

A BUSCA DE GRANDEZA (VII)*

Retaguardas Técnicas

“The empire of the future is the empire of the minds”

Winston Churchill

ELCIO DE SÁ FREITAS**

Vice-Almirante (Ref^o -EN)

SUMÁRIO

Desenvolvimento e recursos humanos
Retaguardas técnicas
Pontos de vista
Conhecimento, realismo e redução de dependências
Formação, uso e demanda de retaguardas técnicas
Forças Armadas
Petrobras
Órgãos próprios e enclaves tecnológicos
Marinha e retaguardas técnicas
Plataformas de navios de guerra
Projeto e avaliação de cascos resistentes de submarinos
Relações com retaguardas técnicas
Interlocutores
Marinha e SNDCT

Apêndice: Lista de estudos técnicos, programas de computador e instrumentos relativos a navios de superfície e cascos resistentes de submarinos, resultantes de convênios MB-USP, MB-BNDE, MB-Finep e DEN-USP, gerenciados pelo ETCN-SP e realizados pela área de estruturas do DN-Epusp***

* Continuação da série publicada no 3º trim./2006, no 2º trim./2007 e nos 1º, 2º, 3º e 4º trims./2011.

** 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.

*** Somente disponível mediante solicitação ao autor.

DESENVOLVIMENTO E RECURSOS HUMANOS

Desenvolvimento é a mais importante das aspirações nacionais. Por várias razões, retardamos nosso desenvolvimento, apesar de privilegiados por território, idioma, clima e recursos hídricos, vegetais e minerais. O grande hiato entre nós e as nações de vanguarda compromete a soberania e o patrimônio nacionais. Temos que nos desenvolver inteligentemente.

O desenvolvimento a que aspiramos é amplo. Vai desde as artes até os meios de defesa; desde a formação de uma sociedade justa e culta até a estruturação contra ameaças bélicas; desde a obtenção de cidades belas, eficientes e seguras até a vida civilizada e produtiva no campo e a proteção da natureza. Esse desenvolvimento não conseguiremos sem educarmos nosso povo.

A maior riqueza de um país é um povo educado e operoso. Nas últimas cinco décadas, formamos e aperfeiçoamos continuamente recursos humanos em todas as áreas. Os cuidados mais intensos foram para obter mestres e doutores. Mas é indispensável grande ênfase na formação de bons técnicos em todos os níveis. E em educação básica pública, alicerce das nações, ainda claramente claudicamos.

Formação, aperfeiçoamento e utilização de recursos humanos são vasto campo. Neste artigo nos ocuparemos somente de um segmento que designaremos por

retaguardas técnicas de engenharia, ou simplesmente retaguardas técnicas.

RETAGUARDAS TÉCNICAS

Retaguardas técnicas são grupos capazes de aplicar recursos avançados a problemas práticos e complexos. São o elo vital entre obtenção e aplicação de conhecimentos. Ligam o setor técnico-científico ao organismo decisório e executivo nacional.

Retaguardas técnicas são indispensáveis ao desenvolvimento. Combinam ensino, pesquisa e serviços. No Brasil, elas existem em certas universidades, centros de pesquisa e firmas de vanguarda.

A função das retaguardas técnicas é estudar e resolver problemas existentes ou previsíveis, cuja solução ainda não seja conhecida em órgãos de direção, planejamento, projeto, produção e manutenção do país, desde os mais altos escalões decisórios até os operacionais, tanto no governo como no setor privado.

Em países de desenvolvimento retardado, poucas retaguardas técnicas ativas existem.

A solução ainda não conhecida de problemas práticos e complexos é quase sempre obtida no exterior, perpetuando dependências.

Países desenvolvidos têm retaguardas técnicas ativas nos setores público e privado, que combinam suas forças rapidamente, reunindo e utilizando as capacidades necessárias, estejam onde estiverem.

Quando indispensável, retaguardas técnicas ligam-se a fontes internacionais.

Retaguardas técnicas são grupos capazes de aplicar recursos avançados a problemas práticos e complexos. São o elo vital entre obtenção e aplicação de conhecimentos. Ligam o setor técnico-científico ao organismo decisório e executivo nacional

Neste caso, identificam conhecimentos a obter e avaliam, absorvem e desenvolvem a capacidade que então obtêm. Assim progredem continuamente. Porém esta ligação dificilmente ocorre quando se trata de tecnologias que acarretem poder político-militar. E ainda que ocorra, será sempre volátil.

As melhores oportunidades para utilizar retaguardas técnicas estão em grandes projetos. Mas retaguardas técnicas têm que continuamente manter-se, progredir e renovar-se, pois do contrário se dispersam, enfraquecem ou perecem. As universidades são seu principal gerador e sustentáculo.

Ao iniciar-se um projeto, é necessário que retaguardas técnicas já tenham desenvolvido muitos dos recursos que serão necessários. Portanto, devem atuar antecipadamente em problemas complexos previsíveis, e não apenas nos já existentes. Somente instituições de grande porte, com planejamentos de médio e longo prazos, podem demandar essa ação.

É indispensável que o governo não se empenhe apenas na formação de retaguardas técnicas, mas também no seu uso. Para projetos exclusivamente de defesa, o governo será o único cliente, a indústria será participante e a beneficiária será toda a nação. Para os demais projetos, o governo estará ativando retaguardas técnicas nacionais até que elas se tornem sustentáveis pelo setor privado.

PONTOS DE VISTA

Recorrer frequentemente a soluções no exterior perpetua dependências e não assegura boas soluções. Estas dependem do ponto de vista de quem as formula. E pontos de vista podem opor-se diametralmente.

Para nós, deve haver sempre um ponto de vista dominante: o das aspirações nacionais.

Lembro-me de um curto diálogo com um professor de engenharia britânico em São Paulo, em 1978. Como docente visitante numa universidade brasileira, ele nos fez breve visita para conhecer as atividades conjuntas do Escritório Técnico de Construção Naval da Marinha (ETCNSP) com o Departamento Naval da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (DN-Epusp) e a Divisão Naval do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (Dinav-IPT). Ao despedir-se, resumiu suas impressões amavelmente: *“You are overproducing human technical resources”*. Logo

respondi: *“No, we are underusing them”*.

De fato, os recursos humanos que então forjávamos eram indispensáveis à solução de vários e recorrentes problemas que tínhamos e teríamos no

futuro. Estávamos considerando a mesma questão, mas em sentidos opostos: ele, cidadão de um grande país fornecedor de produtos e serviços cérebro-intensivos, de alto valor agregado; eu, cidadão de um país sempre cliente passivo desses produtos e serviços, mas que aspirava à grandeza.

Mais tarde, em negociações e contratos que envolveram tecnologia, notei a constante pressão para nos manter como clientes passivos e constantes. Só o desenvolvimento vencerá essa pressão.

CONHECIMENTO, REALISMO E REDUÇÃO DE DEPENDÊNCIAS

A busca de desenvolvimento tem que ser realista. Há que reduzir o hiato tecnológico entre nós e os países de vanguarda. Mas nossas deficiências são muitas, e limitados

Para nós, deve haver sempre um ponto de vista dominante: o das aspirações nacionais

os recursos. Os solavancos econômicos se sucedem e a geopolítica é instável. Nesse cenário, grandes decisões são difíceis.

Se errarmos em grandes decisões, nos condenaremos a mais um século de atraso. Decisões importantes devem resultar de reflexão, conhecimento e realismo.

Escolhas de rumos, prioridades e sequências de ação tecnológico-industriais-militares são sempre grandes decisões. Em países desenvolvidos, elas nunca prescindem de conselhos técnico-científicos e industriais, que são retaguardas técnicas no mais alto nível, portadoras de conhecimento e realismo. Estas, por sua vez, ligam-se a outras retaguardas nas áreas e níveis necessários. Convém seguirmos esse procedimento na tomada de grandes decisões.

Gostaríamos de ter independência tecnológica. Mas atingir essa meta pode ser impossível, desnecessário ou proibitivamente oneroso. Excetuam-se alguns casos estratégicos, em que retornos econômicos e de segurança nacional, realisticamente estimados, nitidamente superem os dispêndios, e desde que estes não provoquem o colapso de outros programas também prioritários.

Independência tecnológica é propósito a perseguir somente em casos críticos. Se perseguido imoderadamente, resultará em colapso financeiro e malogro do desenvolvimento como um todo. Em geral, o possível e indispensável é uma bem planejada redução de dependências.

Redução bem planejada e contínua de dependências requer escolhas de rumos e sequências tecnológico-industriais compatíveis com os recursos necessários e os previsivelmente disponíveis. Deve ser a prioridade principal de um país como o nosso. É impossível atendê-la sem formar e utilizar retaguardas técnicas em níveis crescentes, até o do mais alto escalão governamental.

FORMAÇÃO, USO E DEMANDA DE RETAGUARDAS TÉCNICAS

Sem demanda, retaguardas técnicas não progredem nem geram progresso. Elas precisam ser utilizadas, provando seu valor na solução de problemas.

No Brasil, apesar dos ponderáveis recursos formados nos últimos 40 anos pelo Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCT) de 1970 e pelo Sistema Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (SNDCT), retaguardas técnicas ainda são pouco utilizadas. O pouco uso resulta de várias causas: descontinuidades e retrocessos em programas nacionais de desenvolvimento; hábitos antiquados de tomada

de decisão em grandes questões tecnológico-industriais; tendência histórica em ignorar a importância de projetos de engenharia como motores de desenvolvimento etc.

Atualmente está bem difundida a necessidade de investirmos sistematicamente em programas de ciência, tecnologia e inovação. Porém persiste um hiato entre

Se errarmos em grandes decisões, nos condenaremos a mais um século de atraso

Ainda existe um descompasso entre a formação e a utilização de nossas retaguardas técnicas. Urge engajá-las em projetos em que se vise absorver tecnologia

esses programas e grandes empreendimentos tecnológicos nacionais. Há exceções, destacando-se a exploração petrolífera em águas profundas.

Nossa retaguarda técnica vem se estruturando desde a década de 1970. Para sua formação, aperfeiçoamento, apoio e coordenação há instituições governamentais que desde então acumularam importante experiência, tais como a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico (CNPq), a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp). Mas ainda existe um descompasso entre a formação e a utilização de nossas retaguardas técnicas.

Urge engajá-las em projetos em que se vise absorver tecnologia.

É lenta a formação de uma retaguarda técnica. São necessários anos de graduação e pós-graduação, estudos próprios, experimentações e serviços técnicos significativos. Todos esses requisitos, exceto o último, têm sido satisfeitos pela ação contínua do sistema educacional, do PBDCT de 1970 e do SNDCT. O último requisito — serviços técnicos significativos — só pode ser atendido por solicitação dos setores de direção, planejamento, produção e operação do País. Excetuando-se a Petrobras, essa solicitação pouco tem ocorrido. Daí existir uma ponderável retaguarda técnica potencial, mas uma reduzida retaguarda técnica ativa. Atualmente parece haver lenta reversão desse quadro.

Por que os vários setores do País pouco solicitam nossas retaguardas técnicas potenciais? Em primeiro lugar, existe a inércia histórica: a retaguarda técnica nacional sempre foi o exterior. Alega-se risco: porque arriscar-se a usar uma fonte nacional em lugar de uma estrangeira comprovada? Alega-se urgência: o serviço no exterior geralmente é mais rápido. E existe o controle externo de muitas das principais empresas do País. Há também uma questão

cambial: dependendo da cotação do real, o custo de um serviço técnico no Brasil pode superar o do exterior.

A inércia histórica existe, mas não é fatal. Poderá ser superada. O risco de maus resultados é realmente maior quando se utiliza uma retaguarda técnica potencial, ainda não testada. Estudiosos de um assunto podem não ter

aptidão natural para aplicações práticas, e sim para gerar ou transmitir conhecimentos. A alegada urgência será minorada se a retaguarda técnica for procurada mais cedo. E o controle estrangeiro de muitas empresas do País, embora desfavorável, poderá não ser um óbice se a retaguarda técnica nacional ativar-se, aprovar-se, expandir-se e oferecer serviços competitivos.

Portanto, é necessário usar uma fração crescente da retaguarda técnica potencial, até que a sua parte ativa e aprovada atinja um valor crítico. Isso não ocorrerá espontaneamente. São necessárias ações governamentais, e elas têm aumentado ultimamente. Atingido um valor crítico, as empresas importadoras de serviços de vanguarda tenderão a usar retaguardas técnicas nacionais, que então deverão provar seu valor.

Projetos de engenharia estrangeiros alienam retaguardas técnicas e tecnologias nacionais

★ ★ ★

Os orçamentos para defesa, além de reduzidos, não são plurianuais nem impositivos

Entre as ações catalíticas para a retaguarda técnica ativa e aprovada crescer até atingir um valor crítico, destaca-se a de o governo instituir, como norma, que seus órgãos usem retaguardas técnicas nacionais nos empreendimentos que envolvam absorção de tecnologia. Mas até mesmo esta medida será quase inútil se não for precedida de uma política de estímulo e apoio a projetos de engenharia nacionais, indutores e utilizadores de tecnologias. Projetos de engenharia estrangeiros alienam retaguardas técnicas e tecnologias nacionais.

FORÇAS ARMADAS

A Marinha, o Exército e a Aeronáutica têm sido formadores de retaguardas técnicas, isoladamente ou em convênios com universidades e institutos de pesquisa. Também ativaram parte dessas retaguardas em seus empreendimentos de maior porte dos anos 70 a 90, depois desacelerados ou paralisados por injunções financeiras e mudanças em políticas de desenvolvimento.

“Defesa e desenvolvimento são inseparáveis”, diz a Estratégia Nacional de Defesa de 2008. E forças armadas são importante instrumento de ação catalítica do governo para formar e utilizar retaguardas técnicas nacionais. Porém os orçamentos para defesa, além de reduzidos, não são plurianuais nem impositivos. Não podem manter um programa de contínua renovação e atualização de meios, única forma realista de promover defesa e desenvolvimento. Nossas forças amadas ficam sujeitas aos denominados Planos de Reaparelhamento, espaçados por décadas, sempre em caráter emergencial, resultantes de financiamentos para grandes “pacotes tecnológicos” estrangeiros. Assim, as Forças Armadas formam retaguardas técnicas que raramente podem utilizar e desenvolver. E até hoje pouco têm surgido utilizadores

dessas retaguardas, exceto a Petrobras e, mais recentemente, a Embraer.

PETROBRAS

O mais poderoso utilizador de retaguardas técnicas nacionais é a Petrobras, que possui suficiente autonomia, organização e grandes projetos e recursos próprios. Se assim não fosse, teria insucesso na exploração petrolífera em águas profundas, onde sua proeminência é mundial. Tem maior número de sistemas de exploração em águas profundas do que o total pertencente às suas três competidoras principais. Para chegar a esse ponto, a Petrobras certamente utiliza inteligentemente todos os meios possíveis, combinando retaguardas técnicas próprias com as existentes em várias instituições do País, além de fontes internacionais.

ÓRGÃOS PRÓPRIOS E ENCLAVES TECNOLÓGICOS

Grandes instituições como a Marinha, cujos meios são densamente tecnológicos, precisam ter órgãos próprios de ensino, pesquisa e desenvolvimento, cuja missão é formar e utilizar retaguardas técnicas. A Força Aérea Brasileira criou um grande complexo educacional-tecnológico próprio, o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) e o Centro Técnico Aeroespacial (CTA), numa época em que tal ação parecia visionária. O Exército há muito tem dois grandes órgãos próprios — o renomado Instituto Militar de Engenharia (IME) e o Centro Técnico do Exército. A Marinha seguiu rumo diferente: há cinco décadas criou um órgão tecnológico próprio, o Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), e um enclave educacional-tecnológico — o ETCN-SP, dentro da USP; e três décadas depois criou um órgão próprio no campus da USP, o Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP).

Entenda-se como órgão próprio de uma instituição aquele cujas instalações e recursos humanos e materiais lhe pertencem e por ela são totalmente custeados. Normalmente situam-se em áreas físicas da própria instituição.

Enclave é um órgão que, pertencendo a uma instituição, situa-se nas instalações de uma outra, com a qual trabalha em projetos de interesse conjunto, normalmente mediante convênios ou contratos. Tal era o caso do ETCN-SP.

MARINHA E RETAGUARDAS TÉCNICAS

Entre 1980 e 1995, a Marinha utilizou retaguardas técnicas no projeto das corvetas, na construção dos submarinos IKL-1400, no projeto do submarino SNAC-1, no domínio do ciclo de enriquecimento de urânio, na tecnologia de reatores nucleares e em desenvolvimento de sistemas de armas e comunicações.

Excetuadas as áreas nuclear e de sistemas de armas e comunicações, a retaguarda técnica utilizada pela Marinha foi a formada pela ação conjunta do ETCN-SP com o DN-Epusp e a Dinav-IPT em quase três décadas. Premida por falta de recursos e desmobilização, a Marinha não mais usou essa retaguarda, que se teria desfeito totalmente se a Universidade de São Paulo não tivesse conservado o seu núcleo e se a Petrobras e umas poucas firmas não passassem a utilizá-la. Muitos dos seus elementos dispersaram-se. Porém outros, ainda jovens

em 1990, progrediram e permanecem nos departamentos da Epusp, agora associados a pesquisadores de uma nova geração, mas desvinculados de serviços para a Marinha. A Petrobras, e ultimamente a Embraer e a Vale, os utilizam.

**Entre 1980 e 1995, a
Marinha utilizou
retaguardas técnicas no
projeto das corvetas, na
construção dos submarinos
IKL-1400, no projeto do
submarino SNAC-1,
no domínio do ciclo
de enriquecimento de
urânio, na tecnologia de
reatores nucleares e em
desenvolvimento de sistemas
de armas e comunicações**

PLATAFORMAS DE NAVIOS DE GUERRA

Os órgãos próprios e enclaves tecnológicos de uma força armada devem dedicar-se às suas áreas tecnológicas básicas. A tecnologia de navios de guerra distribui-se em duas áreas: a da plataforma e a dos sistemas de armas e comunicações. A propulsão nuclear inclui-se na área da plataforma, dela se destacando apenas para efeitos de seu projeto específico, mas

nela tendo que se integrar segundo o complexo processo de projeto de navios de guerra.

Para os sistemas de armas e comunicações, a Marinha conta com pelo menos um órgão tecnológico próprio: o IPQM. Para a propulsão nuclear conta com outro: o CTMSP. Para plataformas de navios de guerra, a Marinha contava somente com um enclave tecnológico que não mais existe, e ainda sem sucessor: o ETCN-SP.

O ETCN-SP foi criado em 1956 mediante convênio entre a Marinha e a USP, que até hoje perdura. Era um pequeno núcleo de engenheiros navais da Marinha em torno do qual se gerou e desenvolveu o Departamento Naval da Escola Politécnica de São Paulo (DN-

Epusp). Executava o convênio MB-USP, bem como o convênio entre a Marinha e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT-SP).

Durante seus primeiros 15 anos, a missão do ETCN-SP foi educacional e tecnológica: promover a formação de engenheiros navais para o Brasil, em convênio com a USP, e contribuir no desenvolvimento de instalações experimentais de hidrodinâmica para a indústria naval nacional mediante convênio com o IPT-SP.

No início da década de 1970, com estímulos de renovação e progresso governamentais, que impeliram universidades e institutos de pesquisa, as ações do ETCN-SP com o DN-Epusp e a Dinav-IPT voltaram-se também para pós-graduação, pesquisa e desenvolvimento. Embora os esforços fossem conjuntos, parte dos seus propósitos e resultados visava a necessidades presentes ou futuras da Marinha, como se comprova na longa lista do Apêndice.

Entre todos os resultados obtidos pelo ETCN-SP, o mais importante foi criar com o DN-Epusp e a Dinav-IPT, entre 1974 e 1995, uma retaguarda técnica civil para a Marinha – parte integrante de ensino, pesquisa e desenvolvimento – capaz de constantemente progredir, renovar-se, expandir-se e, se necessário, contrair-se sem fenecer.

O ambiente intelectual na associação ETCN-SP/DN-Epusp era elevado, fiel aos melhores valores acadêmicos, mas também ligado a temas do presente e do futuro da Marinha. A união se estendia às partes docente e discente; a pesquisas e a serviços técnicos;

a intercâmbios com universidades e centros técnicos estrangeiros; e a formulação, obtenção de recursos e gerenciamento de projetos.

A grande maioria dos 1.103 estudos técnicos do ETCN-SP, realizados entre 1972 e 1995, versou sobre problemas atuais e potenciais da Marinha. Neles trabalharam oficiais engenheiros do ETCN-SP, professores civis, oficiais-alunos e alunos civis de graduação e pós-graduação. O mesmo se pode dizer de muitas das teses de mestrado e doutorado do DN-Epusp nesse período.

Difícilmente se poderia conseguir, no mesmo prazo e com tão poucos dispêndios da Marinha, melhores condições para formar a mente de futuros engenheiros militares e civis, e criar uma retaguarda técnica civil.

O caminho que a Marinha escolhera em 1956 – associar-se a uma universidade, em vez de fundar e manter

seu próprio instituto e centro técnico – começava a demonstrar sua potencialidade. Era necessário explorá-lo mais intensamente, nele investindo mais, sem prejudicar-lhe as características principais: leveza da estrutura técnico-gerencial; compatibilidade com os valores, tradições e aspirações universitárias; cuidadoso preparo intelectual de civis e militares, em graduação e pós-graduação; e permanência de oficiais engenheiros selecionados no ETCN-SP por um período suficiente para se integrarem, como professores visitantes, na equipe do DN-Epusp e nela serem reconhecidos e apreciados por professores e alunos civis e militares.

O que o ETCN-SP havia feito até 1995 tinha todas as condições de expandir-se com segurança, sem alterar suas linhas funda-

De todos os resultados obtidos pelo ETCN-SP, o mais importante foi criar uma retaguarda técnica civil para a Marinha capaz de progredir, renovar-se, expandir-se e contrair-se sem fenecer

mentais. A íntima associação ETCN-SP/DN-Epusp poderia estender-se gradualmente ao departamento de Mecânica/Mecatrônica, ao de Estruturas e Fundações, e ao de Eletricidade/Eletrônica da Epusp. Com o primeiro, nossas relações sempre foram estreitas, pois eram apoio à formação de engenheiros navais; o mesmo se pode dizer do segundo; e no terceiro formava-se a maioria de nossos oficiais engenheiros eletrônicos.

Com o tempo, vários professores civis formados na associação ETCN-SP/DN-Epusp migraram para outros departamentos, para lá transferindo suas capacidades e objetivos de pesquisa e serviços técnicos. Os passos seguintes seriam associações do ETCN-SP com departamentos congêneres da Coppe-UFRJ (Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro) e de outras universidades e institutos de pesquisa, facilitadas pelas ligações acadêmicas entre essas instituições e pelo progresso veloz em telecomunicações e informática. O ETCN-SP integraria essas relações com a DEN e o Arsenal, como já fazia, e com a Diretoria de Sistemas de Armas da Marinha (DSAM), o IPqM e o Centro de Estudos Técnicos da Marinha em São Paulo (CETM-SP).

Essa expansão de atividades dentro de uma mesma linha deveria ser paulatina, mas contínua, evoluindo seguramente. Investimentos em novos edifícios e órgãos, que às vezes dão a falsa sensação de progresso, devem ser preteridos em favor de projetos, pesquisas e desenvolvimentos úteis à Marinha, associada ao meio civil.

A expansão de atividades delineada nos três parágrafos acima era coerente com o Re-

gulamento do ETCN-SP aprovado em 12 de junho de 1981. Nele, o ETCN-SP continuou subordinado funcionalmente à Diretoria de Ensino da Marinha, sem óbices à sua interação frequente, que já existia, com órgãos da Diretoria-Geral do Material da Marinha.

A necessidade de a Marinha investir mais no rumo que escolheu em 1956, diante dos resultados que se iam obtendo, foi por nós ressaltada em relatórios anuais do ETCN-SP. Neles se comparava o caminho da Marinha — associativo e de baixo custo — com o do Exército, que criou o IME, e com a Aeronáutica, que criou o ITA e o CTA. Concluíamos que os caminhos, como as sementeiras, dão frutos que dependem não só da fertilidade da terra, mas também do seu trato. Com o novo Regulamento aprovado em junho de 1981, oficializando a

missão expandida do ETCN-SP, a Marinha reconheceu essa necessidade.

Na década de 1990 o País desmobilizou-se tecnicamente. A Marinha teve que se contrair. É difícil contrair-se sem retroceder. Um dos mais danosos retrocessos é desfazer retaguardas técnicas e seus órgãos formadores.

A missão do ETCN-SP como um órgão educacional de engenharia, promotor e realizador de estudos técnicos, pesquisas e desenvolvimentos úteis à Marinha e ao País, associado a instituições no Brasil e no exterior, foi omitida num novo Regulamento de 1996. Seu nome também foi mudado para Centro de Coordenação de Estudos da Marinha em São Paulo (CEMSP). Nesse regulamento, a missão passou a ser essencialmente a de coordenar, em vez de promover e realizar.

Assim, há mais de 15 anos a Marinha deixou de ter seu único órgão promotor de

Na década de 1990 o País desmobilizou-se tecnicamente. A Marinha teve que se contrair. É difícil contrair-se sem retroceder

retaguardas técnicas dedicadas a plataformas de navios de guerra. Mas poderá recuperá-lo. E isso será possível renomeando-se o CCEMSP e atribuindo-lhe a missão que o ETCN-SP realizava, ajustada às necessidades tecnológicas ainda mais importantes do presente e do futuro.

PROJETO E AVALIAÇÃO DE CASCOS RESISTENTES DE SUBMARINOS

O esforço para tornar a Marinha capaz de projetar e avaliar cascos resistentes de submarinos foi longo e contínuo entre 1974 e 1995, mas permanece quase desconhecido. Além do mérito próprio, é bom exemplo de caminhada tecnológica e criação de retaguarda técnica.

Em 1974, tivemos que discutir com os britânicos os efeitos do grande incêndio no Submarino *Toneleiro* (classe *Humaitá*) durante sua construção no estaleiro da Vickers. Naquela ocasião, os conhecimentos existentes no ETCN-SP e no DN-Epusp, apoiados pelo convênio MB-USP e por projetos de desenvolvimento articulados pelo ETCN-SP junto ao então Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) e à Finep, é que permitiram argumentar tecnicamente em favor de interesses que envolviam o valor militar do navio, a segurança da sua tripulação e vultosos recursos financeiros. Além disso, foi a retaguarda técnica ETCN-SP/DN-Epusp que pôde selecionar e obter breve e decisiva consultoria internacional em curto prazo. Sob o título “Missão na Inglaterra”, narraremos em outro trabalho os detalhes desse episódio que passou a direcionar duas das áreas de pesquisa e desenvolvimento conjuntas do ETCN-SP/DN-Epusp: a de estruturas e a de tecnologia de construção naval.

Diferentemente do que ocorre em navios de superfície, uma falha num casco resistente de submarino é quase sempre fatal

para o navio e toda a sua tripulação. Essa possibilidade deve ser reduzida a um valor mínimo por competente projeto, fabricação e inspeções periódicas do casco resistente.

Poucos são os países capacitados a projetar cascos resistentes de submarinos. O conhecimento necessário, combinando pesquisas e experiência, desenvolveu-se em muitas décadas e manteve-se sob sigilo. Aos poucos, foi-se parcialmente revelando. Porém essa revelação só é útil a quem pode absorvê-la e desenvolvê-la.

A capacidade de projetar o casco resistente é indispensável, não só para gerar o submarino, mas também para avaliá-lo durante a fabricação e ao longo de toda a vida útil, diante de corrosão acumulada, trincas de fadiga, *stress-corrosion cracking*, distorções estruturais (ainda que mínimas) ou qualquer outra anomalia.

Entre 1972 e 1975, o ETCN-SP formulou, gerenciou e realizou com o DN-Epusp um primeiro projeto, denominado Implantação de um Sistema de Programas para a Análise de Estruturas Típicas de Navios e Plataformas Oceânicas, apoiado por recursos do convênio Marinha-BNDE. Esse projeto permitiu adquirir um bom *software* aberto, que foi estudado a fundo e modificado conforme necessário, ao mesmo tempo em que nos aprofundamos na teoria e nas aplicações.

Uma segunda fase desse primeiro projeto estendeu-se até 1978, já com recursos da Finep. Alunos de pós-graduação fizeram seus mestrados e doutorados, e alunos-monitores iniciaram suas carreiras técnicas, formando-se uma cadeia de recursos humanos bem qualificados, que progrediu e multiplicou-se.

Também ao final dessa segunda fase formou-se um núcleo de jovens e excelentes professores e engenheiros de estruturas navais e oceânicas, liderados pelo professor Alfredo Coaracy Brazil Gandolfo: Miguel

Angel Buelta Martinez, Carlos Alberto Nunes Dias, Ronaldo de Breynne Salvagni, Gabriel Lima da Silva Dias Filho, Oscar Brito Augusto, Gilberto F. M. de Souza, Antonio Feres Neto, Alberto Morandi, Bernardo L.R. de Andrade, Vicente Marcelo Massaroti e outros. Quase todos viriam a prestar importantes serviços de retaguarda técnica nos projetos Corveta, IKL-1400 e SNAC-1.

A partir de 1972 e apoiada pelos dois convênios citados, com gerenciamento do ETCN-SP, a área de tecnologia do DN-Epusp, liderada pelo Professor Célio Taniguchi, realizou vários projetos de pesquisa e desenvolvimento voltados para previsão, efeitos e controle de distorções em estruturas soldadas, fadiga, fratura frágil e corrosão. Tal como na área de estruturas, formou-se uma cadeia de docentes e engenheiros altamente qualificados. Entre eles, citam-se os professores Edison Gonçalves e Gerson Machado, que prestaram serviços na avaliação de efeitos de fadiga sobre a vida útil do casco do Submarino *Tapajó*.

De 1979 a 1982, o ETCN-SP e o DN-Epusp realizaram o projeto Estrutura de Submersíveis: Especificação, Construção, Instrumentação e Ensaio de Modelos, elaborado e gerenciado pelo ETCN-SP e apoiado pela Finep.

A partir daí, ficaram assentadas as bases para uma série ininterrupta de pesquisas e serviços técnicos avançados, analíticos e experimentais, voltados para a Marinha (submarinos) e a Petrobras (sistemas oceânicos). Essa série prosseguiu e diversificou-se, e seus participantes principais não se dispersaram totalmente. Alguns fixaram-se

na Epusp, onde continuam ensinando, pesquisando, formando equipes e prestando serviços técnicos avançados. A Marinha e a Petrobras foram os principais clientes desses serviços. Porém as solicitações da Marinha à retaguarda técnica ETCN-SP/DN-Epusp rarearam e cessaram totalmente em 1996, reflexo da estagnação do Plano de Reparcelamento da Marinha. A Petrobras até hoje utiliza e estimula parte dessa retaguarda técnica.

Em 1984, antecedendo os estudos de exequibilidade de um primeiro submarino projetado no Brasil — o SNAC-1 —, a DEN solicitou ao ETCN-SP que elaborasse um Modelo de Síntese do Casco Resistente

de Submarinos. O Modelo de Síntese gerou automaticamente a configuração básica, os principais escantilhões e os pesos do casco resistente para cada conjunto de requisitos que se pretendesse para o submarino. O ETCN-SP

e o DN-Epusp realizaram essa tarefa como parte do projeto Estruturas de Submersíveis: Projeto, Análise, Construção e Reparação (Submersíveis II), transcorrido entre 1983 e 1986, apoiado pela Finep. Também dentro desse projeto o ETCN-SP e o DN-Epusp elaboraram, em 1985, o Manual de Projeto Estrutural de Submarinos Baseado no Critério Alemão, por solicitação da DEN e com vistas ao SNAC-1.

As atividades interativas de ensino, pesquisa e serviços técnicos, iniciadas pelo ETCN-SP em 1974, continuaram sem interrupção. Entre 1986 e 1989, o ETCN-SP e o DN-Epusp executaram o projeto Análise Avançada de Estruturas de Submersíveis, elaborado e gerenciado pelo ETCN-SP. Nele se inseriram dois serviços técnicos

**As solicitações da Marinha
à retaguarda técnica
ETCN-SP/DN-Epusp
rarearam e cessaram
totalmente em 1996**

solicitados pela DEN ao ETCN-SP: Análise por Elementos Finitos de Aberturas do Casco Resistente de Submarinos (1986) e Instrumentação do Casco do Submarino *Goiás*. O primeiro desses serviços visava ao SNAC-1 e o segundo destinava-se a comprovar experimentalmente cálculos de tensões resultantes de falta de circularidade de cavernas no Submarino *Goiás*.

Com o avanço do projeto SNAC-1, em 1987 a DEN assinou um contrato de quatro anos com o DN-Epusp para Assessoria Técnica na Área de Estruturas, gerenciado pelo Professor Miguel Angel Buelta Martinez.

O Apêndice relaciona 114 estudos técnicos e programas de computador voltados para cascos resistentes de submarinos, realizados pela retaguarda técnica criada pela associação do ETCN-SP com o DN-Epusp a partir de 1974, e utilizada pela DEN. Eis alguns dados sobre eles:

- Foram feitos ao longo de 17 anos, apoiados por quatro convênios (MB-USP, MB-BNDE, MB-Finep, DEN-USP).

- Neles trabalharam, em diferentes épocas, cinco professores, 20 engenheiros (em seus mestrados e doutorados) e dois alunos de graduação.

- Aplicaram-se a submarinos em geral, mas em particular a submarinos da classe *Guppy* (*Ceará* e *Goiás*); a submarinos classe *Tupi* (IKL-1400); em um caso específico, ao Submarino *Tapajó*; e ao SNAC-1.

- Abordaram projeto, instrumentação, avaliação e análise de processos de fabricação.

- Incluíram análises estáticas e dinâmicas.

- Incidiram especificamente sobre os seguintes tópicos: Aberturas Não Convencionais no Casco Resistente; Aberturas no Casco Resistente; Análise Dinâmica: Efeitos de Choques Sobre Fundações; Análise Dinâmica: Modos e Frequências Naturais da Plataforma da Praça de Baterias; Análise Dinâmica: Modos e Frequências Naturais da Plataforma de Diesel-Geradores;

Análise Dinâmica: Resposta Dinâmica da Estrutura do Valvulão; Análise Dinâmica: Resposta Dinâmica de Dutos de Descarga a Choques; Análise Dinâmica: Resposta Dinâmica do Valvulão de Penetração do Esnorquel; Anteparas; Calotas; Cavernas de Secção Variável e Mudança de Diâmetro do Casco Resistente; Cavernas: Falta de Circularidade; Cavernas: Furos de Alívio; Circularidade: Programas Sobre Falta de; Circularidade: Aperfeiçoamento de Instrumentos para Medida de Falta de; Circularidade: Qualificação de Processos e de Operadores para Medição de Falta de; Corpo Cilíndrico, Corpo Cônico e Cavernas; Critérios de Projeto; Efeitos de Desalinhamento entre Espessuras do Casco Resistente; Escotilha de Embarque de Torpedos; Gigantes; Instabilidade entre Cavernas; Instrumentação e Medição: Planos para; Minimização do Peso da Estrutura de Submarinos; Penetrações Não Convencionais no Casco Resistente; Programa de Síntese do Projeto Estrutural do Casco Resistente; Programas para Determinação de Tensões em Várias Partes da Estrutura de Submarinos; Regiões Cônicas, Extremidades e Passagem por Anteparas do Casco Resistente; Determinação Experimental de Tensões em Cascos Resistentes; Técnicas e Procedimentos de Fabricação do Casco Resistente: Análise de Tensões no Casco Resistente: Comparação de Tensões Teóricas com Tensões Experimentais; Testes de Confiabilidade de Programa; Torreão: Projeto Estrutural; Valores Teóricos em Pontos Instrumentados do Casco Resistente; Previsão de Vida Útil do Casco Resistente em Fadiga.

RELAÇÕES COM RETAGUARDAS TÉCNICAS

Nas relações com retaguardas técnicas, um órgão público ou privado pode ser

utilizador, participante, estimulador ou promotor. Pode ainda combinar duas ou mais dessas funções.

Como utilizador, o órgão é apenas um cliente interessado em obter serviços específicos. Essa relação só tende a ocorrer quando uma retaguarda técnica está formada e amadurecida. Então ela pode tornar-se sustentável pelo setor privado.

Um órgão é participante quando tem capacidade própria de pesquisa e desenvolvimento, mas participa nas atividades de uma retaguarda técnica de outro órgão para obter resultados além do seu alcance, de benefício mútuo ou geral. Essa relação é mais provável entre duas ou mais instituições dedicadas exclusivamente a pesquisa e desenvolvimento.

O estímulo a uma retaguarda técnica abrange diversas ações, desde o fornecimento de recursos financeiros até o acesso a instalações, serviços, dados e informações técnicas.

A promoção inclui o constante estímulo, mas vai além, com ações empreendedoras que abrem campos para expandir e aperfeiçoar capacidade e utilização de uma retaguarda técnica.

Os órgãos estimuladores ou promotores são sempre governamentais.

Presentemente, a Marinha inicia ações de estímulo a algumas retaguardas técnicas. Mas, na longa associação ETCN-SP/DN-Epusp/Dinav-IPT até 1996, a Marinha foi muito além: formou, estimulou, agiu como participante,

promoveu e utilizou uma retaguarda técnica dedicada a plataformas navais. É urgente retomar essa ação, cessada há mais de 15 anos.

INTERLOCUTORES

Como utilizador, um órgão deve ter interlocutores capazes de especificar corretamente suas necessidades em termos operativos e técnicos, e de analisar, e aprovar ou não, as propostas, os métodos e os resultados parciais e finais produzidos por retaguardas

técnicas. Portanto, a formação acadêmica e a experiência técnico-profissional dos interlocutores deverão ser apropriadas, e mais ainda se o órgão for participante, além de utilizador.

Para promover uma retaguarda técnica, não bastam bons interlocutores: o representante do órgão promotor deverá ter espírito empreendedor, além de formação e experiência apropriadas. Representantes da Marinha

deverão estar convictos de que sua missão é promover defesa e desenvolvimento.

Mesmo com elementos bem capacitados a agir como interlocutores, participantes e representantes junto a retaguardas técnicas, é indispensável precaver-se contra a rotatividade. Embora seja conveniente e até imperativo que oficiais passem frequentemente de um órgão para outro, essa prática é nociva em atividades tecnológicas e com longo prazo de maturação, sejam elas de direção, planejamento ou execução. A rotatividade não é inconveniente em atividades repetitivas ou de

Na longa associação ETCN-SP/DN-Epusp/Dinav-IPT até 1996, a Marinha foi muito além: formou, estimulou, agiu como participante, promoveu e utilizou uma retaguarda técnica dedicada a plataformas navais. É urgente retomar essa ação, cessada há mais de 15 anos

curto ciclo, mesmo as mais relevantes, mas é danosa em empreendimentos não repetitivos, de médio ou longo prazo. Normalmente, será um fator negativo nas interações com retaguardas técnicas.

MARINHA E SNDCT

Atualmente, qualquer entidade nacional credenciada não precisa arcar com a maior parte dos custos de projetos de desenvolvimento em que utilize, estimule ou promova retaguardas técnicas. Portanto, a Marinha pode formular e gerenciar projetos devidamente aprovados no SNDCT, em conjunto com as instituições de pesquisa e desenvolvimento que deles participarem. Do SNDCT fluirá grande parte dos custos. O restante caberá à Marinha e possivelmente a outras fontes públicas ou privadas, interessadas nos frutos de um esforço promissor.

É indispensável que a Marinha não se restrinja a um único e grande projeto nacional de navio de guerra. Sua missão de defesa e desenvolvimento inclui complexas plataformas navais do presente e do futuro

Urge aproveitar esse mecanismo governamental para reconstituir retaguardas técnicas em pesquisa, desenvolvimento e serviços técnicos para plataformas de navios de guerra. Elas foram impulsionadas pelo ETCN-SP, mas desfeitas há quase duas décadas. Deverão ser pragmáticas, visando a paulatina e constante renovação da nossa esquadra, mas também se aplicarão a navios altamente especializados, básicos para atividades *offshore* e de exploração oceânica. Convém que tenham logo à frente projetos de engenharia em que se aplicarão.

É indispensável que a Marinha não se restrinja a um único e grande projeto nacional de navio de guerra.

Sua missão de defesa e desenvolvimento inclui complexas plataformas navais do presente e do futuro.

📁 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO: <POLÍTICA>; Poder Nacional; Poder Militar; Poder Naval Brasileiro; Recursos humanos; Marinha do Brasil; C&T na Marinha; Construção Naval;

REFERÊNCIAS

- [1] Estratégia Nacional de Defesa – 2ª Edição — Ministério da Defesa – Brasil – dezembro de 2008.
- [2] “A Busca de Grandeza” – Vice-Almirante (Ref^o -EN) Elcio de Sá Freitas – *RMB* – 3º trim. de 2006.
- [3] “A Busca de Grandeza II” – Vice-Almirante (Ref^o -EN) Elcio de Sá Freitas – *RMB* – 2º trim. de 2007.
- [4] “A Busca de Grandeza III” – Vice-Almirante (Ref^o -EN) Elcio de Sá Freitas – *RMB* – 1º trim. de 2011.
- [5] “A Busca de Grandeza IV” – Vice-Almirante (Ref^o -EN) Elcio de Sá Freitas – *RMB* – 2º trim. de 2011.
- [6] “A Busca de Grandeza V” – Vice-Almirante (Ref^o -EN) Elcio de Sá Freitas – *RMB* – 3º trim. de 2011.
- [7] “A Busca de Grandeza VI” – Vice-Almirante (Ref^o -EN) Elcio de Sá Freitas – *RMB* – 4º trim. de 2011.
- [8] Palestra do presidente da Capes na Reunião Magna de 2011 da Academia Brasileira de Ciências.
- [9] “Mestres e Doutores no País: Destinos Profissionais e Políticas de Pós-Graduação” – Jacques Velloso – Núcleo de Estudos Sobre Ensino Superior e Faculdade de Educação da Universidade de Brasília – *Cadernos de Pesquisa*, v. 34, nº 123, set./dez. 2004.