

# ENGENHARIA NAVAL\*

YAPERY TUPIASSU DE BRITTO GUERRA\*\*

Contra-Almirante (Ref<sup>o</sup>-EN)

*In memoriam*

---

## SUMÁRIO

Introdução  
Passado remoto  
Idade Média  
Era Moderna  
A Engenharia Naval no Brasil  
Convênio entre a USP e a Marinha do Brasil  
Colação de grau da primeira turma de engenheiros  
navais da Escola Politécnica  
Escritório Técnico de Construção Naval da  
Marinha em São Paulo

## INTRODUÇÃO

O engenheiro naval respeita o produto de sua criatividade e tecnologia porque o navio, sem dúvidas, é aquele que mais se aproxima da criação máxima da natureza – o ser humano, o *homo sapiens*. Na verdade, o navio, como o homem, nasce num berço; é batizado; tem personalidade jurídica própria; movimenta-se por seus próprios meios; comunica-se

com seus semelhantes e com os portos por intermédio dos códigos coloridos de bandeiras ou dos aparelhos da eletrônica moderna; viaja operando em águas nacionais e internacionais; tem período de vida útil quando transporta riquezas ou carga bélica eficiente; sabe lutar como ninguém quando necessário; e como o homem, também adoce e, eventualmente, é recolhido a hospitais, no caso aos estaleiros de reparo. À medida que o tempo passa, vai

---

\* Texto enviado pelo Almirante de Esquadra João Afonso Prado Maia de Faria, recebido de seu pai, o Vice-Almirante Newton Braga de Faria, já falecido, e amigo do autor.

\*\* Guarda-Marinha da turma de 1944 e MSc em Engenharia Naval pela Universidade de Michigan (EUA) em 1954. Coordenou, organizou, desenvolveu, lecionou e dirigiu o Curso de Construção Naval da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). Foi presidente da Academia Brasileira de Engenharia Militar, vice-presidente do Ciesp e coordenador do Núcleo de Assuntos Estratégicos da Fiesp.

aos poucos envelhecendo, perdendo vitalidade e eficiência e, passado o período de vida útil, morre e é recolhido aos famosos cemitérios de navios, algumas vezes com cerimônias que lembram os enterros dos humanos, como ocorre com as mostras de desarmamento dos navios de guerra.

Como se não bastasse essa incrível semelhança, o navio possui também uma alma – sua tripulação –, que lhe dá características próprias, tais como valentia, eficiência e, até mesmo, sorte e alegria. Mesmo navios iguais, construídos em série, pelo mesmo estaleiro e segundo um mesmo projeto, apresentam *performances* diferentes – há os que têm sorte e os que não têm, há os que são eficientes e os que não são. Mas quando a tripulação dele se afasta, passa o navio da condição de entidade viva e produtiva para a de um corpo inerte, de estrutura de ferro e aço sem ação, que se deteriora rapidamente pela corrosão, do mesmo modo como se decompõe o corpo humano quando a alma dele se afasta para viver a vida depois da vida. O navio é, pois, um produto semelhante ao homem e deve ser estudado, projetado e construído para as águas onde vai operar, como condição primeira para garantir-lhe eficiência bélica, nos casos de navios de guerra, e eficiência econômica para os que são projetados para transportar cargas comerciais.

Em consequência, parece lógico que a análise que se segue comece pela gênese do navio e prossiga pela análise da evolução da sua construção e dos seus projetos ao longo da História.

## PASSADO REMOTO

A gênese do navio perdeu-se na bruma do tempo. Sabe-se, no entanto, que o homem primitivo carregava seus pertences através da água usando toras de madeira,

mantidas juntas por cipós, na forma de jangadas. Há evidências de que, usando esse meio de transporte, ele cruzou mares e até mesmo oceanos. Não demorou muito, porém, para que o homem descobrisse que poderia melhorar seu transporte sobre água usando troncos de árvore escavados na forma de canoas. No entanto, a dificuldade de escavar troncos com as ferramentas primárias de que dispunha levaram-no a construir esqueletos de madeira com costelas de forma semicircular (cavernas), amarradas umas as outras, e o conjunto coberto com couro ou peles de animais secados ao sol. Barcos desse tipo ainda são usados nos dias de hoje por pescadores do País de Gales e da Irlanda. Os índios norte-americanos usavam também a construção com cavernas e impermeabilizavam o casco com casca de árvores. Nenhuma dessas embarcações tinha porte suficiente para ser chamada de navio, na medida em que podiam transportar apenas alguns passageiros e pouquíssima quantidade de carga.

O passo seguinte foi construir unidades maiores, embora usando o mesmo princípio. A estrutura básica do navio passou a ser constituída de uma peça longitudinal forte, construída como uma imitação da espinha dorsal humana, uma série de cavernas transversais (a exemplo das costelas humanas), uma peça vertical avante, (para "cortar" a água) e outra peça vertical semelhante a ré, servindo de popa. Toda a estrutura era inicialmente coberta por caniços colados juntos e depois por tábuas de madeira encaixadas umas nas outras ou coladas, de modo que uma tivesse sempre uma parte sobreposta à outra. Parafusos de ferro passaram a ser usados nas estruturas tão logo foram postos à venda pelos fabricantes. A não ser pelo uso de longarinas para reforçar a estrutura no sentido longitudinal, os

navios passaram a ser assim construídos enquanto durou o reino da madeira na construção naval. Mesmo depois do uso do ferro já no começo do século XIX, o velho princípio de construção manteve-se o mesmo, apenas as quilhas, cavernas, longarinas, conveses e outras peças estruturais passaram a ser dimensionadas de acordo com os princípios e as leis da resistência dos materiais.

O mais antigo navio de que se tem conhecimento preciso foi construído no ano 3.908 a.C. para o funeral do faraó Cheops. Descoberto numa vala perto de seu túmulo e coberto com areia, o navio tinha comprimento de 40,59 metros e boca máxima de 7,92 metros, foi construído com cerca de 600 peças de madeira diferentes e, ao que tudo indica, nunca foi utilizado para outra coisa a não ser para o funeral. Em outras palavras, nunca foi ao mar nem flutuou no Nilo, mas há evidências suficientes para afirmar que os egípcios usaram navios muito semelhantes no seu comércio através do Mediterrâneo. Também há evidências de que tais navios, embora normalmente propelidos por remos operados por escravos, usaram também a força propulsora dos ventos, ficando a meia nau uma vela retangular, de papiro ou algodão, pendurada de uma verga, ligada a mastro na posição indicada, isto é, na posição da caverna mestra. Sabe-se também que tais navios eram governados por remos grandes pendurados por fora do casco, a boreste e situados entre o taboado do costado e o painel da popa.

Os fenícios que dominaram a costa do Mediterrâneo durante mais de 700 anos antes de Cristo, isto é, de 1.000 a 200 anos a.C., aproximadamente, melhoraram o projeto egípcio, construíram pequenos navios para navegar naquele mar e navios maiores (*tarshish ships*), com os quais se aventuraram a outros mares através do

Estreito de Gibraltar, indo até a Sicília e, segundo Heródoto, em torno da África, até o Oceano Índico. Pinturas em túmulos perto de Roma mostram que, a partir de 450 anos a.C., os romanos, para reforçar a estrutura de seus navios, introduziram o uso de anteparas, o que também permitiu o aumento da capacidade de transportar carga. Os navios ficaram mais bojudos em razão do aumento da boca e, por este motivo, passaram a ser chamados navios redondos (*round ships*). Foi também nessa fase que apareceram os primeiros navios com dois mastros, para aumentar-lhes a velocidade e reduzir o tempo de singradura. Os trajetos ficavam mais curtos, os navios podiam fazer mais viagens, o comércio aumentava e os lucros subiam.

Também nessa fase descobriu-se a possibilidade de navegar a vela com a proa mais próxima da linha do vento, isto é, à bolina, pela exposição das velas a ação do vento em ângulos diferentes do que se fazia no passado, ou seja, com vento sempre de popa ou do través para ré (pelas alhetas de bombordo ou boreste).

Os escandinavos desenvolveram uma forma diferente de casco, com comportamento mais adequado para enfrentar ondas do Atlântico Norte – cascos mais alongados, com proa e popa altas, afilados nas extremidades e arredondados a meia nau, forma de casco ainda usada nos botes salva-vidas nos dias atuais. Os árabes descobriram que as velas triangulares apresentavam melhores qualidades propulsivas em relação às velas retangulares e, mesmo nos dias presentes, os barcos árabes, chamados *dhow*s, podem ser vistos com suas velas triangulares no Mar Vermelho. A novidade foi logo adotada pelos egípcios, que as usam no Nilo, nos seus "felucas". Os chineses desenvolveram um tipo diferente de barco: juntaram com tábuas duas canoas e, sobre elas, construí-

ram paredes de madeira de modo a formar uma verdadeira caixa de fundo chato. Para servir de proa, construíram uma forma afilada separada, adicionada à estrutura. A popa foi construída com o propósito de manter o local seco com mar de popa. Na linha central, construíram outra caixa impermeável, que continha o remo usado para dirigir, de modo que o dispositivo foi o precursor do leme, usado depois nas embarcações dos países europeus. A mais importante contribuição chinesa para a construção naval, na época, foi o uso de anteparas transversais, não só para dividir compartimentos na parte interna do navio, mas também para reforçar a estrutura do casco. Esses barcos, chamados "juncos", eram equipados com um ou dois mastros, dotados de velas retangulares feitas de palha, com as quais podiam navegar com a proa perto da linha do vento. Eram, na realidade, superiores, em condições de navegabilidade, aos navios construídos, na época, nos outros países, e isso explica o fato de serem usados até hoje nos mares da costa e nos rios da China.

Pelo que foi lembrado até aqui, fica patente a maneira rudimentar como eram construídos os navios, baseada unicamente no conhecimento transmitido oralmente de pai para filho, sendo a construção em si realizada por carpinteiros navais.

## IDADE MÉDIA

Do que restou do barco chamado *Nydam*, encontrado em 1863, e de um outro encontrado num cemitério em Sutton Hoo, Inglaterra, pode-se verificar que os barcos com que os *vikings* faziam suas viagens eram embarcações compridas, de carvalho, com cerca de 24,38 metros de comprimento, boca estreita e pequeno calado, com um leme rudimentar, de modo a permitir que pudessem ser içados

para terra. Eram propelidos por remos, mas na maioria dos casos usavam velas de tecido com cores vermelhas ou vermelho e azul. Um século depois, esses barcos ainda usavam remos ou velas; tinham o mesmo comprimento; proa e popa afiladas e com o mesmo formato, mas na proa havia sempre colocada uma estatueta que a tradição chama de figura de proa. Nas bordas havia chumaceiras para 16 remos (aberturas nas bordas que servem de apoio aos remos). Um mastro, colocado a meio navio, carregava uma vela retangular, e uma peça de madeira colocada em ângulo reto com a peça de governo era a precursora da cana do leme. Os navios que Alfredo de Wessex, o Grande, fez construir para a incipiente Marinha inglesa eram de modelo semelhante, embora de porte maior. Também os usados por William da Normandia para invadir a Inglaterra eram do mesmo tipo, apenas maiores, alguns dos quais com cerca de 60 remos.

No século XIII, a maioria dos navios em operação nas águas do Atlântico Norte era do tipo redondo já descrito, com boca bem grande e grande calado, o que lhes dava grande capacidade de carga; contudo, eles eram os primeiros navios construídos para operar com velas, sendo os remos usados esporadicamente. Por esse motivo, o número de velas foi aumentando, e alguns usavam dois mastros; nas versões de guerra, eram construídas estruturas na popa e na proa (castelos), de onde os soldados lançavam setas ou lanças. Deste dispositivo originou-se o nome de castelo de proa para os compartimentos do convés, na região da proa. Somente no século XIV apareceram barcos que mereceram a classificação de navios. Tinham deslocamento de 500 toneladas e dois mastros. Os destinados a guerra tinham estruturas na popa, com um pequeno convés chamado convés

de popa e outro na proa, o qual manteve o nome de castelo de proa.

Cada um desses navios de guerra era tripulado por 90 marinheiros e carregava 60 lanceiros e 130 arqueiros. Os países do Mediterrâneo, nessa época, evoluíram para as caravelas, inicialmente com dois mastros e depois com três, com velas retangulares nos dois mastros de vante e uma vela latina no mastro de ré, isto é, dois mastros de galera e um de barca, como são classificados agora. Esses navios foram construídos para navegar em águas calmas, mas Colombo comprovou que podiam fazer cruzeiros mais longos quando veio para a América com as caravelas *Santa Maria*, *Pinta* e *Nina*. Mesmo nessa fase, a construção naval era rudimentar, com tecnologia simples passada de pai para filho.

O canhão apareceu no século XIV. E foram montados em navios de mil toneladas de deslocamento e colocados na superestrutura do convés, no castelo de proa e no convés de popa. Eram suficientemente leves para ficar nessas posições sem afetar a estabilidade. À medida que o calibre dos canhões foi aumentando, e, consequentemente, seu peso também, um novo desenvolvimento surgiu na construção naval – a criação do convés inferior, abaixo do convés principal, e a abertura nas bordas do navio, no mesmo nível desse segundo convés, para utilização dos canhões. O mais conhecido e talvez o primeiro navio de guerra projetado e construído para esse mister foi o *Henry Grace à Dieu* (ou *Great Harry*), para a Marinha inglesa, lançado em 1514, com quatro mastros, dois com velas retangulares e dois com velas latinas e tripulado por 700 homens. Foi também nesse século que apareceu a roda de leme, que tinha de ser guarnecida por vários homens, mas ainda assim tornava mais confortável o governo do navio.

Esse foi o período heroico da navegação a vela, em que a coragem e a audácia dos marinheiros da época superaram as deficiências dos navios e construíram o mundo como hoje conhecemos. Suas experiências nos mares e nos oceanos tornaram possível e formaram os fundamentos da engenharia naval moderna. Em 1066, William, da Normandia, cruzou o Canal da Mancha e conquistou a Inglaterra; em 1191, o Rei Ricardo I da Inglaterra viajou para a Palestina para tomar parte nas Cruzadas; em 1248, os genoveses capturaram Rhodes; em 1263, os noruegueses tentaram, pela última vez, invadir a Escócia, e em 1274 Kublai Kan fez uma tentativa frustrada de conquistar o Japão. Em 1364, os dinamarqueses (Dietrich Pining) chegaram ao Senegal, e em 1497 o veneziano John Cabot chegou a Newfoundland. Infelizmente, porém, os dados disponíveis sobre essas viagens são tão raros e imprecisos que não permitem comentários mais detalhados. Apenas do último século da Idade Média encontram-se documentos que permitem análise das viagens dos descobrimentos, das quais a primeira – e para alguns a mais importante – foi a de Cristóvão Colombo, nascido em Gênova, em 1451.

Como jovem e iletrado, embarcou em navios que operavam no Mediterrâneo. O primeiro navio em que embarcou, e que saiu daquele mar pelo Estreito de Gibraltar, foi afundado por um esquadrão francês ao largo de Lagos, em 1476. Colombo salvou-se a nado e voltou a Lisboa em um navio português. Com esforço aprendeu a ler. De suas leituras e da convivência com outros marinheiros, conhecia a importância e o valor comercial das especiarias e de outras riquezas da Índia. Depois de muito esforço e recusas repetidas de ajuda por parte dos reis Henrique VII, da Inglaterra, e Carlos VIII, da França,

conseguiu o apoio dos reis da Espanha, Fernando e Isabel, e saiu de Palos, em 1492, com uma frota de três pequenos navios: *Santa Maria*, uma caravela de 100 toneladas (ton) de deslocamento, com tripulação de 40 homens, e duas outras caravelas, a *Nina*, de 90 ton, e a *Pinta*, ambas com 18 homens de tripulação. Depois de enfrentar calmarias e ameaças de motim da tripulação, chegou ao Haiti e à República Dominicana, onde perdeu a *Santa Maria*, construiu uma fortaleza na Baía de Caracol e voltou a Palos.

Em 1493, Colombo fez uma segunda viagem, com uma frota de 17 navios, carregando 1.500 colonos, e ancorou seis semanas depois na Ilha de Guadalupe. Dali foi até o Haiti, onde constatou que os nativos tinham dizimado a tripulação do Forte Caracol. Descobriu, porém, no local, grande quantidade de pepitas de ouro de tamanho avantajado, que valiam fortunas, e mandou a carga preciosa para a Espanha em 12 de seus navios.

A terceira viagem teve como ponto de partida a Ilha de Cabo Verde, em 4 de julho de 1498. O capitânia era a caravela *Santa Maria da Guia*, e a frota era composta de mais duas caravelas. Quatro semanas depois, aportou numa ilha, à qual deu o nome de Trindade, e foi até a Venezuela, na América do Sul. Colombo enfrentou muitos problemas, tanto com os colonos quanto com os nativos das terras descobertas, e morreu aos 54 anos, frustrado por não ter descoberto a outra rota para as Índias que tanto procurara.

Ligada a essas viagens de Colombo, e talvez como consequência delas, estão as viagens pelas quais os portugueses descobriram o caminho das Índias e Cabral descobriu o Brasil em 22 de abril de 1500. As viagens portuguesas começaram em 1419, quando colonizaram a Ilha da Madeira. Gonçalo Cabral des-

cobriu os Açores em 1432, Cadamosto de Veneza descobriu Cabo Verde em 1462 e Pedro de Cintra colonizou Serra Leoa em 1462. Outros navegadores, navegando ao longo da costa africana, já tinham ido até o Golfo da Guiné, onde colonizaram a Ilha de Fernando Pó. Diego Cam chegou ao Congo em 1484 e a Angola em 1486. Dali até o Cabo da Boa Esperança era apenas um pulo, mas esta honra coube a Bartolomeu Dias, que tinha recebido de D. João II, meses antes deste morrer, a incumbência de preparar uma nova viagem à Índia pela rota do Cabo da Boa Esperança. A respeito desses preparativos, diz Eduardo Bueno em seu livro *O Descobrimento das Índias*: "Primeiro o rei incumbiu um certo João de Bragança da missão de cortar na lua certa as melhores madeiras que pudesse encontrar para a fabricação de dois navios – pinheiros, carvalhos ou sobros. Depois, confiou ao próprio Bartolomeu Dias a tarefa de supervisionar a construção das embarcações. Elas deveriam estar preparadas “para sofrer a fúria dos mares daquele grão Cabo da Boa Esperança. Dias decidiu reforçar a madeira e a estrutura das caravelas em relação às que, até então, usavam os portugueses em suas viagens. Além disso, decidiu usar tanto velas latinas (triangulares) como velas redondas (quadrangulares), o que, na prática, resultou na invenção das naus com as quais os lusos realizaram suas grandes descobertas".

Quando as naus ficaram prontas, morreu D. João II, subindo ao trono o rei D. Manoel, que, por ser aliado dos nobres e da Igreja, nomeou Vasco da Gama para substituir Dias. Para ajudar Vasco, foram escolhidos Pero de Alen-car, que havia conduzido a caravela de Bartolomeu Dias ao redor do Cabo da Boa Esperança, como navegador da Nau

*São Gabriel*, sob o comando de Paulo da Gama, e Nicolau Coelho para comandar a *São Rafael*. A frota era completada por uma nau de abastecimento, comandada por Gonçalo Nunes. É interessante notar que essa frota partiu no dia 8 de julho de 1497, atingiu Calcutá e teve três dos seus comandantes designados para a frota de Cabral que descobriu o Brasil. Foram eles Pero de Alencar, Pero de Escobar e Nicolau Coelho. Pedro Álvares Cabral recebeu instruções para explorar as descobertas de Vasco da Gama e partiu em março de 1500, tendo Bartolomeu Dias como segundo em comando. Cabral, como é sabido, afastou-se da costa da África para evitar calmarias e, com isso, acidentalmente (*sic*) descobriu o Brasil, chegando a Porto Seguro a 22 de abril de 1500. Depois de tomar posse da nova terra em nome de D. Manoel, continuou a viagem, enfrentando fortíssima tempestade ao montar o Cabo da Boa Esperança, quando perdeu nove navios.

## ERA MODERNA

Como pode ser verificado do que se relembrou nesta análise até o presente momento, o fato de não poderem os navios e embarcações que se movem na superfície dos oceanos, mares, rios, lagos e canais ter forma geométrica definida tornou a construção naval uma arte essencialmente empírica, característica que, em parte, continua nos dias presentes, apesar do imenso progresso e desenvolvimento das ciências físicas e matemáticas dos últimos dois séculos. Pudessem os navios ter uma forma geométrica definida, o estabelecimento ou a verificação de suas condições de estabilidade, da capacidade de volume ou peso, da resistência aos esforços que devem suportar as diferentes partes de sua estrutura, tudo enfim que constitui a com-

plexidade dele como um todo se reduziria a uma expressão bem mais simples.

O navio, porém, é uma construção destinada a se mover na superfície que limita meios de densidades diferentes, o que introduz fatores diversos de resistência à propulsão, que determinam formas especiais às carenas para reduzir essa resistência, e essas formas especiais são definitivamente não-geométricas. Esses problemas começaram a ser objeto de aprofundadas investigações por parte de cientistas do porte de Newton, D'Alambert, Euler, Condorset, Bossut, Borda e outros, nas tentativas de resolver teórica ou experimentalmente as questões que interessam ao projeto de carenas e que formaram o primeiro estágio da tecnologia moderna que abrange a mecânica dos fluidos, com seus fôlios, suas descontinuidades, suas fotografias de barreiras transônicas, seus túneis para estudos dos fenômenos de cavitação, seus túneis aerodinâmicos, aplicações da teoria de modelos reduzidos, modelos de hidráulica experimental em outras ramificações que interessam à aeronáutica, à balística, aos portos de mar, às hidroelétricas e a outros setores da ciência aplicada dos nossos dias.

De todos os nomes ilustres que se ligam à engenharia naval como ciência, o Almirante Engenheiro Naval (EN) Juvenal Greenhalgh, em seu livro *Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro na História*, destaca Bouger e Euler. O primeiro, no livro *Traté du Navire*, escrito em 1746, lembra que, até então, o estudo da estabilidade dos corpos flutuantes se cingia aos rudimentos que datavam de Arquimedes. O grande geometra grego deixara claro que essa estabilidade depende do empuxo do fluido deslocado, do peso do corpo flutuante e das posições dos pontos de aplicações destas forças. E mais: a propriedade do flutuante – sua estabilidade

– segundo a qual, quando afastado de sua posição de equilíbrio em águas tranquilas, tende a voltar a seu estado inicial, depende da posição que Bouger chamou de meta-centro. A estabilidade fica condicionada à bem conhecida regra da situação acima ou abaixo do centro de gravidade. Bouger estudou aplicações de sua teoria em vários problemas do navio, como a distribuição de sua artilharia a bordo, entre outros, lançando seguras bases científicas para a arquitetura naval. Euler, por sua vez, em *Scienza Navalis*, empregou os recursos de sua inteligência privilegiada em benefício da nova disciplina e ganhou um prêmio do governo francês, por proposta de Condorcet. Pela publicação do livro *Theorie Complete de la Construction e de la Manoevre des Vasseaux, mise la portée des gens qui s'appliquenta la Navegation*, Euler, que já introduzira o conceito de momento de inércia e enriquecera a ciência com as equações que lhe perpetuam o nome, ampliou as bases da teoria. A estabilidade de forma ao lado da de peso, a teoria geral dos metacentros, baseada na evoluta metacêntrica e, em geral, as matérias expostas nos clássicos artigos de Pollard e Dudubout encontram seus pontos de partida nos fundamentos lançados por Bourguer e Euler.

Modernamente, não paira mais nenhuma dúvida de que a Engenharia Naval, como é conhecida, ensinada e praticada nos dias presentes, é uma consequência lógica da evolução da Física, da Mecânica dos Fluidos, da Resistência dos Materiais, da Termodinâmica, dos fundamentos da Transferência de Calor, da Mecânica, da Eletricidade, da Física Nuclear, da Química Orgânica ou, em resumo, de toda ciência aplicada. Mas mesmo assim, e apesar do progresso, ainda não é possível dispensar o empirismo do uso dos tanques de provas para resolver problemas de

determinação de potências para carenas projetadas, nem túneis de cavitação para estudo de hélices, o que mantém a componente empírica da Engenharia Naval e mostra a importância das viagens marítimas do passado para o progresso de hoje. Na verdade, aquelas viagens se constituíram nos tanques de provas da antanho, em que os navios eram testados nos mares e oceanos, com os navegantes pagando, muitas vezes com a vida, a audácia de terem tentado, enfrentando as condições reais, com grandes ondas, ventos e tempestades. Desses testes na vida real, com navios frágeis e deficientes, resultaram dados práticos de grande valia para o projeto e a construção dos navios de guerra e mercantes que cruzam os mares. Além dos conhecimentos científicos usados a partir do século XVIII, duas inovações aparecidas no século XIX vieram produzir profunda transformação nos projetos dos navios de guerra e mercantes.

Em 1802, com o advento da Revolução Industrial na Inglaterra, William Clyde construiu a primeira embarcação a vapor, para ser utilizada no Rio Clyde, na Escócia. Um ano depois, Robert Fulton construiu um barco semelhante para ser usado no Rio Sena. Em 1805, Fulton construiu um outro barco maior, com o qual conseguiu completar a viagem de 150 milhas entre New York e Albany em 32 horas. As máquinas da época tinham pouca potência e não eram confiáveis, suas caldeiras tinham consumo exagerado de carvão, e, nas rotas, não se dispunha de facilidades para reabastecimento de combustível. Como consequência, as máquinas só eram utilizadas para singraduras curtas, como a travessia do Canal da Mancha, para rebocadores, navios de rio e de correio. Para os demais, eram utilizadas como auxiliares das velas.

A exceção conhecida para esse quadro foi a construção do navio a vapor de casco



de madeira, em 1838, por Isambard K. Brunel. O navio, de nome *Great Western*, tinha 1.321 ton de deslocamento, era propelido por rodas de pás e completou sua viagem inaugural, entre Bristol e New York, em 15 dias, transportando 24 passageiros de primeira classe. Foi o primeiro transatlântico de passageiros em serviço. A roda de pás tinha várias desvantagens: eram facilmente danificadas em mau tempo e, nos navios de guerra, ficavam não só muito vulneráveis aos tiros inimigos, mas também, pela sua posição nos lados do navio, reduziam o número de canhões que podiam ser utilizados. Os estaleiros britânicos relutaram em usar hélices, até que o Almirantado inglês, em 1845, fez um teste simples, mas eficiente, que dirimiu as dúvidas: conectou duas fragatas iguais pela popa, uma propelida por hélice, a HMS *Rattler*, a outra por roda de pás, a HMS *Alecto*. Apesar de a *Alecto* operar com toda potência avante, foi rebocada com velocidade de 2.7 milhas por hora. A partir daquele teste, a grande maioria dos navios passou a adotar o hélice, e, com o advento de máquinas alternativas a vapor mais eficientes e caldeiras de alta pressão, que se foram sendo fabricadas na segunda metade do século XIX, o vapor superou a vela como meio de propulsão.

A outra grande inovação do século XIX foi o uso do ferro para a construção do casco dos navios, seguida, em 1860, pelo uso do aço para o mesmo fim. Ambas permitiram a construção de navios maiores. À concepção básica da estrutura dos cascos dos navios, aprovada por cerca de 2 mil anos de experiência no mar, Brunel adicionou longarinas para reforçar longitudinalmente o conjunto e anteparas transversais impermeáveis à água, o que, além de reforço estrutural, melhorava as chances de sobrevivência do navio no caso de avaria abaixo da linha-d'água – o

*Titanic*, construído muito depois, afundou porque suas anteparas não eram estanques e teve avaria abaixo da linha-d'água, atingido por um *iceberg*. Seu segundo navio, misto, de carga e passageiros, foi construído com essas modificações, tinha 3.270 ton de deslocamento e era propelido por hélices. Na época, alguns construtores não acreditavam que navios de ferro pudessem flutuar e por isso construíram navios compostos – usavam quilha e cavernas de ferro, mas casco revestido de placas ou tábuas de madeira. O terceiro navio construído por Brunel, o *Great Eastern*, lançado em 1858, tinha comprimento de 211 metros e deslocamento de 32.160 ton, era propelido por hélice e roda de pás, tinha capacidade para transportar 4 mil passageiros (ou 10 mil soldados), além de 6 mil toneladas de carga. Nele foram introduzidas duas inovações: duplo fundo para garantir sobrevivência do navio em caso de encalhe e máquina de governo a vapor. Essas duas inovações passaram a ser comuns nos projetos de navios daí em diante.

A engenharia naval, naquela época, já tinha atingido o estágio tecnológico e científico como a conhecemos nos dias atuais. O uso do aço nas estruturas tinha permitido o projeto e a construção de navios maiores, com maior capacidade de carga e passageiros. O uso de óleo como combustível, por sua vez, permitiu o projeto e a construção de caldeiras expressas e superaquecedores, com a produção de vapor superaquecido, o que, com o aparecimento das engrenagens reductoras, permitiu não só o uso de turbinas, mas grande melhora nas suas *performances*. Foram projetados e construídos novos tipos de navios mercantes de carga geral, transportadores de contêineres, petroleiros, navios para transporte de carga refrigerada, transportadores de gás, graneleiros, quebra-gelos, navios-fábrica, pesqueiros,

navios oceanográficos, enfim, navios para todos os propósitos, como são usados atualmente. Progresso igualmente importante ocorreu no campo dos navios de guerra, com o projeto e a construção de encouraçados, porta-aviões, cruzadores, destróieres, fragatas, corvetas, submarinos, navios auxiliares, navios-hospitais, embarcações de desembarques, navios-transporte e toda a gama de barcos usados pelas Marinhas do mundo inteiro. Contudo, a mais importante inovação tecnológica introduzida foi o uso da energia nuclear para propulsão naval, que veio revolucionar a engenharia naval em termos de melhora de raio de ação e permitiu o projeto e a construção do submarino verdadeiro, isto é, aquele construído para operar permanentemente submerso, vindo à superfície apenas esporadicamente. A introdução da energia nuclear na propulsão naval foi o mais significativo avanço tecnológico dos últimos 60 anos.

## A ENGENHARIA NAVAL NO BRASIL

A história da Engenharia Naval no Brasil confunde-se com a própria história da Marinha brasileira. O Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro foi fundado em 1763, mas durante todo o período colonial registrou apenas uma construção de vulto – a Nau *São Sebastião*. O trabalho era artesanal, braçal e voltado exclusivamente para naus de madeira e a vela. O mesmo aconteceu com outro arsenal de porte existente na época, o da Bahia, que foi, de longe, o mais importante centro de construção naval no Brasil no período colonial, conservando esta primazia até a primeira metade do século XIX. Enquanto o do Rio de Janeiro mantinha-se como centro de reparos navais, era do da Bahia, o sucessor da velha Ribeira das Naus de

Thomé de Souza, que saíam os navios para a Esquadra brasileira em formação.

Até 1840, tanto o Arsenal do Rio de Janeiro como o da Bahia mantiveram o mesmo aspecto, a mesma organização do período colonial. Em 1824, iniciou-se a construção, no Rio, de um dique seco, escavado na rocha, para reparo de navios, construção esta que se prolongou até o ano de 1861. Esse dique, o primeiro construído no Brasil e na América do Sul, constituiu-se em importante progresso, pois acabou com as demoradas e perigosas operações da “virar de carena” para reparo ou limpeza nas obras vivas e isto, é claro, depois da retirada de máquinas e mastreação, antes da operação.

Por ocasião da Independência, em 1822, o Arsenal teve seu nome mudado para Arsenal Imperial da Marinha, mas continuou a ser conhecido como Arsenal da Corte. Depois da Nau *São Sebastião*, lançada ao mar em 1767, o Arsenal só voltou a construir outro navio em 1824 e, durante todo esse período, teve como atividade principal o reparo de navios da Esquadra Real, depois da brasileira e também de navios mercantes, brasileiros e estrangeiros surtos no porto. Até meados do século XIX, como mencionado, o centro de construção naval continuou sendo o Arsenal da Bahia. A atividade de reparo no Rio foi muito ativada depois da Independência, quando foi necessário pôr em condições de combate e de navegação muitos navios deixados pelos portugueses e que constituíam o núcleo principal da Esquadra brasileira. Somente em 1824 foi reiniciada a atividade de construção naval, com a Corveta *Campista* sendo lançada ao mar em agosto de 1827. Foi aquela corveta projetada pelo primeiro construtor (como eram chamados os profissionais graduados em construção naval) do Arsenal, Primeiro-Tenente José dos Santos. Em 1826, foi

iniciada a construção de outra corveta, *Dona Januária*, com projeto do mesmo construtor, lançada ao mar em 1830 com o nome de *Dona Amélia*, em homenagem à nossa segunda imperatriz. Depois desta, vieram o Brigue *Caliope*, em 1839; o Patacho *Argus*, em 1840; e a Corveta *Enterpe*, em 1842, com projeto do construtor José Joaquim dos Santos Pimenta.

Durante todo o período até aqui considerado, os profissionais de construção naval eram chamados erroneamente de construtores. Embora profissionais competentes, nenhum deles tinha formação regular de Engenharia Naval, sendo antigos operários que ascendiam a mestres e depois a construtores e cujo aprendizado era feito nas aulas de Geometria e Desenho do próprio Arsenal, pelo estudo como autodidatas e pela experiência. Somente a partir de 1852 teve o Arsenal da Corte engenheiros navais com curso de formação de Engenharia (feitos no estrangeiro), mas a necessidade de melhor formação para os profissionais de construção naval já era sentida há muito tempo, tanto assim que o relatório anual do ministro da Marinha, em 1834, diz textualmente: “Alheios às teorias da ciência (...) nossos construtores estão longe de poderem ser considerados hábeis engenheiros, e daqui pode resultar grave detrimento para o material da nossa Marinha de Guerra; a criação de uma Escola de Construção Naval (...) me parece aconselhada pelos interesses da Marinha e da Fazenda Publica”. Novamente, em 1851, outro ministro da Marinha escreveu: “Não é menos indispensável cuidar da instituição de uma escola de Construção Naval, que até hoje tem andado por mão de práticos apenas aptos a executar planos levantados por engenheiros que possuíam todos os conhecimentos da difícil ciência”.

Quando da introdução da máquina a vapor na construção naval, sofreu ela

oposição, principalmente por parte das Marinhas de Guerra, porque, como já mencionado, os propulsores da época, de rodas, eram volumosos, pesados e extremamente vulneráveis e sua localização nos bordos dos navios reduzia o poder de fogo das unidades. Agravava o problema, ainda, a construção primitiva das máquinas a vapor e das caldeiras que as faziam grandes e pesadas e reduziam muito o volume interno destinado à munição e às peças de artilharia. Até 1840, quase nada desse progresso tecnológico tinha atingido a construção naval no Brasil. Muito poucos eram os barcos a vapor, e os cálculos eram feitos pelas velhas fórmulas empíricas herdadas dos portugueses. Em razão desse atraso tecnológico é que foi proposta, mais uma vez, a criação de um curso de Engenharia Naval .

Entre 1840 e 1865, o Arsenal da Corte esteve sob a direção de engenheiros estrangeiros, alemães, belgas e ingleses, que introduziram modificações radicais não apenas nos equipamentos mecânicos, mas também na tecnologia aplicada naquele parque industrial. Depois de 1865, a direção do estabelecimento passou às mãos dos engenheiros brasileiros Carlos Braconnot e Antônio Gomes de Matos, ambos formados em Engenharia Mecânica na Europa, de onde trouxeram e introduziram no Arsenal o que de mais avançado havia, à época, na construção de caldeiras e máquinas a vapor. Ao mesmo tempo, com o retorno, em 1852, do engenheiro João Batista Level (diplomado em Engenharia Naval na Europa) à frente da Diretoria de Construção Naval, houve verdadeira revolução na construção naval no Brasil. Level, engenheiro notável, foi, na realidade, o primeiro dirigente, no Arsenal da Corte, com curso regular de Engenharia Naval. Autor do projeto da Corveta *Imperial Marinheiro*, construída

no Arsenal, foi com ela que se inaugurou o dique seco, cuja obra se iniciara em 1824. Entre 1840 e 1865 foram construídas cinco corvetas, um brigue-escuna, um navio, um rebocador, um brigue, uma galeota, um cúter e uma barca.

De 1860 em diante, já com desenhistas no seu quadro de pessoal, até 1890, o Arsenal da Corte atingiu o máximo do seu desenvolvimento, aproximando-se dos estaleiros mais avançados do mundo daquele tempo. No período, isto é, entre 1865 e 1890, foram construídos três encouraçados, quatro monitores, duas corvetas, um rebocador, uma galeota, um patacho, cinco canhoneiras e três cruzadores, incluindo o Cruzador *Tamandaré*, de 4.537 toneladas de deslocamento e 95,9 metros de comprimento, com 16 canhões e máquinas de 7.500 cavalos de potência. Foi o *Tamandaré* o maior navio construído no Brasil não apenas no período, mas até o ano de 1960. Em 1869, o engenheiro Trajano de Carvalho patenteou, na Europa, um novo formato de carena que permitia maiores velocidades com menos potência e, em consequência, maior economia de operação. A nova forma de carena, resultado de cuidadosa pesquisa hidrodinâmica, foi aplicada primeiro em uma lancha a vapor e depois na Corveta *Trajano*, cuja prova de mar, executada em viagem do Rio de Janeiro a Montevidéu, comprovou praticamente sua vantagem. Depois, em teste realizado na Inglaterra por Froude, pai da hidrodinâmica de navios, foi verificado que a forma de carena de Trajano proporcionava economia de combustível da ordem de 30%. Essas experiências com a carena de Trajano foram precursoras dos modernos testes em tanques de provas do tipo existente no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT).

Tendo atingido o auge de progresso em 1890, o Arsenal estagnou a partir daquela data e, como consequência, entrou em rápido processo de decadência. As causas da decadência foram, sobretudo, políticas: a Marinha perdeu prestígio e importância com o advento da República e também por falta de visão da administração naval, que passou a preferir comprar navios no exterior. Tudo aconteceu numa época de grandes transformações tanto na construção naval como na indústria de um modo geral, com o aparecimento de máquinas alternativas de múltipla expansão, das turbinas, das construções de aço e do aperfeiçoamento da metalurgia, de modo que a estagnação do Arsenal representou, de fato, uma decadência enorme na construção naval no Brasil. Tal decadência teve como consequência não só o completo desestímulo dos engenheiros navais, que não mais construíram, mas apenas dirigiam obra de reparo, e, pior ainda, provocou a perda da fabulosa experiência acumulada num ramo de engenharia no qual o Brasil chegou a estar entre os países mais desenvolvidos do mundo.

Daquele período de ouro da engenharia naval no Brasil destacaram-se os seguintes nomes:

– João Batista Level (1824-1914), nascido em Ilhéus, Bahia, e que foi, em verdade, o primeiro engenheiro naval brasileiro que projetou e construiu nada menos de 23 navios e projetou mais 12 construídos por estaleiros ingleses – de sua autoria são projetos de encouraçados, dos monitores da classe *Pará* e da Corveta *Niterói*, primeiro navio com propulsão a hélice construído no País;

– Carlos Braconnot (1831-1882), formado nas oficinas de John Penn & Cia, na Inglaterra, “segundo engenheiro” da Oficina de Máquinas do Arsenal e diretor das Oficinas de Máquinas da Estrada de Ferro

D. Pedro II (Central do Brasil) – a ele se deve o projeto e a construção de todo o sistema propulsor de numerosos navios construídos tanto no Arsenal da Corte como em outros arsenais e estaleiros;

– Trajano Augusto de Carvalho (1830-1898), nascido em Florianópolis, formado em Engenharia Naval nos estaleiros de Richard W. Hervy Green, Londres, e diretor do Arsenal da Bahia em 1859, tendo trabalhado no Arsenal da Corte a partir de 1866 e desenvolvido experiências que conduziram à nova forma de carena, como já mencionado – substituiu o engenheiro Level na Diretoria de Construções Navais do Arsenal; e

– João Cândido Brasil (1848-1906), natural de Angra dos Reis e formado em engenharia naval na Europa, diretor de Construções Navais do Estaleiro de Pernambuco, do Estaleiro de Ladário e, finalmente, do Estaleiro da Corte – foi o primeiro a construir no Brasil um casco inteiramente metálico, o da Canhoneira *Iniciadora*, e também o principal projetista do Cruzador *Tamandaré*, cujo porte só seria ultrapassado 70 anos depois. Com a criação do Corpo de Engenheiros Navais em 1890, já como contra-almirante, passou a chefiar o aludido Corpo e organizou e dirigiu os planos da nova Esquadra do Programa Júlio de Noronha, que incluiu os encouraçados *Minas Gerais* e *São Paulo*, na época os mais poderosos do mundo.

A análise sucinta da construção naval em nosso país a partir de 1822 indica, sem sombra de dúvidas, que, se não tivesse ocorrido a falta de continuidade administrativa e a política de contenção de despesas que sempre foi a tônica no Brasil ao término de cada conflito externo em que estivemos envolvidos, outra teria sido a posição da mão de obra especializada, da própria tecnologia em nossos arsenais. Excelente oportunidade foi perdida após

o quinquênio 1865-1870, quando projetamos e construímos muitos navios, como já mencionado. Em vez disso, desprezamos a experiência adquirida no período e, durante 70 anos, voltamos às encomendas no estrangeiro. Mais recentemente, cometemos o mesmo erro quando, depois do relativo sucesso da construção dos contratorpedeiros das classes *Marcílio Dias* e *Araguaia*, voltamos à improfícua política de recebermos navios que, nos seus países de origem, já estavam superados.

Apesar da clarividência de dois ministros da Marinha – o primeiro em 1834 e o segundo em 1851 – que já propagavam pela criação de um curso de Engenharia Naval no Brasil, só viemos a dispor de um curso de nível universitário da especialidade 126 anos depois, quando, novamente, a Marinha decidiu resolver o problema da formação de engenheiros navais no País patrocinando e agindo no sentido de estabelecer um curso de Engenharia Naval adaptado à realidade brasileira. Na verdade, até 1959, quando se formou a primeira turma de engenheiros navais pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), a totalidade dos engenheiros navais no Brasil pertencia ao Corpo de Engenheiros da Marinha de Guerra. Aquele grupo de profissionais era formado por oficiais oriundos do Corpo de Oficiais da Armada que, escolhidos por concurso de seleção, eram enviados ao exterior para frequentar cursos em escolas de reputação internacional, tais como o King's College de Londres, na Inglaterra, o Massachusetts Institute of Technology (MIT) e a University of Michigan, ambos nos Estados Unidos da América (EUA). Os engenheiros navais guarneciam, como ainda o fazem, os órgãos técnicos da Marinha do Brasil (MB), e davam apoio e direção aos programas de reparo e construção de navios das nossas forças navais.

Era evidente, porém, desde muitos anos, que o número de técnicos disponíveis não resolvia o problema interno da Marinha e, muito menos ainda, o do País.

De posse da experiência adquirida desde o tempo do Brasil Colônia; com a consciência do passado exuberante na área de construção naval do século passado; consciente de sua responsabilidade pela defesa de uma nação essencialmente marítima, pelos 9.600 km de costa e 35.000 km de rios navegáveis; conhecendo como poucos a situação real da nossa Marinha Mercante e a importância do transporte marítimo e de uma indústria de construção naval para o desenvolvimento econômico e para a própria segurança nacional, estava a Marinha decidida a incentivar, como incentivou, o estabelecimento de uma indústria de construção naval no Brasil e, para servi-la, de um curso de Construção Naval de nível universitário.

## **CONVÊNIO ENTRE A USP E A MARINHA DO BRASIL**

Antes mesmo que qualquer órgão do governo se preocupasse com o assunto, a Marinha, pelos seus chefes, designou comissão de engenheiros chefiada pelo então Capitão de Mar e Guerra (EN) Otacílio Cunha, depois almirante e presidente do Conselho Nacional de Pesquisas, para estudar e planejar o estabelecimento, no País, de um curso para a formação de engenheiros da especialidade de construção naval. A nacionalização da formação de engenheiros da especialidade era o primeiro passo para o estabelecimento da indústria de construção naval brasileira com técnicos adaptados à realidade nacional.

Dois anos de estudos e pesquisas levaram a comissão designada a manter entendimentos com a Escola Politécnica da USP, única entre as sondadas, que,

possuindo as condições técnicas exigidas, entusiasticamente aceitou a ideia e se prontificou a assumir a responsabilidade de, com a Marinha, tornar realidade o sonho de um grupo de brasileiros conscientes: formar engenheiros para o estabelecimento da indústria de construção naval no Brasil. Nasceu assim o Curso de Construção Naval da Escola Politécnica, como resultado de convênio assinado, em 18 de maio de 1956, entre a Marinha e a Universidade. O convênio foi assinado pelo diretor-geral do Pessoal da Marinha, Vice-Almirante Maurício Eugênio Xavier do Prado, e pelo reitor, Professor Doutor Alípio Corrêa Neto.

O convênio estabelecia que a Escola Politécnica manteria, na sua organização didática, um curso de Engenharia Naval que obedecesse à seguinte orientação geral:

- dois anos fundamentais comuns com os vários cursos da escola;
- três anos especializados com disciplinas comuns com outras especialidades de engenharia, disciplinas gerais próprias de construção naval e disciplinas específicas das três modalidades: Estruturas, Máquinas e Eletrônica.

O convênio estabelecia também que o curso seria frequentado por estudantes civis matriculados de acordo com as normas da Escola Politécnica; estudantes civis bolsistas da Marinha e oficiais de Marinha selecionados nos concursos para o Corpo de Engenheiros e Técnicos Navais, realizados anualmente pela Marinha, de acordo com regulamentação própria. Garantia, ainda, que os oficiais de Marinha, inicialmente, frequentariam apenas o 3º ano e o primeiro semestre do 4º ano, indo complementar sua formação em escolas especializadas no exterior. Progressivamente, a Marinha comprometia-se a aparelhar, em São Paulo, um Escritório Técnico com pessoal e elementos técnicos

que permitissem iniciar o ensino de disciplinas de caráter confidencial relativas à construção de navios de guerra, quando, então, os oficiais de Marinha frequentariam dois anos e um semestre em São Paulo e completariam sua formação com mais um ano no exterior. Eventualmente, os oficiais da MB frequentariam o curso completo em São Paulo, quando então receberiam o diploma de engenheiro naval expedido pela USP.

Para o funcionamento do curso, a Marinha comprometeu-se a fornecer professores para as disciplinas especializadas em construção naval, entre oficiais da Marinha ou professores especialmente contratados no exterior, durante o período necessário à formação de professores nacionais, de acordo com esquema estabelecido, e garantir bolsas de estudo, no exterior, a assistentes designados pela Escola Politécnica, para obtenção de mestrado, a fim de assegurar a continuidade e a competência do corpo docente. O documento estabelecia: os alunos do curso de Engenharia Naval deveriam ficar sob a orientação constante de assistentes especializados; as disciplinas (fossem elas gerais ou específicas) seriam ajustadas de acordo com as necessidades do curso e com as exigências de crédito em instituições educacionais estrangeiras; garantia de verba anual mínima durante a vigência do convênio; comprometimento, junto à Escola, de criação de um Escritório Técnico de Construção Naval; designação de representante (oficial superior do Corpo de Engenheiros e Técnicos Navais especializados em construção naval) para exercer as funções de coordenador de Engenharia Naval na parte referente às obrigações da MB para com a Escola, os alunos oficiais, os bolsistas da instituição, o pessoal docente contratado ou estudando por conta da Marinha; e a

aplicação ou interpretação das demais cláusulas do Convênio.

O coordenador seria também o diretor do Escritório Técnico de Construção Naval da Marinha em São Paulo, do qual deveriam fazer parte as salas de desenho especiais para trabalhos de projetos referentes a navios, que inicialmente deveriam atender às disciplinas gerais e, depois, às referentes a navios de guerra. A Escola Politécnica forneceria as salas para o Escritório Técnico nos edifícios da Praça Coronel Fernando Prestes, devendo projetar os prédios da Cidade Universitária de acordo com os requisitos do coordenador.

Ainda de acordo com o Convênio, o curso deveria ter início no começo do ano escolar de 1957, com as disciplinas do 5º e 6º semestres, isto é, Arte Naval, depois denominada Introdução à Engenharia Naval e Arquitetura Naval 1.

### ***Organização do curso – aplicação do convênio***

A solução dada pela Marinha ao problema da formação de engenheiros navais foi inteligente. Ao contrário do que ocorreu com o Exército, que fundou o Instituto Militar de Engenharia (IME), hoje situado na Praia Vermelha, Rio de Janeiro, e com a Aeronáutica, que criou o Centro Técnico de Aeronáutica, em São José dos Campos, duas excelentes escolas de engenharia que exigiram altos investimentos para suas instalações e são de elevados custos de operação, além do tempo requerido para as respectivas consolidações, a Marinha optou pela utilização de uma escola de Engenharia de reputação invejável: a Escola Politécnica da USP, de alto gabarito, com um corpo docente respeitável e respeitado. Com ela, em pouco mais de três anos, a Marinha viu formada a primeira turma de engenheiros

navais. Na verdade, a instituição apenas ajudou a Escola Politécnica a estabelecer o curso e as disciplinas especializadas, uma vez que as disciplinas básicas já eram ministradas na Politécnica havia muitos anos, com eficiência e tradição. Não apenas do ponto de vista econômico, mas também, e principalmente, do ponto de vista técnico, a solução da Marinha não poderia ter sido melhor. Seguiu o exemplo das Marinhas dos países mais desenvolvidos que não dispõem de escolas de Engenharia próprias e usam para formação de seus engenheiros escolas pertencentes a universidades famosas, tais como a Universidade de Michigan e o King's College, já citados.

Para a execução do Convênio e organização do curso, o ministro da Marinha à época, Almirante de Esquadra Antônio Alves Câmara Júnior, nomeou coordenador o então Capitão de Mar e Guerra (EN) Joaquim Carlos Rego Monteiro, possuidor do grau de *master of science* em Engenharia Naval pelo King's College, engenheiro de alto gabarito e larga experiência. O Comandante Monteiro escolheu para auxiliá-lo na tarefa o então Capitão de Corveta (EN) Yapery Tupiassu de Britto Guerra, que possuía os graus de engenheiro naval, engenheiro mecânico e *master of science* em Engenharia Naval pela Universidade de Michigan nos Estados Unidos. Pouco tempo depois, o Comandante Monteiro foi promovido a contra-almirante, e o ministro da Marinha confirmou a designação do Comandante Yapery para a função de coordenador do Curso de Engenharia Naval, com a missão adicional de fundar e colocar em funcionamento, como seu primeiro diretor, o recém-criado Escritório Técnico de Construção Naval da Marinha em São Paulo.

A complexa responsabilidade de coordenador incluía a representação da

Marinha junto à Escola Politécnica, a organização geral do curso e do Escritório Técnico e a influência direta nos programas das disciplinas gerais e específicas que deveriam ser ajustadas às exigências de crédito em instituições universitárias estrangeiras. Cabia ao coordenador a tarefa de obter do Conselho Departamental da Politécnica as modificações ou o estabelecimento de novos programas de interesse do Curso de Engenharia Naval. Cônsua de sua responsabilidade e para estabelecer os programas em bases sadias, em pé de igualdade com instituições de respeito na comunidade acadêmica internacional, a Marinha, por meio do coordenador, contratou e trouxe a São Paulo o Professor Laurens Troost, chefe do Departamento de Engenharia Naval do MIT e depois presidente do Conselho de Pesquisas da Holanda. O Professor Troost permaneceu em São Paulo o tempo necessário para estabelecer as bases dos programas a serem seguidos nas disciplinas especializadas de Engenharia Naval e foi substituído pelo Professor George Manning, professor titular e segunda pessoa em importância do Departamento de Engenharia Naval do MIT.

O Professor Manning, além de ensinar e cooperar na organização geral do curso, escreveu, em coautoria com o Capitão de Fragata Yapery Tupiassu de Britto Guerra, em dois volumes, *Fundamentos de Arquitetura Naval*, que se constituiu no primeiro livro-texto sobre engenharia naval publicado no Brasil, editado pela Imprensa Naval em 1962. Foi o segundo escrito e editado em língua portuguesa, sendo o primeiro de autoria do frade dominicano Fernando Cavalcanti, denominado *Da construção de naus*, publicado no século XVI, quando a construção naval era uma arte empírica. Em adição, o Professor Manning, depois de seu regresso aos EUA, autorizou a tra-



dução para o português do seu livro *Teoria e Técnica do Projeto do Navio*. A tradução e adaptação foram feitas pelo então Capitão de Mar e Guerra Yapery Tupiassu de Britto Guerra, e o livro foi publicado pela Missão Norte-Americana de Cooperação Técnica no Brasil – USA-AID, em 1964.

Na fase de organização e consolidação do curso, a Marinha colocou à disposição da Escola Politécnica os seguintes professores brasileiros e estrangeiros:

- Frederick Walton, ex-diretor do Centro de Pesquisas de Máquinas da Marinha norte-americana;

- Eugene Almendinger, ex-professor do MIT para projetos de navios;

- Stephen Ray Towne, oficial da reserva do Corpo de Engenheiros da Marinha norte-americana;

- Heinrich Peters, ex-professor do MIT, de nacionalidade alemã;

- George Max Gronau, especializado em tecnologia de construção naval, de nacionalidade alemã;

- Yapery Tupiassu de Britto Guerra, oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha, para as disciplinas de Arquitetura Naval I, do 3º ano do curso, e Arquitetura Naval II, do 5º ano;

- Cecil Godfrey Holmes, oficial do Corpo da Armada da Marinha, para a disciplina de Arte Naval, depois denominada Introdução à Engenharia Naval; e

- Carlos Alberto Teixeira Mendes, oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha, para a disciplina de Propulsores.

Depois da formatura da primeira turma de engenheiros navais, cooperaram com o curso os seguintes professores:

- José Carlos de Castro Waeny, oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha, para Eletricidade;

- Gabriel Francisco de Andrade Vilela, do Corpo de Engenheiros da Marinha, para Máquinas Marítimas; e

- Roberto Vinícius Fiúza de Oliveira, oficial do Corpo de Engenheiros da Marinha, para Construção Naval.

### *Início efetivo do curso*

O curso teve início, como planejado, no começo do ano letivo de 1957, com a aula inaugural proferida em 8 de março pelo Contra-Almirante (EN) Otacílio Cunha, que tinha presidido a comissão que negociou o convênio com a USP. A cerimônia realizou-se no Salão Nobre do antigo prédio da Escola Politécnica, na Praça Coronel Fernando Prestes. A mesa, presidida pelo Almirante Renato Guilhobel, representante do ministro da Marinha, era composta pelo Professor Doutor Alípio Corrêa Neto, reitor da USP e representante do governador do Estado, Jânio da Silva Quadros; pelo Vice-Almirante (EN) Osvaldo Osíres Storino, diretor-geral de Engenharia da Marinha; pelo Contra-Almirante Paulo Bosísio, diretor-geral do Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro; pelo Brigadeiro Neto dos Reis, comandante da Quarta Zona Aérea; pelo Contra-Almirante Thomas Cameron Reagan, chefe da Missão Naval Norte-Americana; e pelo Professor Doutor Francisco Humberto Maffei, diretor da Escola Politécnica. Compareceu também, como consultor do Escritório Técnico de Construção Naval da Marinha em São Paulo, o Professor Doutor Laurens Troost, chefe do Departamento de Engenharia Naval do MIT.

A primeira turma de estudantes matriculada no Curso de Engenharia Naval era composta pelos seguintes oficiais de Marinha e civis:

- Capitão-Tenente Antônio Paruolo Filho

- Capitão-Tenente Elbert Denys Pereira

- Capitão-Tenente Manoel Bernardo Guimarães Mattos

– Primeiro-Tenente Hugo Friederich Schieck

– Primeiro-Tenente Mozart Padilha de Sousa

– Primeiro-Tenente Walter Sanches Sanches

– Engenheiro Civil Mário Marioto

– Engenheiro Civil Pedro Cuyumijian

– Antônio Naclerio Novaes

– Renzo Antonio Soneghet

– Roberto Arnaldo Strehler

– Seito Higashi

– Sérgio de Almeida Martins

– José Rosa de Sousa Neto

– Weber Cintra Chagas.

Atestando o grande interesse despertado pelo Curso de Engenharia Naval, nele se matricularam o Professor John Seattle Addison, lente de Desenho Topográfico da Politécnica e, como ouvinte, o Professor Doutor Roberto Moreira, catedrático da cadeira de Estradas.

De acordo com o planejamento, o curso começou com as seguintes disciplinas, na época componentes do 5º e 6º semestres: Tecnologia Mecânica, Resistência dos Materiais e Estabilidade das Construções, Mecânica dos Fluidos, Arquitetura Naval I, Materiais de Construção e Introdução à Engenharia Naval.

A disciplina Introdução à Engenharia Naval foi dada, excepcionalmente, no 5º e no 6º semestre para familiarizar os estudantes com a terminologia naval, termos náuticos, os tipos de navios etc., tendo em vista que a primeira turma não tinha ainda tido nenhum contato com os termos usados na engenharia nem na vida marítima. Depois do primeiro ano de funcionamento do curso, esta disciplina passou a ser ministrada no 3º e no 4º semestre, e gradativamente os programas oferecidos foram passando de descritivos a técnicos, de modo a preparar os estudantes para as disciplinas mais complexas que teriam de enfrentar a partir do 5º semestre.

O currículo do Curso de Engenharia Naval, como planejado para os três primeiros anos de funcionamento, era como indicado a seguir:

– 1º e 2º semestres: Cálculo Diferencial e Integral I, Cálculo Vetorial I, Cálculo Numérico e de Observações, Geometria Analítica e Elementos de Geometria Projetiva Física Geral I, Geometria Descritiva e Aplicações e Desenho Técnico;

– 3º e 4º semestres: Cálculo Diferencial e Integral II, Cálculo Vetorial II, Cálculo Numérico e Observações II, Mecânica Geral, Física Geral II, Química Tecnológica Geral (Primeira Parte) e Introdução à Engenharia Naval;

– 5º e 6º semestres: currículo já detalhado anteriormente;

– 7º e 8º semestres:

. Modalidade Estrutura – Tecnologia Mecânica; Resistência dos Materiais e Estruturas das Construções II; Estatísticas e Economia I; Máquinas Marítimas; Eletrotécnica Geral; Arranjos, Aparelhos e Sistemas e Construção Naval I;

. Modalidade Máquinas – Tecnologia Mecânica; Estatística e Economia I; Eletrotécnica Geral; Máquinas Marítimas; Arranjos, Aparelhos e Sistemas; Construção Naval I; Elementos de Máquinas e Transportes Marítimos;

– 9º e 10º semestres:

. Modalidade Estrutura – Transportes Marítimos, Arquitetura Naval I (Projeto Básico), Arquitetura Naval II (Propulsão), Estatística e Economia II, Tecnologia de Construção Naval e Construção Naval II;

. Modalidade Máquinas – Arquitetura Naval II, Estatística e Economia II, Transferência de Calor, Máquinas Marítimas e Instalações e Tecnologia de Construção Naval.

No Departamento de Eletricidade, a opção Naval deveria resultar do currículo normal de eletricidade adicionado das seguintes disciplinas: Introdução à

Engenharia Naval, Teoria do Navio, Instalações Elétricas Marítimas e Auxiliares Eletrônicos à Navegação.

Ainda durante os primeiros anos de funcionamento, vários melhoramentos foram sendo introduzidos no currículo inicial.

A disciplina Arte Naval, mais descritiva, foi substituída por Introdução à Engenharia Naval, mais técnica; substituiu-se a denominação da disciplina Arquitetura Naval I, ministrada no 5º e no 6º semestre, por Teoria do Navio, deixando a outra denominação para as disciplinas mais avançadas; criaram-se as cátedras 49 – Teoria do Navio e 50 – Máquinas Marítimas e as seguintes disciplinas autônomas: Transportes Marítimos, Propulsores, Construção Naval I, Construção Naval II e Arquitetura Naval.

Em consequência, o embrião do Departamento de Engenharia Naval ficou constituído pelas seguintes disciplinas: Teoria do Navio, Máquinas Marítimas Transportes Marítimos, Propulsores, Construção Naval I, Construção Naval II e Arquitetura Naval.

Tempos depois, com o estabelecimento dos departamentos em toda a Escola Politécnica, em 1970, outras modificações foram introduzidas.

Os três primeiros anos de funcionamento do curso, período pioneiro, foram muito difíceis, quase heroicos. A falta de recursos financeiros e materiais, de professores especializados e de material didático (livros, apostilas, material de desenho, mesas de desenho apropriadas para Engenharia Naval e laboratórios especializados) requeriam do coordenador tal diversificação de atividades, em tal intensidade, que somente saúde, mocidade e muita dedicação permitiram que os propósitos colimados fossem atingidos, ainda que com inegáveis deficiências. A primeira turma de alunos

do Curso de Engenharia Naval, de nível intelectual muito acima da média dos alunos da própria Politécnica, venceu todas as deficiências e constituiu-se na melhor turma que passou pelo Departamento em todos os anos em que o primeiro chefe o dirigiu. Hoje são todos profissionais de sucesso, alguns professores da própria Escola Politécnica da USP.

### *Filosofia de ensino implantada*

Os programas detalhados das disciplinas especializadas do Curso de Engenharia Naval sofreram influência marcante do ensino ministrado tanto no MIT como na Universidade de Michigan. Esta última era a vetusta "alma mater" do primeiro coordenador, o que dava oportunidade de contato frequente com seus renomados professores, fontes permanentes de orientação e conselho. Em relação ao MIT, destaca-se a influência dos professores contratados, que aqui vieram ajudar a colocar o curso em bases científicas e didáticas sadias.

A orientação geral seguida em São Paulo utilizou a experiência de ensino do MIT e da Universidade de Michigan, combinada com a cultura técnica de engenharia e de métodos de ensino acumulada pela Escola Politécnica durante dezenas de anos. Teve o curso à sua disposição toda a experiência didática no ramo de construção naval das duas entidades educacionais norte-americanas e toda a vivência profissional da Politécnica, para a adaptação do curso à realidade brasileira. Dessa combinação de experiências surgiu um curso bem orientado, trabalhosíssimo, sério, que exigia o máximo dos estudantes e dava-lhes oportunidade de se tornarem profissionais de sucesso.

Na época, o Conselho Departamental da Politécnica era composto de professo-

res doutores de Engenharia do mais alto gabarito técnico e grande estatura moral: Francisco João Humberto Maffei, Paulo Ribeiro de Arruda, José Otávio Monteiro de Camargo, Lucas Nogueira Garcez, Paulo Guimarães da Fonseca, Pedro Bento José Gravina e Homero Barbosa. Todos homens já na idade provecta, os membros do Conselho Departamental receberam o jovem coordenador e representante da Marinha com a polidez e a cordialidade de homens educados, mas com certa e justificável desconfiança, não só por não ser ele catedrático, mas também por ser jovem para as funções, de acordo com os padrões da época, e ter menos títulos profissionais e evidentemente muito menos experiência técnica e científica. O coordenador tinha assento no Conselho Departamental para expressar as necessidades e sugestões do curso, mas não tinha direito a voto por não ser catedrático. Era, na verdade, uma espécie de corpo estranho que, à medida que o tempo foi passando, foi também conquistando a confiança e, até mesmo, a simpatia de todos a ponto de obter o apoio que se fazia necessário para implementar, com sucesso, o Curso de Engenharia Naval.

As primeiras negociações para adaptação de programas não foram nada fáceis. O Conselho Departamental e a própria congregação eram conservadores e, como tal, resistiam a mudanças. Uma das necessidades mais prementes verificadas foi o estabelecimento de cursos especiais de Mecânica dos Fluidos, até então ministrado de maneira inadequada para a Engenharia Naval, como parte do programa de Hidráulica. O Conselho Departamental resistiu à mudança, considerando que tanto para a Engenharia Civil como para o programa de Engenharia Mecânica-Eletricista, como existia na época, o programa de Hidráulica era

perfeitamente satisfatório. No entanto, para a Engenharia Naval, a Mecânica dos Fluidos, de que a Hidráulica é um caso particular, é absolutamente indispensável como base científica para os estudos de Propulsão, Termodinâmica, Transferência de Calor, Propulsores etc. Apesar das dificuldades iniciais, uma disciplina de Mecânica dos Fluidos foi criada, sendo o primeiro curso ministrado pelo Professor Doutor Lucas Nogueira Garcez. Para convencer os ilustres membros do Conselho Departamental e, em especial, o diretor da Politécnica, Francisco João Humberto Maffei, o coordenador teve que mostrar todos os programas da disciplina oferecidos pelo MIT e pela Universidade de Michigan, exatamente iguais ao que estava sendo solicitado. Foi trabalho paciente que frutificou. O coordenador conversou com cada membro do Conselho, nas dependências da Escola e, às vezes, nas próprias residências daqueles professores, e nesse trabalho teve sempre a ajuda inestimável do Professor Doutor José Otávio Monteiro de Camargo.

Outra disciplina que deu trabalho foi a Termodinâmica. O catedrático, Professor Doutor Remi Benedito Silva, excelente profissional, dava um curso muito bem adaptado à Engenharia Civil. A Engenharia Naval, porém, precisava de cursos mais avançados, além de uma disciplina especial de Transmissão de Calor. Tanto Termodinâmica como Transmissão de Calor são matérias fundamentais para um bom curso de Engenharia Naval, especialmente como base para estudos de aplicações especiais de vapor superaquecido, geradores de vapor, máquinas marítimas etc., todos da especialidade de Máquinas Marítimas. Nesse caso, o coordenador começou "catequizando" o Professor Remi, seu amigo pessoal, e, por meio dele, conseguiu as modificações que se faziam necessárias.

O problema da cátedra de Cálculo Integral e Diferencial constituiu-se numa luta inglória sem resultados positivos. O catedrático de então, Professor Doutor José Otávio Monteiro de Camargo, ministrava, no primeiro ano da Escola Politécnica, curso de Análise Infinitesimal, na opinião do coordenador absolutamente inacessível aos jovens estudantes, recém-saídos do exame vestibular, sem capacidade técnica para entendê-lo. A opinião geral da comunidade politécnica coincidia com a do coordenador, e, na prática, o que ocorria era que os rapazes se limitavam a decorar teoremas. Não aprendiam realmente a integrar diferenciais simples nem equações diferenciais. O que importava para o Curso de Engenharia Naval era que os estudantes chegassem ao 3º ano com os conhecimentos de técnicas de integração que servissem de base para o estudo de disciplinas avançadas, como Termodinâmica, Mecânica dos Fluidos, Transmissão de Calor etc. O coordenador sentia que os estudantes não chegavam com a necessária base de Cálculo para um bom aproveitamento nas disciplinas gerais e específicas mais avançadas.

O Professor Camargo era, na época, a figura mais importante da Escola Politécnica. Embora não fosse o diretor da Escola, sua influência no Conselho Departamental era indiscutível, e suas opiniões eram acatadas na grande maioria, senão na totalidade das vezes. Dedicava-se ele integralmente à Escola Politécnica e ao ensino e era dono de extensa e profunda cultura, tanto técnica como humanística, além de ser um habilidosíssimo argumentador. Coroava todas essas inegáveis qualidades uma inteligência brilhante, que era utilizada e manuseada com maestria.

O Professor Camargo era também um entusiasta do curso de Engenharia Naval. Ajudou o coordenador em todas as suas lu-

tas e reivindicações e tornou-se seu grande amigo e consultor. Apesar disso, não foi possível modificar o programa de Cálculo. O coordenador tentou tudo. Discutiu com o Professor Camargo na Escola e na sua residência particular e usou todos os argumentos e exemplos de outras universidades, mas não teve êxito. Chegou a conseguir a designação de um assistente para ministrar curso especial de Cálculo para a Engenharia Naval, mas a decisão durou pouco, e tudo voltou ao que era antes. Na verdade, aquele saudoso professor estava firmemente convencido da importância da Análise Infinitesimal para o preparo científico do futuro engenheiro. As técnicas de integração, achava ele, o estudante poderia dominar fazendo exercícios práticos, e não considerava importante perder tempo com o Cálculo Tridimensional. Para agravar o problema, o professor considerava-se, com razão, a maior autoridade na matéria na Escola e não via no coordenador autoridade técnica com gabarito suficiente para contraditá-lo, o que também era verdadeiro. Dizia, em tom de brincadeira, que o coordenador não era formado, mas informado nos assuntos de Cálculo. A opinião do coordenador coincidia, porém, com a opinião geral de toda a Politécnica daquele tempo, e o mencionado profissional, até hoje, continua convencido de que a Análise Infinitesimal dada no primeiro ano do curso de graduação da Politécnica constituía falha grave do programa do curso de Engenharia Naval. Seria certamente apropriado para um curso de pós-graduação, mestrado e doutorado. Para o primeiro ano do curso de graduação, no entanto, ficava muito acima da capacidade de entendimento da maioria dos estudantes. Apesar dos problemas com Cálculo, o Curso de Engenharia Naval da Politécnica muito deve à visão e ao apoio do Professor Doutor José Otávio Monteiro de Camargo.

As dificuldades não se limitavam aos aspectos técnicos e didáticos da organização do novo curso. Dentro da própria Marinha ocorreram dificuldades inesperadas por parte de uns poucos oficiais de alta hierarquia, que não concordavam, por motivos diversos, com a nacionalização do ensino de Engenharia Naval. Alguns, por desejarem que os oficiais-alunos continuassem a fazer todo o curso em universidades estrangeiras, outros por não terem sido consultados nem ouvidos durante o processo de negociação do convênio nem sobre a escolha dos oficiais designados para coordenar sua implementação. Entre esses últimos estava o próprio diretor-geral de Engenharia da Marinha, Vice-Almirante (EN) Osvaldo Osires Storino, que, em consequência, criou muitas dificuldades e barreiras para a implementação e o desenvolvimento do curso.

### ***Formação prática do engenheiro naval***

O curso foi organizado para formar engenheiros para a indústria de construção naval, embora, na época, ela praticamente não existisse. A finalidade precípua era preparar profissionais capazes de pesquisar, projetar, construir e reparar navios ou embarcações de um modo geral. Os currículos, que, como foi mencionado, eram baseados nos oferecidos pelo MIT e pela Universidade de Michigan, sofreram influência da mentalidade tecnológica europeia por intermédio dos professores europeus contratados e eram adaptados à realidade brasileira por influência do Corpo Docente da Escola Politécnica. Procurou-se um equilíbrio entre os métodos de ensino europeu e americano, de modo a obter uma resultante que fosse adaptável à realidade nacional.

Da combinação desses sistemas resultou um currículo pesado e muito trabalho-

so. O estudante, em paralelo com o curso teórico indispensável à sua formação técnica, fazia curso prático de desusada intensidade, calculando, projetando e experimentando em laboratórios diversos. Em continuação às aulas teóricas, filmes técnicos eram mostrados, versando sobre os assuntos dados em sala de aula. Além de demonstrações práticas em laboratórios, problemas e exercícios eram propostos e resolvidos sob orientação direta de professores e assistentes.

Todos os professores das disciplinas especializadas eram de dedicação exclusiva. Permaneciam a maior parte do tempo na Escola, inteiramente à disposição dos estudantes para explicações adicionais, eliminação de dúvidas e orientação geral. Graças ao contacto contínuo entre professores e alunos, criou-se uma atmosfera de cordialidade e confiança mútua, que muito ajudou o progresso do ensino e tornou um pouco mais amena a trabalhosa e severa vida escolar dos futuros engenheiros.

Em adição às chamadas provinhas, provas parciais e exames finais, escritos e orais, cada disciplina estabelecia e fixava tarefas diárias que variavam de simples problemas para serem resolvidos em casa e trabalhos técnicos sobre assuntos determinados até projeto preliminar de navio, exigido no 5º ano, como condição indispensável à obtenção do diploma. O trabalho em projetos era intenso. O número de horas dispensado nesse mister variava em média de 40 no 2º ano para 180 no 3º, 210 no 4º e 365 no 5º, todo este tempo utilizado fora das horas de aulas. Os estudantes aprendiam não apenas o que devia ser feito, mas também e, principalmente, como devia ser feito.

No fim de cada ano letivo, os estudantes faziam, obrigatoriamente, estágios na indústria e, nesse aspecto, o Curso de Engenharia Naval também foi pioneiro. Já

no convênio ficou claramente estabelecida a obrigatoriedade do estágio, e como na ocasião o único grande estaleiro em funcionamento era o Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, a MB obrigou-se a garantir estágios para todos os estudantes. O Departamento de Engenharia Naval da Escola Politécnica foi o primeiro a implantar o estágio obrigatório em seus programas. Depois a prática estendeu-se aos demais departamentos da Escola Politécnica e da USP.

Ao final do 3º ano, o estudante estagiava no Tanque de Provas da Seção Naval do IPT. No estágio, tomavam eles contato com os métodos práticos de determinação de potência de navios com auxílio de modelos reduzidos e com cálculos de coeficientes propulsivos e eram iniciados no uso dos métodos de pesquisas utilizados nos grandes laboratórios de hidrodinâmica de navios. O Tanque de Provas do IPT foi estendido de 60 para 140, para possibilitar a execução de testes com modelos providos de propulsão própria, e um túnel de cavitação foi adquirido na Alemanha e instalado no IPT, para possibilitar estudos de hélices na faixa de cavitação.

Terminado o 4º ano, já com conhecimentos básicos de Construção Naval, Arquitetura Naval, Tecnologia Mecânica e Tecnologia de Construção Naval, os estudantes estagiavam durante dois meses no Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, na época o maior estaleiro de construção e reparos navais da América do Sul. Nos estágios, os estudantes tomavam contato direto com os problemas e métodos para resolvê-los utilizados num grande estaleiro; trabalhavam na Divisão Técnica, onde faziam projetos, e na Divisão de Reparos Navais; visitavam oficinas e tomavam parte em pequenas viagens em navios, que eram testados depois de submetidos a reparos.

Sempre que possível, e a partir do segundo ano, graças à cooperação das companhias de navegação, faziam também pequenas viagens de instrução para se familiarizarem com os navios e, em especial, com a vida no mar, seus problemas, percalços, as condições de vida das tripulações etc. O contato tinha o mérito de chamar a atenção do futuro engenheiro para olhar com carinho para a "alma" do navio, sua tripulação, sem ajuda da qual nenhuma embarcação, por mais bem projetada que seja, poderá ser eficiente e bem-sucedida em sua vida operacional.

No capítulo "A Engenharia Naval no Brasil" do livro comemorativo dos cem anos da Escola Politécnica, escrito pelo autor do presente trabalho, encontra-se uma análise bem mais extensa e detalhada dos métodos de ensino utilizados nos primeiros anos de funcionamento do Curso de Engenharia Naval, incluindo carga horária dos professores, número de horas trabalhadas em projetos pelos estudantes fora das horas dedicadas às aulas, de modo a que os alunos aprendessem não apenas o que deve ser feito, mas também como deve ser feito etc. Vale aqui lembrar que o Curso de Engenharia Naval transformou-se no primeiro departamento oficialmente criado na Escola Politécnica, e que tal prática foi depois estendida para as outras especialidades de engenharia da Poli e, a seguir, para toda a USP. Também o Departamento de Engenharia Naval foi o primeiro a implantar o estágio obrigatório em seus programas, prática que depois se estendeu aos demais departamentos da Escola.

### *Seção Naval do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo*

A seção Naval do IPT constituía-se, como até hoje, no principal laboratório do Departamento de Engenharia Naval.

Seu Tanque de Provas, que entrou em funcionamento antes do advento do Curso de Engenharia Naval, foi construído de acordo com projeto do Professor Doutor G. Kempf, diretor do Laboratório de Hidrodinâmica de Navios de Hamburgo. A pedido do Professor Doutor Francisco João Humberto Maffei, diretor da Escola Politécnica e superintendente do IPT, o Dr. Kempf projetou o tanque, sendo a construção acompanhada pelo engenheiro civil Aldo Andreone, encarregado da Seção Naval daquele Instituto, que se tornou pioneiro, no Brasil, na operação de tanques de provas de modelos de navios. A construção foi financiada pelo Conselho Nacional de Pesquisas, por decisão do seu presidente, Almirante Álvaro Alberto da Mota e Silva, e pela Marinha, por interferência do então Capitão de Fragata (EN) Aniceto Cruz Santos.

O Laboratório de Pesquisas com Modelos de Navios, comumente chamado de Tanque de Provas, permite a execução de provas com modelos de navios para determinação de formas eficientes de carenas, lemes e hélices em condições mais ou menos ideais, isto é, em águas calmas e profundas, com ausência de ventos, em superfície molhada hidraulicamente lisa, com escoamento homogêneo nas proximidades do propulsor etc. Além disso, permite a execução de provas cujo propósito é prever as qualidades da carena e hélices. É, portanto, ferramenta de estudo e pesquisa para o ensino de Engenharia Naval. No ano da instalação do curso, a Seção Naval do IPT já possuía um tanque para provas de arrasto de 60 metros de comprimento e uma oficina de confecção de modelos, estando em construção, com recursos fornecidos pela Marinha, a extensão do tanque para 140 metros. Um Laboratório de Estabilidade foi instalado precariamente numa das

salas do Escritório Técnico da Marinha, na Praça Coronel Fernando Prestes.

Com esse conjunto de laboratórios, o curso podia propiciar aos estudantes conhecimentos teóricos e práticos das técnicas de provas com modelos de casco de navios em situação de reboque e auto-propelidos, isto é, providos de propulsão própria. Permitia também provas com modelos de hélices como aparelhos independentes. Não havia ainda meios para análise de hélices na faixa de cavitação, em razão da não-existência, no Brasil, de túneis de cavitação. Do conhecimento dessa realidade nasceu a ideia da aquisição do Túnel da Cavitação. O coordenador, aproveitando a estada na Politécnica do Professor Troost, que tinha dirigido a instalação do Nederland Ship Model Basin, da Holanda, do qual fora superintendente, solicitou daquele profissional o detalhamento do tipo de equipamento a ser adquirido para completar os laboratórios do IPT. De posse do relatório, convenceu as autoridades navais a fazer o necessário investimento, e o túnel foi encomendado e adquirido de uma firma especializada de Hamburgo, Alemanha.

### ***Navio Oceanográfico Pesqueiro*** **Professor Wladimir Besnard**

O desenvolvimento da indústria de pesca no Brasil, com aplicações de vultosos recursos em navios, fábricas e redes de distribuição de pescado, exigia, como ainda exige, conhecimentos básicos que assegurem exploração eficiente e racional dos recursos pesqueiros para prevenir os perigos da pesca predatória e permitir a utilização da população de peixes e recursos marinhos da maneira mais eficiente e econômica possível. Por outro lado, o progresso científico, que já ocorria, na época, no Brasil em outros



campos do conhecimento humano, parecia recomendar que se estendesse a oportunidade de desenvolvimento correspondente às ciências do mar, de que o País tanto depende. Para atender a este propósito, um navio oceanográfico representava elemento indispensável para a pesquisa e o preparo educacional e científico de equipes especializadas naquele campo da ciência.

Um navio oceanográfico, além de propiciar pesquisas nos campos da oceanografia física, química e biológica, deveria também oferecer meios para: estudo de biologia dos animais marinhos de interesse econômico direto; pesca experimental por todos os métodos conhecidos, inclusive aqueles ainda não usados nos mares brasileiros; procura de novas áreas de pesca e auxílio na localização de cardumes, bem como a possibilidade de prospeção do solo submarino, tendo em vista a localização de recursos minerais.

Por outro lado, os requisitos de um navio de pesquisa pesqueira são diferentes daqueles exigidos de um navio de pesca comercial, em que o propósito é o lucro máximo. Naquele, as considerações comerciais normais são necessariamente relegadas a segundo plano em relação à pesquisa científica, e o navio, como um todo, deve atender às necessidades dos laboratórios e dos cientistas que nele embarcam, em adição aos da tripulação comercial completa, sem restringir demasiadamente o espaço disponível dos porões.

Dessas considerações, verifica-se que os requisitos a que deve atender um navio de pesquisas pesqueiras são marcadamente diferentes daqueles exigidos para um navio oceanográfico.

Dadas as divergências de requisitos, pensava o Professor Wladimir Besnard, diretor e fundador do Instituto Oceanográfico, o ideal seria o Instituto possuir dois navios, um para cada finalidade. Tal

ideal era absolutamente fora da realidade, de vez que, até então, a instituição nunca tivera nada que se parecesse com um navio de verdade. O Professor Besnard procurou, então, o coordenador do Curso de Engenharia Naval, na tentativa de encontrar uma solução conciliatória que tornasse viável o sonho de dar ao Instituto um navio de pesquisas.

Depois de longa conversa, o fundador do Instituto convenceu o coordenador a aceitar a tarefa de fazer o projeto básico de um navio que pudesse satisfazer à maioria dos requisitos dos vastos programas de pesquisas, tanto de oceanografia quanto de biologia marinha. A ideia era tentar achar um meio termo difícil de encontrar. Aceito o desafio, ficou combinado que o Instituto apresentaria os requisitos do armador ao Escritório Técnico e a responsabilidade pela execução do projeto ao coordenador. O projeto foi desenvolvido pelo engenheiro naval Yapery Tupiassu de Britto Guerra, com a colaboração de três quintanista da época: Mário Marioto, Antônio Naclerio Novaes e Pedro Cuyumijian, pertencentes à primeira turma de Engenharia Naval da Escola Politécnica – os três, posteriormente, professores daquele Departamento especializado. A partir de um rascunho de Arranjo Geral, preparado em conjunto com técnicos do Instituto Oceanográfico, foi iniciado o estudo da forma, estudo este que tinha como propósito primordial a determinação do plano de linhas mais conveniente para a velocidade fixada e para conter os volumes necessários às acomodações de pessoal e equipamentos exigidos pelo Instituto. Paralelamente, com a interferência dos técnicos do Instituto, o Plano de Arranjo Geral Definitivo era estudado e preparado pelos projetistas, com a finalidade de incluir no navio todos os laboratórios e equipamentos necessários

à pesquisa. Terminada esta fase, os projetistas concluíram o Plano da Arranjo final, com os ajustes ditados pelos espaços, áreas de conveses e volumes disponíveis no projeto de forma.

Do desenvolvimento do projeto, resultou um navio com as seguintes características:

- comprimento na linha d'água: 45,33 m;
- comprimento entre perpendiculares: 42,60 m;
- boca: 9,15 m;
- calado (moldado a meia-nau): 4,20;
- superfície molhada: 490 m<sup>2</sup>;
- volume de deslocamento: 790 m<sup>3</sup>;
- coeficiente de bloco: 0,447;
- coeficiente prismático longitudinal: 0,555;
- coeficiente de seção mestra: 0,806; e
- velocidade de cruzeiro: 10,5 nós.

Procurou-se incluir nas características do navio as modernas concepções de forma, resultantes de pesquisas em navios pesqueiros nos diversos países do mundo e, em especial, os resultados das pesquisas da Food and Agriculture Organization (FAO) no campo da construção de barcos de pesca, publicados em *Fishing Boats of the World* e *Fishing Boats Tanks Test*, ambos de autoria do famoso engenheiro naval Jan Olof-Traung.

Do Plano de Linhas foi construído modelo reduzido, exaustivamente testado no Tanque de Provas do IPT, sob a orientação do engenheiro Aldo Androni, e os resultados foram comparados com os modelos de navios de pesca de arrasto, ensaiados em outros países. As conclusões da comparação foram lisonjeiras para o navio oceanográfico, especialmente em baixas velocidades, as de arrasto, em que deve operar a maior parte do tempo. Além disso, ao longo de toda a curva de velocidades, o navio situava-se na média dos resultados dos demais. O estudo da

estabilidade do navio, como pesqueiro de arrasto, constitui um capítulo especial, sabido que este tipo de navio é normalmente submetido a condições particularmente desfavoráveis na operação do recolhimento das redes depois da captura. Neste particular, a colaboração dos estudantes que na época cursavam a disciplina de Teoria do Navio da Politécnica foi inestimável. Com a supervisão dos professores, traçaram as Curvas Hidrostáticas, a Curva de Comprimento Alagável e as Curvas de Estabilidade Estática do navio. Estes dados foram posteriormente utilizados para uma reanálise rigorosa da estabilidade do navio, antes de o projeto de construção ser desenvolvido pelo estaleiro.

Como resultado de concorrência internacional, o navio foi construído pelo Estaleiro Miellen Karlsen, de Bergen, Noruega, tendo fiscalizado a construção, como representante do Instituto, o engenheiro naval Vicente Maria Verrone, integrante da primeira turma de formandos do Departamento de Construção Naval da Escola Politécnica da USP. O atual Contra-Almirante Yapery Tupiassu de Britto Guerra, ex-coordenador do Curso de Engenharia Naval, primeiro regente da cátedra de Teoria do Navio, primeiro chefe do Departamento de Engenharia Naval da Escola Politécnica e fundador e primeiro diretor do Escritório Técnico de Construção Naval da Marinha em São Paulo (hoje com o nome modificado para Centro de Coordenação de Estudos da Marinha em São Paulo-CEMSP), além de autor do projeto, foi membro técnico da Comissão de Construção do Navio, criada pelo Decreto-Lei nº 1.161 de 1959, do Governo do Estado de São Paulo. Depois, por proposta do então reitor da USP, Professor Doutor Luís Antônio da Gama e Silva, foi designado presidente da mesma comissão, cargo que ocupou

até a entrega do navio ao Governo do Estado. Não teve, como autor do projeto nem como presidente da Comissão, remuneração de qualquer natureza; apenas exigiu, como prêmio, que ao navio fosse dado o nome do fundador do Instituto Oceanográfico, Professor Wladimir Besnard, a pedido de quem iniciou o projeto que deu origem ao navio.

Ao entregar o navio ao então governador do Estado, Roberto Costa de Abreu Sodré, no porto de Santos, ouviu do governador o seguinte: “No que se refere à exploração dos recursos do mar, este navio se constitui, sem dúvidas, um fundamento sólido para sua realização. Além da pesquisa no campo da Oceanografia Física, Química e Biológica, ele propicia meios para estudos da biologia dos animais marinhos de interesse econômico direto; pode executar pesca experimental por meios modernos, inclusive aqueles ainda não usados nos mares brasileiros; está em condições de determinar novas áreas de pesca; possui meios para auxiliar os pescadores na localização de cardumes e tem condições de fazer prospecção do subsolo submarino para localização de possíveis riquezas minerais (como petróleo), além de servir como escola para a formação de cientistas e pesquisadores deste ramo da ciência moderna que é a Oceanografia. É, portanto, o Navio Oceanográfico *Professor Besnard* uma preciosa joia de pesquisa científica e tecnológica, de inestimável valor para o desenvolvimento da ciência do mar e das economias do Estado e da Nação”.

Foi, portanto, o navio *Professor Besnard* o primeiro projeto e primeiro navio resultante do Departamento de Engenharia Naval da Escola Politécnica da USP, projetado por estudantes e professores e construído em Bergem, na Noruega, de acordo com o projeto pensado e engenhado na Politécnica de São Paulo. Mais de

30 anos já se passaram da sua construção, uma vida útil longa demais para navios de sua classe, mas durante todos esses anos, mesmo empregado fora daquelas missões para as quais foi projetado, como as missões na Antártica, por exemplo, o valente navio nunca decepcionou aqueles que o projetaram. Mesmo agora, na idade propecta, ainda presta relevantes serviços ao Instituto Oceanográfico, à USP e ao Brasil. Como disse antes, nem o governo do Estado nem a Universidade, e nem mesmo o Instituto Oceanográfico, esboçaram qualquer gesto de agradecimento pelo trabalho que foi feito, mas o rei Olavo V, da Noruega, em sua viagem ao Brasil depois da construção do navio, condecorou o já Almirante Yapery Tupiassu de Britto Guerra com a Ordem de Santo Olavo, a mais alta ordem honorífica do seu país. O navio foi e continua sendo um sucesso.

### **COLAÇÃO DE GRAU DA PRIMEIRA TURMA DE ENGENHEIROS NAVAIS DA ESCOLA POLITÉCNICA**

Embora com as dificuldades iniciais mencionadas, o Departamento foi aos poucos se consolidando, vencendo resistências e superando limitações. A pequena equipe que iniciou a pesada tarefa, apesar de nem sempre bem compreendida, trabalhou dedicada e intensamente, pela consciência que tinha de estar realizando uma obra de fôlego no sentido de cooperar para a emancipação técnica da nação brasileira.

Em 1958, chegou ao 3º ano da Politécnica a segunda turma de alunos de Engenharia Naval: Amauri Cantidio Paranhos dos Santos, Augusto Lefèvre e Roberto Rodrigues Pinho (modalidade de Estruturas); Celio Taniguchi, José Carlos de Carvalho Lisboa, José Octavio de Oliveira Hoffmann e Kissaburo Kamikawa

(modalidade Máquinas) e Alexandre Ferraz Naumoff e Ernesto de Vita Júnior (modalidade Eletrônica), além dos oficiais de Marinha Capitães-Tenentes Silser Rosas Machado, Rucemah Leonardo Gomes Pereira, Antônio Galvão Passos de Araújo, Sérgio Luiz Raja Gabaglia Travassos e José Carlos de Almeida Azevedo.

No ano de 1959, com os dois anos básicos e os três anos especializados em pleno funcionamento, ficou completo o ciclo de graduação do Curso de Engenharia Naval, e em 10 de dezembro daquele ano, no Salão Nobre da Faculdade de Direito da USP, no Largo de São Francisco, teve lugar a cerimônia de Colação de Grau da primeira turma de engenheiros navais formados pela Escola Politécnica.

A sessão, presidida pelo então ministro da Marinha, Almirante de Esquadra Jorge do Prado Matoso Maia, representando o Presidente da República, foi abrilhantada pelas presenças do reitor da USP, Gabriel Teixeira de Carvalho; do diretor da Escola Politécnica, Francisco João Humberto Maffei; do comandante do 2º Exército, General de Exército Stenio Caio de Albuquerque Lima; do comandante da 4ª Zona Aérea, Brigadeiro do Ar Armando de Melo Arariboia e por todo o Conselho Departamental da Escola Politécnica e praticamente todos os membros de sua congregação. Foi paraninfo o Professor Lucas Nogueira Garcez, e falou em nome da turma o engenheiro Weber Cintra Chagas.

Ao encerrar a cerimônia, o ministro da Marinha disse: “Esta primeira turma é apenas uma gota d’água no oceano, porém são os novos bandeirantes que abrem novos caminhos para a Marinha e mesmo para o Brasil”.

A partir de 1960, engenheiros navais formados na própria Escola e com cursos de especialização no exterior foram aproveitados como assistentes. O Curso

(depois Departamento de Engenharia Naval) tornou-se então autossustentável, uma realidade que, no dizer do então diretor da Escola Politécnica, Francisco Landi, “foi uma experiência que deu certo”. Também naquele ano atingiu o 3º ano do curso a quarta turma de engenheiros navais, composta dos seguintes alunos: Alfredo Coaracy Brasil Gandolfo, Antônio Bruno Vaz de Lima, José Segura, Rucemah Leonardo Gomes Pereira e Sylser Rosas Machado (modalidade Estruturas); Agostinho Tomaselli Neto, Akira Koga, Antônio Luís de Carvalho, Cilas Rosa da Silva, Eliseu Tokio Takase, Gilberto Oswaldo Teno, Guido Picciotti, Itiro Kano, Paulo Cezar Leoni e Paulo Gomes Areas (modalidade Máquinas), além dos oficiais de Marinha Capitães-Tenentes Dorian Castelo Miguel, Raimundo Nonato Fialho Mussi, Sérgio Bernardo de Witt, Fernando José Mota Miranda, Luís Augusto Lowndes Brasil, Paulo Geraldo de Almeida Barbosa e João Rizzo.

Finalmente, completando o ciclo dos cinco primeiros anos de funcionamento do Departamento, atingiu o terceiro ano do Curso de Engenharia Naval a quinta turma de estudantes, composta dos seguintes alunos: José Carlos Mendonça Seoane (modalidade Estruturas), Carlos Octavio de Abreu, José Carlos Belfort Fúria, José de Souza Leão Neto, Nobuyuki Fujiwara e Tochiuqui Tanaca (modalidade Máquinas), além dos oficiais de Marinha Capitães-Tenentes Newton Corrêa, José Luís Guarany Rego, Carlos Eduardo Rodrigues da Costa, Roberto de Paula Mesiano, Amilcar Figueira Ferrari, Elcio de Sá Freitas, José Luiz de Albuquerque Maranhão, Cleobas Ismael de Medeiros Uchoa, José Luiz Lunas de Mello Massa, Fernando Prado, Phactuel Machado Rego, Ernest Fritz Billwiller, Joaquim Pinheiro Rocha, Hedonal Botelho Calenzo e Ary Sardinha Parreiras.

Em 1962, por proposta conjunta do Professor Doutor José Octavio Monteiro de Camargo e do então CMG Yapery Tupiasu de Britto Guerra, chefe do Departamento de Engenharia Naval, foi extinta a modalidade Eletrônica do Curso de Engenharia Naval e criada a modalidade Naval no Curso de Engenheiros Eletricistas.

Finalmente, pelo Decreto Federal nº 44.524, de 16 de fevereiro de 1965, o Governo da República reconheceu o Curso de Engenharia Naval da Escola Politécnica da USP.

O Departamento de Engenharia Naval é hoje uma radiosa realidade. Dirigido por um dos componentes da terceira turma de formandos, Professor Doutor Celio Taniguchi, tem em seu corpo docente 22 professores de carreira da Universidade, 16 dos quais com grau de doutor ou título de livre docente e mais dois professores visitantes fornecidos pela MB. Conta com 240 estudantes no curso de graduação, 70 no curso de mestrado e 18 trabalhando pelo doutorado. Até o fim de 1989 já havia formado 1.100 engenheiros, concedido 71 graus de mestre e 20 graus de doutor, além de ter outorgado sete títulos de livre docente. Continua, assim, a trabalhar intensamente em prol da mocidade brasileira.

O Escritório Técnico de Construção Naval da Marinha em São Paulo, berço do Departamento de Engenharia Naval, também dirigido por ex-aluno (CMG (EN) Ilson Soares), continua representando a Marinha junto à USP e a institutos de pesquisa do País e do exterior, na execução de convênios e contratos relativos a ensino e pesquisas de Engenharia Naval. Além disso, tem a missão de contribuir para a formação e o aperfeiçoamento dos oficiais engenheiros navais, mediante atividades de ensino de graduação e pós-graduação junto a estabelecimentos de ensino que mantenham cursos de Engenharia Naval

e de promover, coordenar, realizar e estimular estudos, projetos e pesquisas nos campos da ciência e da tecnologia de Engenharia Naval nas universidades e nos institutos que mantêm convênio com a Marinha, prestando, ainda, assessoria às Diretorias Técnicas Especializadas da instituição nos assuntos referentes a ensino, estudos e pesquisas da especialidade. Desse modo, continua o Escritório Técnico, hoje denominado Centro de Coordenação de Estudos da Marinha em São Paulo, a servir com eficiência e dedicação à Marinha, à Escola Politécnica, à Universidade e ao Brasil.

Passados todos esses anos, aqueles que tiveram a responsabilidade de criar tanto o Departamento de Engenharia Naval como o Escritório Técnico da Marinha em São Paulo olham para as duas organizações com satisfação e sentimento positivo de realização, pois foi um trabalho que frutificou e que hoje constitui motivo de orgulho para a USP e a MB.

### **ESCRITÓRIO TÉCNICO DE CONSTRUÇÃO NAVAL DA MARINHA EM SÃO PAULO**

De acordo com o estipulado no Parágrafo 4º do Artigo 2º do Convênio entre a MB e a USP, a Marinha criou, pelo Aviso Ministerial nº 2.814, de agosto de 1956, o Escritório Técnico de Construção Naval em São Paulo, o verdadeiro berço do Departamento de Engenharia Naval da Escola Politécnica. As instalações iniciais constavam das seguintes dependências: sala do diretor do Escritório Técnico e coordenador do curso, sala dos professores, sala de desenho especializado, biblioteca especializada, laboratório de estabilidade e sala de modelos de navios.

Todas as salas, fornecidas pela Escola Politécnica, pertenciam ao antigo prédio

do IPT, que, na época, estava em processo de mudança para a Cidade Universitária. O velho prédio situa-se na Praça Coronel Fernando Prestes, ao lado do também antigo prédio da Escola Politécnica. A sala de desenho, adaptada de uma oficina de máquinas e ferramentas, tinha pé direito e iluminação adequados e foi mobiliada com mesas de desenho especiais para projetos de engenharia naval. O laboratório de estabilidade foi montado no porão, embaixo do piso onde estavam situadas a biblioteca e as salas dos professores.

A primeira guarnição do Escritório Técnico era composta dos seguintes oficiais e praças: Capitães de Corveta Yapery Tupiassu de Brito Guerra e Cecil Godfrey Holmes, Terceiro-Sargento Heraldo Damous da Fonseca, Cabo Aristotato Canuto de Oliveira e dois taifeiros arrumadores.

Vale registrar aqui o trabalho pioneiro e dedicado desta pequena equipe, que, vencendo limitações e dificuldades, à custa de sacrifícios pessoais de toda ordem, tornou possível o funcionamento do primeiro ano do Curso de Engenharia Naval.

O Comandante Cecil, brilhante oficial do Corpo da Armada, sem formação engenheira, superando suas próprias deficiências de formação técnica, foi excelente professor de Introdução à Engenharia Naval, no primeiro ano em que a disciplina foi ministrada. Além disso, foi o braço direito do coordenador na organização e administração do Escritório nos tempos heroicos, quando nada existia e tudo precisava ser feito ao mesmo tempo. Infelizmente, já não pertence ao mundo dos vivos.

O Sargento Heraldo, hoje na reserva e funcionário da Ultrafertil S.A. Indústria e Comércio, empresa do grupo Petrobras, era, no início, o único escrevente do Escritório Técnico. Trabalhou noite e dia com o coordenador, datilografando apos-

tilas, originais de livros-texto, currículos, programas, traduções etc. e preparando expedientes externos e internos à Marinha. Sua dedicação fazia-o entrar pela madrugada, ajudando no preparo de aulas e em planos de ensino e comunicações com a Escola Politécnica, a USP e outras unidades da Marinha. De compleição não muito robusta, sofreu as consequências de sua dedicação quando foi acometido de tuberculose pulmonar, pelo que foi afastado temporariamente do escritório e do serviço naval. Felizmente, em pouco tempo recuperou a saúde, voltou ao serviço ativo e ainda prestou relevantes serviços à Marinha antes de passar para a reserva com honra e dignidade.

O Cabo Canuto, depois também sargento, hoje na reserva e administrador de empresas, substituiu o Sargento Heraldo no escritório. Deu sua colaboração com o mesmo empenho e a mesma dedicação do seu antecessor, consciente da importância da tarefa do Escritório Técnico no apoio ao Curso de Engenharia Naval. Profissional disciplinado e leal, passou para a reserva por tempo de serviço e obteve sucesso na vida civil, como bom profissional que é.

O propósito primeiro do escritório Técnico era prestar assistência técnica ao Curso de Engenharia Naval, e os primeiros anos de funcionamento da organização foram dedicados exclusivamente àquele mister. Como o coordenador era o oficial engenheiro lotado no escritório, tinha ele que fazer praticamente tudo, desde o trabalho de instalação até a aquisição de materiais e equipamento; desde contrato de professores até a organização de programas e currículos; desde as negociações com os órgãos superiores da Escola Politécnica até o preparo e a tradução de livros e apostilas. Os livros que não foram escritos pelo coordenador foram por ele traduzidos.

À medida que o curso foi-se consolidando, outros oficiais engenheiros foram sendo designados e professores civis sendo contratados para o Escritório Técnico, de modo que tudo o que se referia ao Curso de Engenharia Naval era controlado pelo escritório. Daí nasceu o conceito de departamento, que foi primeiro instalado

na Engenharia Naval e depois estendido para as outras especialidades da Escola Politécnica. Na verdade, o conceito evoluiu a partir da criação da Coordenação do Curso de Engenharia Naval. Depois dela foram criadas coordenadorias para as outras especialidades, e a partir daí a Escola Politécnica departamentalizou-se.

📁 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:  
<CIÊNCIA E TECNOLOGIA>; Engenharia; Engenharia Naval;