

l) dimensionamento de tanques;

m) desenho de arranjo geral (cabe ressaltar que a IKL contratou um desenhista para trabalhar exclusivamente com nossa equipe durante cerca de um mês e meio, tendo como tarefa principal desenhar o arranjo geral);

n) cálculo de pesos e volumes;

o) cálculo preliminar de estabilidade;

p) concepção do sistema de salvamento;

q) concepção do sistema de fundeio e atracação;

r) estudo de definição do sistema de combate;

s) estudo de definição dos sistemas sonar, radar, comunicações, periscópios, Mage (Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica); e

t) dimensionamento inicial dos tubos de torpedo.

### *Avaliação retrospectiva da preparação*

Com as ações iniciais já descritas e a fase de treinamento no Brasil, o treinamento do núcleo de projeto na Alemanha foi eficaz. Ele era essencial, dada a complexidade e os riscos envolvidos num primeiro projeto nacional de submarino, bem maiores que os do projeto das corvetas. Também visava reduzir custos. Caso se quisesse realizar todo o treinamento no Brasil, ele seria provavelmente mais caro e menos satisfatório, **dado o custo de um engenheiro alemão no Brasil (cerca de seis vezes o de um engenheiro nosso na Alemanha)**, o número de alemães nas várias especialidades e a impossibilidade de a IKL trazer para o Brasil todos os engenheiros e o acervo técnico de consulta necessários. Além disso, pretendendo a nossa Marinha um rápido avanço em projeto, era conveniente que alguns de seus engenheiros convivessem com métodos e ideias reinantes num eminente centro de projeto de submarinos.

### *Assistência técnica da IKL*

O treinamento de projetos em submarinos na Alemanha não foi uma substituição do método anterior de obtenção de assistência técnica estrangeira em projeto, adotado com bons resultados no projeto das corvetas classe *Inhaúma*. Na verdade, o treinamento em projeto de submarinos foi uma necessária adição, pois antecedeu o verdadeiro início do projeto SNAC-I. A assistência técnica durante o projeto SNAC-I resul-

tou de um contrato adicional com a IKL, assinado mais tarde. Ele destinou-se a obter informações, dados e aconselhamento em questões específicas, mediante solicitações caso a caso. Somente ao final de 1985 foi esse contrato assinado, quando já terminava o treinamento de nosso núcleo de projeto na IKL. O contrato com a IKL decorreu suavemente. Correspondeu às nossas melhores expectativas.

### ***Projetos de concepção e preliminar***

O EMA emitiu os Requisitos de Estado-Maior definitivos em setembro de 1985, com o núcleo de projeto ainda na Alemanha. Em janeiro de 1986 iniciou-se efetivamente o projeto SNAC-I. A fase de concepção concluiu-se em dezembro de 1986, e a de projeto preliminar praticamente terminou ao final de 1988.

Diferentemente do que ocorreu no projeto das corvetas classe *Inhaúma*, não tivemos engenheiros estrangeiros durante longos períodos no Brasil. Eles vinham mediante nossas solicitações, para rever pontos críticos do projeto, aqui ficando pouco tempo. O treinamento na Alemanha tornou isso possível.

Em fevereiro de 1987, após concluir-se o projeto de concepção, a parte da equipe responsável por sistemas de propulsão, controle e arquitetura naval esteve na IKL durante dois meses para realizar um ciclo de projeto com propulsão baseada em mo-

tor síncrono de polos permanentes, tecnologia então em desenvolvimento. Essa tecnologia evoluiu, mas não tão rapidamente quanto a IKL e a Siemens esperavam, e foi introduzida em submarinos posteriormente projetados pela IKL, como o Tipo 212 e o Tipo 214. Durante o ano seguinte, não tendo conseguido informações do fabricante que permitissem prosseguir seguramente o projeto, retornamos à propulsão com motor elétrico convencional.

As diferenças no uso de assistência técnica entre os dois projetos – Corveta e SNAC-I – resultaram da maior complexidade e responsabilidade inerentes a submarinos, e dos redobrados cuidados necessários ao seu primeiro projeto nacional. Porém, a diretriz foi a mesma: realização no Brasil com assistência técnica estrangeira somente em questões específicas.

Ao final do projeto preliminar, excluídos os períodos de treinamento em projeto, gastamos 530 homens-dia

com engenheiros estrangeiros e 30 mil homens-dia com engenheiros nacionais. O percentual de participação de engenheiros estrangeiros nas fases de exequibilidade, concepção e preliminar do projeto SNAC-I foi de 1,8%.

Durante todo o projeto do SNAC-I, a DEN não cogitou adotar um diâmetro de casco apropriado a um futuro reator nuclear. Em vez disso, procurou otimizar dimensões para cumprir os requisitos do EMA e

**O percentual de participação de engenheiros estrangeiros nas fases de exequibilidade, concepção e preliminar do projeto SNAC-I foi de 1,8%**

★ ★ ★

**Na época não tínhamos, e ainda hoje não temos, um reator nuclear naval longamente testado e aprovado em terra, requisito indispensável para considerá-lo em qualquer projeto**

gerar um primeiro submarino nacional eficaz como navio de guerra. Somente assim se justificariam os recursos a despender e se criaria a confiança indispensável para progredirmos com firmeza. Na época não tínhamos, e ainda hoje não temos, um reator nuclear naval longamente testado e aprovado em terra, requisito indispensável para considerá-lo em qualquer projeto. Além disso, o projeto do casco resistente de um submarino envolve muitos detalhes técnicos inevitavelmente diferentes quando se passa de um casco de submarino diesel-elétrico para o de um submarino nuclear, sem falar da localização desses detalhes. Portanto, nada se ganharia impondo ao SNAC-I um diâmetro de casco resistente que não lhe fosse o mais adequado, mas supostamente suficiente para um futuro reator de submarino nuclear.

A providência realmente útil para avançarmos no projeto e fabricação do casco de um futuro submarino nuclear seria utilizar a retaguarda técnica que a Marinha formara nos últimos dez anos de associação com a USP para desenvolver e testar experimentalmente – junto à indústria nacional e ao Arsenal – métodos de análise, fabricação e garantia de qualidade de certas partes específicas de cascos de submarinos nucleares. Aí se incluiria também a calota de proa, importada até mesmo para os IKL fabricados no Brasil. Nesse esforço conjunto, a indústria nacional identificaria máquinas e dispositivos a importar, ou que aqui projetaria e fabricaria, e participaria da formulação, execução e testes de procedimentos de construção. Agindo assim, estaríamos criando e acumulando capacidades, em ordem lógica e sem atropelos. Progrediríamos solidamente, sem inflar expectativas.

Outra medida útil e quase indispensável – tanto para o SNAC-I quanto para o SNAC-II – era progressivamente integrar

as equipes da DEN, do Arsenal e da DACM desde o início de cada um dos projetos. Isso criaria uma base comum de conhecimentos sobre o projeto de submarinos, aumentaria a coesão, facilitaria a troca de informações, uniformizaria procedimentos, ajudaria a evitar problemas de integração tardia do sistema de armas e comunicações na plataforma e facilitaria a transição da fase de projeto para a de construção. Contribuiria para garantir a qualidade, reduzir prazos e diminuir custos. Pouco afetaria as estruturas da DEN, do Arsenal e da DACM. Esta, porém, teria que aumentar significativamente seu efetivo de engenheiros civis, providência que restrições orçamentárias e legais pouco depois tornariam impossível. Iniciou-se a adoção dessa medida, incluindo-se engenheiros do Arsenal e da DACM no núcleo do projeto SNAC-I em treinamento na IKL. Ela teria que expandir-se daí em diante.

### *Retaguarda técnica*

O professor que liderava os estudos sobre projeto, análise e experimentação de estruturas de submarinos na associação ETCN-SP/DEN-Epusp desde 1982 participou do treinamento em projeto de submarinos, tanto no Brasil como, durante um mês, na IKL, e prestou assistência técnica ao projeto do casco no Brasil. Uma lista dos recursos básicos que produziu excede o escopo deste artigo, mas constará de um trabalho futuro. À retaguarda técnica que ele liderava é que cabia aprofundar, consolidar e continuamente expandir recursos de projeto e análises de métodos de fabricação do casco de submarinos. Assim se faz uma escalada técnica. Por coincidência, o principal engenheiro de estruturas da IKL era um professor da Universidade de Hamburgo. Essa afinidade profissional facilitou o relacionamento e a obtenção de co-

nhecimentos. Tornou-se claro que nossa ideia de retaguarda técnica nada tinha de nova ou excêntrica.

### *Lenta inanição*

**O SNAC-I era um elo vital numa sucessão de ações bem planejadas e inicialmente bem executadas do Programa de Obtenção de Submarinos da década de 1980.** Se tivéssemos prosseguido na versão 1984 desse programa, já teríamos alguns anos de avaliação de engenharia e experiência operativa com um protótipo de submarino projetado e construído no Brasil. Mais que isso, teríamos atingido um nível de capacitação técnico-operativa-gerencial que hoje será difícil conseguir. Mas logo nos defrontamos com dois obstáculos recorrentes: pessoal e recursos financeiros. Na verdade, o primeiro resultou do segundo. Disso falaremos a seguir.

O núcleo de projeto de submarinos formado em 1983 compunha-se de três militares e quatro civis. Ao iniciar o projeto de concepção, em janeiro de 1986, previa-se cerca de 20 engenheiros naquele ano, 29 em 1987 e 32 em 1988. Com as limitações impostas a novas contratações, não conseguimos mais que 12 engenheiros em 1986 e 14 em 1987. Pior que isso foi o declínio salarial, causador das demissões de dois engenheiros da equipe, um deles treinado na Alemanha, bem como do êxodo dos melhores desenhistas. Continuando os salários a declinarem, houve forte indício de que outros engenheiros se demitiriam, o que de fato ocorreu em 1988.

### **A situação salarial era desanimadora, oposta à que tivéramos nos primeiros oito anos do Projeto Corveta.**

Além de salários em declínio, percebia-se que o futuro do projeto SNAC-I era incerto. Não conseguíamos as verbas necessárias para iniciar-se a obtenção dos equipamentos principais. Assim, o projeto não podia passar para a fase de contrato, pois esta dependia de dados e informações técnicas concretas sobre os sistemas e equipamentos principais. Isso inquietava os engenheiros civis – jovens que se iniciaram no Projeto Corveta, e

agora profissionais amadurecidos. Novas demissões eram inevitáveis, e cada elemento treinado que saía era uma perda em dinheiro e um retrocesso no tempo, pois nele investiu-se durante os projetos Corveta e SNAC-I. Qualquer outro que o substituísse teria apenas o nível de conhecimentos típico de 1980.

Os recursos para o SNAC-I em 1987 já ameaçavam inviabilizar o projeto. Até então os gastos limita-

vam-se ao pagamento de uma pequena equipe e à assistência técnica selecionada da IKL. Em 1988 deveríamos iniciar o Plano de Obtenção Antecipada, indispensável para obtermos informações sobre características e requisitos dos equipamentos que realmente compusessem o submarino. Em 1989 deveríamos firmar os primeiros contratos de obtenção, requerendo cerca de US\$ 12 milhões nesse ano, US\$ 24 milhões em 1990 e gastos crescentes daí em diante – e tudo para a obtenção de um único submarino, cujo preço, então, se estimava em

**Nos defrontamos com dois obstáculos recorrentes: pessoal e recursos financeiros. Na verdade, o primeiro resultou do segundo**

\* \* \*

**Cada elemento treinado que saía era uma perda em dinheiro e um retrocesso no tempo**

US\$ 230 milhões. Caso se contemplassem dois ou três navios, o custo unitário seria de 92% e 80% daquele valor, respectivamente. A Marinha não conseguiu alocar as verbas necessárias nesses dois anos. Diante disso, e das dificuldades financeiras sempre crescentes, houve um impasse no final de 1988, defrontando-se a Marinha com as seguintes alternativas:

a) tentar prosseguir com o projeto em ritmo extremamente lento, procurando postergar ao máximo o início da execução dos contratos de obtenção dos equipamentos principais;

b) interromper o projeto, para reencetá-lo quando houvesse possibilidade de obter recursos financeiros;

c) considerar o navio muito caro e reelaborar os Requisitos Operacionais, visando um submarino de menor preço; ou

d) cancelar o projeto SNAC-I e usar a força de trabalho liberada para iniciar imediatamente o SNAC-II.

A alternativa a) seria inútil protelação. De fato, tendo-se iniciado o projeto em janeiro de 86, ele já teria três anos ao final de 1988, sendo impossível levá-lo adiante sem informações detalhadas e fidedignas sobre os equipamentos principais, as quais somente se tornam disponíveis após a assinatura dos respectivos contratos. Mantê-lo em ritmo vegetativo – isto é, sem nenhum progresso efetivo – somente traria desencanto para os que nele trabalhavam e ceticismo para o restante da Marinha e

os potenciais fornecedores de equipamentos, os quais com muito mais relutância responderiam a futuras solicitações.

A alternativa b) seria estagnação e retrocesso. Adotando-a, estaríamos voltando ao nível de 1984 quando reiniciássemos o projeto, pois a equipe de projeto seria inexoravelmente desmantelada.

Adotando-se a alternativa c), perderíamos quase três anos de trabalho, e em grande parte haveria os mesmos efeitos de desencanto e ceticismo da alternativa a). Além disso, dificilmente se conseguiria um submarino barato, principalmente considerando que 50% do seu preço, ou mais, corresponderiam ao sistema de armas.

Poderia parecer promissora a alternativa d). Entretanto, nosso Programa de Obtenção de Submarinos já era inédito e extremamente ousado. Adotando-se a alternativa

d), os riscos técnicos poderiam exceder limites razoáveis.

Alternativas fáceis não eram soluções. Alternativas extremas, problemáticas. A trilha de progresso, sempre adiada e recentemente aberta, ameaçava fechar-se.

A obtenção de financiamentos por intermédio dos próprios fornecedores de equipamentos e sistemas estrangeiros – prática usada em alguns empreendimentos e talvez possível com maior vontade política – teria permitido o curso normal do projeto SNAC-I, e com ele a constante ascensão técnica que a Marinha vinha mantendo. Infelizmente isso

**Alternativas fáceis não eram soluções. Alternativas extremas, problemáticas. A trilha de progresso, sempre adiada e recentemente aberta, ameaçava fechar-se**

★ ★ ★

**O projeto e a construção de um protótipo de submarino de propulsão nuclear, o SNAC-II, seriam o degrau máximo de nosso Programa de Obtenção de Submarinos**

não ocorreu, e o SNAC-I foi cancelado ao final de 1990.

## O SUBMARINO SNAC-II

O projeto e a construção de um protótipo de submarino de propulsão nuclear, o SNAC-II, seriam o degrau máximo de nosso Programa de Obtenção de Submarinos, já muito ousado por prever apenas dois degraus antes do SNAC-II. Será útil lembrar que com o SNAC-II visava-se principalmente um potencial de dissuasão próprio de submarinos nucleares. Porém esse potencial só existe quando o submarino, como um todo, tem suficiente disponibilidade e eficácia. A disponibilidade requer eficiente infraestrutura logística nacional. E a eficácia pressupõe disponibilidade e, mais que isso, depende essencialmente do sistema de armas e da discriminação acústica e magnética. **Logo, a propulsão nuclear só nos dará o potencial de dissuasão pretendido se todos os sistemas do submarino – e particularmente o sistema de armas – tiverem suficiente disponibilidade e eficácia.**

A tecnologia de sistemas de armas é a mais complexa e a que mais rapidamente evolui. O sistema de armas facilmente ultrapassa 50% do custo de um navio de guerra. Para permitir o melhor emprego possível do sistema de armas é que existem todos os demais sistemas, inclusive a propulsão nuclear. E é muito difícil conquistar e manter suficiente capacidade para selecionar, instalar, integrar, testar, avaliar, modernizar e apoiar logisticamente sistemas de armas sem excessiva dependência ex-

terna, diante de sua rápida evolução, complexidade e alto preço, e tudo isso sem falar em projeto e produção nacionais. A Marinha sempre tem procurado aumentar essa capacidade, mas com recursos muito aquém das necessidades.

**Para conseguir a dissuasão esperada de um submarino de propulsão nuclear nacional é indispensável um longo, intenso e persistente esforço em sistemas de armas, e constante aporte de recursos suficientes.** E, preferencialmente, que tenhamos capacidade e experiência obtidas em sucessivos projetos de modernos submarinos convencionais.

**O programa para domínio da tecnologia de enriquecimento de urânio e tecnologia de reatores era e é de interesse estratégico nacional. Vai muito além das necessidades de defesa**

Nunca chegou a existir um projeto de submarino nuclear nacional, nem mesmo em fase de concepção. O que a Marinha fez foi dedicar-se brevemente a um de seus pré-requisitos – o projeto de um submarino convencional, o SNAC-I – e dedicar-se insuficientemente a outro pré-

requisito – a engenharia de sistema de armas. Dedicou-se mais longamente a dois outros pré-requisitos: a construção de submarinos de projeto estrangeiro e o programa para domínio da tecnologia de enriquecimento de urânio e de reatores nucleares [1], [2].

O programa para domínio da tecnologia de enriquecimento de urânio e tecnologia de reatores era e é de interesse estratégico nacional. Vai muito além das necessidades de defesa. Complementa e diversifica a matriz energética e multiplica o valor de nossas reservas de urânio. Eleva a capacidade técnico-científica-industrial do País. Nele a Marinha uniu seu esforço a muitos talentos e vontades da ciência, engenharia e indústria

nacionais. Praticamente dominou o ciclo de enriquecimento de urânio e avançou para a produção industrial de combustível nuclear. Instalou laboratórios e estimulou tecnologias de ponta em vários setores correlatos indispensáveis a um país moderno e competitivo [2]. E projetou e parcialmente construiu um protótipo de reator nuclear que por muitos anos dependeu de recursos para ser concluído e longamente testado numa instalação geradora elétrica terrestre, requisito essencial para incluí-lo num projeto de submarino.

Tendo amplo alcance nacional, indo muito além das necessidades exclusivas da Marinha e requerendo recursos vultosos durante muitos anos, o programa de enriquecimento de urânio e tecnologia de reatores nucleares deveria ter sido custeado totalmente por recursos adicionais ao orçamento da Marinha. Caso contrário, não poderíamos levá-lo adiante, e ele prejudicaria pelo menos duas frentes básicas do nosso Programa de Submarinos: o SNAC-I e a engenharia de sistemas de armas.

A Marinha sempre arcou parcialmente com os custos do programa de tecnologia nuclear e passou a custeá-lo inteiramente desde o início dos anos 90 [1]. Como agravante, o orçamento da Marinha declinou continuamente até 2004. Ainda assim, a Marinha persistiu e agora, com renovadas esperanças, persiste nesse programa, cônica da sua importância para o País. Sua base de 1989 – capacidade própria para projetar modernos submarinos convencionais – praticamente se desfez antes mesmo de concretizar-se. Sua superestrutura – capacidade de construir submarinos – progrediu restrita a

um projeto estrangeiro, mas se enfraqueceu gravemente: “de 79 profissionais treinados no estaleiro alemão Howaldt Deutsch Werft (HDW) na construção de submarinos classe *Tupi*, apenas 13, com idade média próxima à da aposentadoria, estavam em 2006 ainda em atividade no AMRJ” [6]. Obstáculos a contratações de pessoal, êxodo por baixos salários e ausência de novas construções impediram a manutenção e renovação paulatina desse corpo técnico altamente especializado.

Além de capacidade de projetar submarinos convencionais e muito maior capacitação em engenharia de sistemas de armas,

existem outros pré-requisitos para obtermos o necessário e desejado poder de dissuasão característico de submarinos de propulsão nuclear. Alguns deles mencionam-se na referência [1]. O primeiro é ter mais de um submarino nuclear.

### **A Marinha sempre arcou parcialmente com os custos do programa de tecnologia nuclear e passou a custeá-lo inteiramente desde o início dos anos 90**

**O custo do projeto e construção de um submarino nuclear é apenas uma parte do todo. São consideráveis os recursos necessários para implantar e manter a correspondente infraestrutura de produção, apoio, treinamento e operação. Toda a complexa infraestrutura material e humana de projeto, produção, operação, treinamento e manutenção deverá funcionar continuamente. Se assim não for, ela se degradará. E o indispensável é que ela paulatinamente se renove e progrida.** Não serão admissíveis os hiatos e retrocessos de nossos históricos ciclos de atraso crônicos, muito além do controle da Marinha. Essas considerações, além de estratégico-operativas, são indispensáveis para determinar-se o número mínimo de submarinos de propulsão nuclear

necessários, os custos para mantê-los eficazmente, o programa de suas modernizações e substituições e os correspondentes aportes financeiros em todos os anos. Não há lugar para sonhos.

Várias outras necessidades deverão ser atendidas. É indispensável ter leis apropriadas para a Marinha flexivelmente manter e constantemente aperfeiçoar um corpo técnico civil altamente qualificado e sempre bem pago. **E são indispensáveis leis adequadas para contratar serviços e equipamentos especializados sem longos e repetitivos processos burocráticos. Sem isso, não se pode criar, manter e usar eficazmente uma estrutura técnico-operativa complexa e de rápida evolução.**

#### **PROGRAMA PERMANENTE DE PROJETO E CONSTRUÇÃO DE SUBMARINOS**

Longos anos de paz deixam abertos e emperram os portões de qualquer fortaleza. Com a inexorável escassez mundial de recursos naturais e um sistema econômico cujo lema é *crescer ou morrer*, ricas fortalezas de portões abertos e emperrados serão invadidas cedo ou tarde; lentamente ou num assalto; à força de *marketing*, diplomacia e finanças; e também pelas armas. Escaparão aquelas que conseguirem um suficiente potencial bélico de dissuasão. E esse potencial é tão importante na frente diplomática como na retaguarda extrema de defesa.

**Não há dissuasão sem uma vontade nacional bem conduzida. E a vontade nacional só será bem conduzida se as obtenções de instrumentos de defesa aqui gerarem evolução tecnológica e riqueza.** Portanto, além de razões operativas e logísticas, é indispensável que as obtenções de navios de guerra sejam meios de radicar e desenvolver no País conhecimentos e recursos de projeto, inovação, produção, apoio e operação.

Nesse imperativo é que se baseou todo o programa de obtenção de corvetas e submarinos das décadas de 1980/90. Ele é cada vez mais válido.

Submarinos são instrumentos fortes de dissuasão, talvez os principais quando há disparidade de forças. Mesmo forças naturais poderosas são sensivelmente vulneráveis a ameaças de modernos submarinos convencionais [1], [7], [9], ainda que continu-

amente progridam para minimizar tais ameaças. Avanços em discriminação acústica e magnética, capacidade de lançar mísseis antinavio e eficazes sistemas de armas e de plataformas em modernos submarinos convencionais levam Marinhas poderosas a intensa procura de meios para neutralizá-los [8] [10].

Embora nosso Programa de Capacitação em Projeto e Construção de Submarinos das décadas de 1980/90 tenha sido bloqueado, a ele não podemos renunciar. Toda e qualquer oportunidade de retomá-lo deve ser procurada e aproveitada. Se não o fizermos, voltaremos aos históricos ciclos

**Longos anos de paz deixam abertos e emperram os portões de qualquer fortaleza**

★ ★ ★

**É indispensável que as obtenções de navios de guerra sejam meios de radicar e desenvolver no País conhecimentos e recursos de projeto, inovação, produção, apoio e operação**

de atraso crônicos. E não construiremos o potencial de dissuasão necessário.

O Programa de Projeto e Construção de Submarinos tem que ser permanente. Mesmo mantendo um ritmo constante de projeto e produção de um submarino a cada cinco anos – e supondo-se uma vida útil de 40 anos, com uma modernização de

meia-vida –, não conseguiremos ter mais que oito submarinos em serviço, meta muito aquém de nossas necessidades. **Mas essa continuidade, e só a continuidade, é que permitirá constante evolução de projeto, produção, operação e apoio logístico, requisitos indispensáveis para uma dissuasão eficaz.**

## O Programa de Projeto e Construção de Submarinos tem que ser permanente

### ☞ CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:

<POLÍTICA> / Poder Nacional; Poder Militar; Poder Naval Brasileiro; Ciência e Tecnologia; Submarino; Submarino nuclear;

### REFERÊNCIAS

- [1] “Submarinos – A visão da Marinha” – Almirante de Esquadra Roberto Guimarães Carvalho (ex-comandante da Marinha) – *Revista Marítima Brasileira* – março de 2007.
- [2] “Enriquecimento de urânio no Brasil” – Vice-Almirante (EN-RM1) Othon Luiz Pinheiro da Silva e Capitão de Fragata (EN) André Luís Ferreira Marques – *Revista Marítima Brasileira* – junho de 2006.
- [3] “A busca de grandeza I”\* – Vice-Almirante (EN-Ref.) Elcio de Sá Freitas – *Revista Marítima Brasileira* – setembro de 2006.
- [4] “A busca de grandeza II”\* – Vice-Almirante (EN-Ref.) Elcio de Sá Freitas – *Revista Marítima Brasileira* – junho de 2007.
- [5] “Armas que garantem a paz – A Diretoria de Sistemas de Armas da Marinha” – Vice-Almirante Ronaldo Fiuza de Castro – *Revista Marítima Brasileira* – setembro de 2003.
- [6] “Mostra de Armamento do Submarino *Tikuna*” – Capitão de Mar e Guerra (EN) Mário Ferreira Botelho – *Revista Marítima Brasileira* – março de 2006.
- [7] “Back to the future” – Norman Polmar – U.S. Naval Institute Proceedings – março de 2006.
- [8] “No Class Jaw” – Captain Robert P. Carrier (U.S. Navy) – U.S. Naval Institute Proceedings – junho de 2006.
- [9] “The Navy and its DDG-1000 – Heading Wrong” – Captain Robert H. Smith (U.S. Navy – Retired) – U.S. Naval Institute Proceedings – agosto de 2007.
- [10] Underwater Force Protection – The Robot Arrive – Dr. Norman Friedman – *Naval Forces*, nº 4/2010.

\* N.R.: Modificados os títulos para “A BUSCA DE GRANDEZA I” e “A BUSCA DE GRANDEZA II”, nas *RMB* do 3º trimestre/2006 e 2º trimestre/2007, respectivamente.

O passeio à Ilha ocorre de quinta a domingo, às 13h, 14h30min e 16h, saindo do cais do Espaço Cultural da Marinha, à Av. Alfred Agache s/nº, na Praça XV.

Informações:

(0xx-21)

2233-9165



## O Último Baile da Ilha Fiscal

A orquestra tocava animada. Belas mulheres desfilavam pelo salão, ostentando vestidos suntuosos. Os homens, trajando casacas ou elegantes uniformes, falavam sobre política, histórias de guerra, batalhas navais. Lá fora, o som das ondas do mar complementava os acordes dos violinos. O cenário era perfeito. A Ilha Fiscal, construída com requinte para servir como posto alfandegário, recebia com pompa a oficialidade do encouraçado chileno *Almirante Cochrane*.

Ninguém poderia imaginar que aquele seria o “Último Baile do Império”. Alguns dias depois, era proclamada a República. Uma nova era na História do Brasil se iniciava.

A Ilha Fiscal continua sendo um elo entre o presente e o passado. Em 1913 foi adquirida pela Marinha em troca do Vapor *Andrada*. Décadas se passaram e o castelinho, que testemunhou tantos fatos históricos, é hoje uma das principais atrações turísticas do Rio de Janeiro. Aberto à visitação, inclui em seu roteiro o Torreão, a Ala do Cerimonial e exposições permanentes. Venha conhecer este símbolo dos últimos dias do Império, e muito mais, como a participação e os projetos da Marinha na Antártida!