

A FORMAÇÃO DOS ENGENHEIROS PELAS FORÇAS ARMADAS: A construção do capital intelectual da Indústria de Defesa brasileira

AZLIM NOSLIDE SIMEÃO TEODORIO*
Primeiro-Tenente (AA)

SUMÁRIO

Introdução
A criação dos cursos de engenharia nas Forças Armadas
Principais projetos desenvolvidos e reflexos na indústria
O momento atual
Considerações finais

INTRODUÇÃO

A formação da Base Industrial de Defesa do País tornou-se uma preocupação para a classe política com o início da Primeira Guerra Mundial (1914-1918). Ao mesmo tempo, iniciou-se um processo de inclusão de demandas sociais nas agendas políticas em virtude do crescimento da população urbana. Em meio

a esse contexto, a burguesia industrial do País começava a crescer, aproveitando a oportunidade que se apresentava com a substituição das importações brasileira por produtos nacionais, o que se caracterizou como o primeiro surto industrial do País em meados de 1920 (SALES, 2015).

Foram pensadas maneiras de sobrepujar as limitações do País buscando meios materiais, com vistas à autonomia

* Ajudante da Assessoria Jurídica do Centro Tecnológico da Marinha no Rio de Janeiro. Mestrado profissional (em andamento) em Estudos Marítimos pela Escola de Guerra Naval e especialização (em andamento) em Direito Marítimo e Portuário pela Maritime Law Academy.

na capacidade bélica, a fim de reduzir a dependência do exterior. Um parque industrial ainda incipiente não permitia ao Brasil a realização de manutenções e a construção de meios modernos.

O parque industrial brasileiro começou a tomar corpo a partir da década de 30. Durante a Era Vargas, houve uma aproximação com os Estados Unidos da América (EUA) com o intuito de que estes pudessem corroborar com a industrialização do País. A Segunda Guerra Mundial foi um trunfo do governo brasileiro para atingir tais propósitos, já que, em troca da cessão de bases aos americanos, o Brasil recebeu auxílio na construção da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e ajuda militar com recebimento de material de defesa. A Marinha do Brasil (MB), tendo aprendido com os reflexos do que significou a Esquadra de 1910, incentivou a modernização das instalações de apoio às forças navais nas gestões do Almirante Guillobel (1935-1945) e do Almirante Sílvio de Noronha (1946-1951), como forma de dar suporte aos programas de reaparelhamento que se seguiriam.

Com a propagação da ideologia nacional desenvolvimentista nos anos 50, ocorreu uma maior intervenção estatal e incentivo à industrialização do País. O Plano de Metas de Juscelino Kubistchek (JK) é reflexo do que ocorria naquele período, culminando, em 1961, com o aumento de mais de 100% do parque industrial comparado a 1956 (SALES, 2015).

Reconhecida a necessidade da pesquisa científica, cada Força estabeleceu sua estrutura para o seu fomento. Em 1941 foi

criado o Instituto Militar de Tecnologia, no Exército, que daria origem ao Instituto Militar de Engenharia (IME) em 1959. A Aeronáutica criou, em 1953, o Centro Técnico da Aeronáutica, que teria como primeiro Instituto o ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica), em 1950. A partir da ideia do Almirante Álvaro Alberto, em 1951 foi criado o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Na Marinha adotou-se uma estratégia diferente, com a criação do Curso de Engenharia Naval em convênio com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP), em 1955. Todas essas instituições tinham relação com a construção de uma indústria bélica que suportasse a formação de um complexo industrial-militar.

Este trabalho tem por propósito apresentar os caminhos trilhados pelas três Forças: Marinha, Exército e Aeronáutica, em busca do desenvolvimento científico e tecnológico

O parque industrial brasileiro começou a tomar corpo na década de 30, quando houve aproximação com os EUA

na área de defesa, mais especificamente no modo escolhido para formação de seu capital intelectual. Trata-se de pesquisa qualitativa de natureza exploratória que visa compreender as motivações dos agentes políticos na condução dos três projetos. Buscou-se estabelecer uma relação entre as decisões tomadas no final da Segunda Guerra Mundial e os resultados obtidos nas décadas seguintes no que tange à indústria de defesa, bem como aos reflexos nos objetivos atuais, em especial o que propõe a Estratégia Nacional de Defesa (END).

Este estudo focou na diferença de resultados para a indústria e para a geração de conhecimento nas respectivas áreas de concentração de cada Força. Além desta

introdução, o trabalho foi dividido nas seguintes partes: a criação do IME e do ITA e a realização do convênio da Marinha com a Universidade de São Paulo; os principais projetos desenvolvidos e reflexos na indústria; e o momento atual das três instituições.

A CRIAÇÃO DOS CURSOS DE ENGENHARIA NAS FORÇAS ARMADAS

Após a Segunda Guerra, a relação entre Ciência e Tecnologia (C&T) e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) se tornou parte da estratégia tanto militar quanto de desenvolvimento econômico (OLIVEIRA, 2007). Reconhecida a necessidade de formação do corpo intelectual que fomentasse a pesquisa científica em nosso país, cada força passou a montar sua estrutura.

O Instituto Militar de Engenharia (IME)

A história do Instituto Militar de Engenharia remonta à criação da Escola de Engenharia Militar para oficiais, prevista no Decreto nº 2.712, de 31 de dezembro de 1912, porém concretizada apenas nove anos depois, em 1928. Além do Regulamento, foi importante para sua criação a Missão Militar Francesa, iniciada na década de 1920, que alertou para a necessidade de formação de oficiais técnicos utilizando, no corpo discente, oficiais combatentes, estes formados na Escola Militar do Realengo.

O Exército sempre possuiu um corpo técnico formado em suas escolas, criando, ainda no período do Império, os cursos que dariam início à Engenharia no País. Na Escola Técnica do Exército, antecessora do IME, além do curso de engenharia civil e militar, foram ministrados os cursos de Armamento, de Engenheiro

Aeronáutico (este em 1939, e que no futuro passaria para o ITA), de Engenharia Industrial e de Automóvel (criado em 1947). Posteriormente, foi criado o Instituto Militar de Tecnologia (IMT), em 1949, nas mesmas dependências da Escola Técnica, com a implantação de programas de estudo, de pesquisa e de controle de materiais para indústria, já sob a influência da Missão Norte-Americana (LUCENA, 2005).

O IME nasce da fusão da Escola Técnica do Exército com o Instituto Militar de Tecnologia em novembro de 1959, conforme Lei nº 3.654. Até o ano de 1964, apenas militares realizavam seus cursos. A partir daquele ano, passaram a ser admitidos jovens de procedência civil, dos quais não se exigia o compromisso do Serviço do Exército e que recebiam, durante o período do curso, a formação básica voltada à orientação da qualificação de Oficial da Reserva, mediante instrução militar.

A criação do IME, embora tenha ocorrido quando o País estabelecia novos parâmetros para a indústria de defesa, como parte do Plano de Metas de Juscelino Kubistchek, foi a consolidação de uma estrutura já existente na Força. A mudança mais significativa neste sentido se dá quando são incorporados novos elementos na Escola, como a formação dos cursos de pós-graduação. A principal preocupação naquele momento era a construção de uma indústria de defesa, e que esta fosse capaz de encerrar a dependência tecnológica que o setor vivenciava. No campo militar, o que interessava era acabar com a dependência de aquisição do material bélico do exterior, em especial dos EUA.

Em 1969, foram criados os primeiros cursos de pós-graduação *strictu sensu* no IME, os mestrados em Química e em Engenharia Nuclear (antes um curso *lato sensu*). Em 1970, estabeleceram-se três novos

programas de pós-graduação, equiparado a mestrado: Ciências dos Materiais, Engenharia Elétrica e Matemática Aplicada. Em 1972, foi implantado o doutorado em Química, e, em 1973, o mestrado em Matemática Aplicada passou a se tornar um Programa de Mestrado em Engenharia de Sistemas com aplicação nas áreas de Pesquisa Operacional, Matemática Aplicada e Informática. No mesmo ano, foram criados o Programa de Doutorado em Ciências dos Materiais e o de Mestrado em Engenharia Mecânica.

Outros cursos inovadores no País foram criados no IME. Em 1977, foi a vez do Programa de Pós-Graduação em Transportes, e em 1986 criou-se o primeiro curso de Engenharia de Computação no Brasil (LUCENA, 2005).

No pós-Segunda Guerra, foram implementadas pelos governos militares políticas de reforma educacional e de fomento à pesquisa científica, como o Funtec¹ e as leis de reforma universitária, um estímulo ao conhecimento das ciências exatas e da engenharia no Brasil (MOREIRA, 2009). Os engenheiros militares defendiam o progresso nacional por meio do desenvolvimento científico e tecnológico desde o Estado Novo.

Toda esta evolução do IME fazia parte do projeto Brasil Potência pensado por Médici na década de 1960. Desde JK, e durante o regime militar, o binômio “segurança e desenvolvimento” foi deveras importante para o estabelecimento e a alavancagem da indústria de armamento.

Segurança nacional passou a ser assunto não apenas dirigido aos militares, mas uma questão de Estado. Era necessário formar o pessoal que daria condições de se criar uma indústria de armamento no mercado interno capaz de satisfazer as necessidades de segurança, bem como assumir uma postura de liderança e de independência, a fim de colocar o País como protagonista no cenário mundial (MOREIRA, 2009).

O Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA)

A criação do ITA surge da escolha que se fez para criação da indústria aeronáutica no Brasil. Após insucessos no passado, na tentativa de se consolidar a construção de aeronaves no País, surge a oportunidade de retomada do setor. Era preciso definir

o modelo de indústria aeronáutica que melhor atendesse aos anseios nacionais de médio e longo prazo.

Não será abordado aqui o contexto anterior à criação do Ministério da Aeronáutica. Algumas tentativas foram feitas à época, com disputas de influência tanto da Marinha quanto do Exército, que possuíam cada um sua Aviação, a Naval e a Militar, respectivamente. Apenas para conhecimento, é importante anotar que, em meados de 1940, os Estados Unidos lançaram um programa de aproximação aeronáutica com os países da América Latina. No contexto deste programa, alguns oficiais de ambas

Os engenheiros militares defendiam o progresso nacional por meio do desenvolvimento científico e tecnológico desde o Estado Novo

¹ Fundo Nacional de Desenvolvimento Técnico-Científico, criado com recursos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE).

as Forças foram enviados ao MIT² para cursar Engenharia Aeronáutica. Em 1941, foi criado o Ministério da Aeronáutica, que incorporou as Aviações da Marinha e do Exército, bem como as funções civis do Departamento de Aeronáutica Civil do Ministério de Viação e Obras Públicas.

Em 1942, o Tenente-Coronel Aviador Engenheiro Casimiro Montenegro Filho foi nomeado subdiretor de Técnica Aeronáutica. Seu papel foi importante na construção de uma mentalidade voltada ao fortalecimento da construção de uma base científica e tecnológica nacional capaz de absorver os conhecimentos recebidos e gerar novas pesquisas na área de aviação.

Casimiro Montenegro Filho se havia decepcionado com o nível do curso de Engenharia Aeronáutica que acabara de fazer na ETE³, e logo começou a buscar uma solução alternativa em seu posto na Subdiretoria de Técnica Aeronáutica, criada sob medida para ele realizar esse objetivo. Em um primeiro momento, cogitou-se enviar civis para fazer o curso de Engenharia Aeronáutica no MIT, para onde já haviam sido enviados alguns civis pelo industrial paulista Francisco “Baby” Pignatari, visando prepará-los no desenvolvimento de aviões para sua Companhia Aérea Paulista, e por onde havia passado recentemente o oficial Benjamin M. Amarante. (BOTELHO, 1999, p. 142-143)

Alguns ex-alunos do MIT tinham profunda admiração por aquela instituição. Porém, em 1944, alguns estudantes que foram enviados ao MIT não concluíram o curso. Este relativo fracasso ajudou Casimiro Montenegro a se convencer da

necessidade de criação de uma Escola de Engenharia Aeronáutica no País. Ele estreitou laços com o diretor do Departamento de Aeronáutica do MIT, Richard H. Smith, estabelecendo conversas sobre a possibilidade de criação de uma “escola no Brasil capaz de dar suporte de recursos humanos às pesquisas que estavam sendo iniciadas e, no futuro, ao estabelecimento de uma indústria aeronáutica” (BOTELHO, 1999, p. 143).

Foram realizadas duas missões aos Estados Unidos para estudar os rumos da Engenharia Aeronáutica no Brasil. Na primeira, Casimiro visitou o professor Smith, com quem já havia discutido, levando consigo o projeto de criação da Escola de Engenharia Aeronáutica. Em uma segunda oportunidade, Casimiro visitou o centro de pesquisas da Força Aérea norte-americana, o que o levou a criar também um centro de pesquisas orientado para as necessidades tecnológicas da Força Aérea Brasileira (FAB). Fruto das visitas, em junho de 1945, o professor Richard Smith vem ao Brasil como consultor do Ministério da Aeronáutica.

O ITA foi criado sob o modelo norte-americano do MIT. Chamado de Plano Smith, o projeto propôs uma estrutura de ensino diferente dos cursos universitários existentes no País à época. Foi apresentado a Salgado Filho, então ministro da Aeronáutica, o projeto para a criação do Centro Técnico de Aeronáutica (CTA), tendo este sido aprovado em 1946. Para corroborar com a implantação do Plano,

o então coronel-aviador engenheiro Casimiro Montenegro apresentou os seguintes argumentos em favor da medida: (a) necessidade de formação de

2 Massachusetts Institute of Technology.

3 Escola Técnica do Exército.

engenheiros aeronáuticos; (b) imprescindibilidade de um alto padrão de ensino técnico para as tarefas de projetar, construir e utilizar aviões nacionais; (c) a despesa, para os cofres públicos, com a formação de engenheiros aeronáuticos no exterior; (d) a possibilidade de execução, nos laboratórios do CTA, de trabalhos para a indústria; e (e) a influência benéfica de uma Escola de Engenharia Aeronáutica para o progresso da aviação em geral. (TOLLE, 1963, *apud* BOTELHO, 1999, p. 144)

O embrião do ITA foi a criação da Comissão Organizadora do Centro Técnico de Aeronáutica (COCTA), que iniciou suas funções com recursos provenientes do Fundo Aeronáutico, obtendo crédito especial, meses mais tarde, para execução do projeto. Com a recepção de seu plano, Smith prorrogou seu período no Brasil, demitindo-se posteriormente do MIT para tornar-se o primeiro reitor do Instituto Tecnológico Aeronáutico.

Havia a necessidade de treinar engenheiros aeronáuticos e de operar laboratórios industriais e de pesquisas no Brasil, o que era ressaltado pelo Plano Smith. Além disso, as aviações comerciais dos Estados Unidos e do Brasil não eram competidoras, mas complementares, ficando para o Brasil a alocação do desenvolvimento de um transporte aéreo menos luxuoso e veloz.

No modelo de criação do ITA, a partir do Plano Smith,

Dentre suas mais relevantes recomendações destacavam-se: (a) criação de três cursos superiores, juntamente com seus laboratórios, abrangendo a Engenharia Aeronáutica, a Meteorologia e o Comércio Aéreo, e mais tarde um curso de produção de aviões; (b) localização dos grandes laboratórios

industriais e de serviços do MAer no ITA, sob a supervisão de um professor especializado; (c) maior vinculação orgânica do ITA com as indústrias aeronáuticas do que com o governo; (d) subordinação do CTA ao Estado-Maior da Aeronáutica; o ITA, porém, seria dirigido por um civil, assistido por uma congregação de professores autônoma; e (e) a mais completa liberdade acadêmica. (BOTELHO, 1999, p. 144)

As primeiras aulas foram ministradas na Escola Técnica do Exército, graduando-se 13 alunos militares, em 1950. Foram contratados, em sua maioria, professores norte-americanos oriundos das melhores universidades dos Estados Unidos. A partir de 1950, o ITA passou a funcionar no *campus* construído em São José do Campos. Importante notar que, segundo Botelho (1999), todos os alunos aprovados, civis ou militares, recebiam bolsas de estudos e uma pequena ajuda de custo do Ministério da Aeronáutica, o que permitia que eles tivessem dedicação exclusiva aos estudos, como ocorria no MIT.

Desde o início, os fundadores do ITA o viam como mais do que uma nova escola de Engenharia; tratava-se de uma experiência única, com a missão de modernizar o ensino superior e a pesquisa em Engenharia no país. Sua vinculação ao MAer, e não ao Ministério da Educação, permitiu a introdução de uma série de características institucionais e a adoção da filosofia de ensino e pesquisa vigente no MIT e no California Institute of Technology (Caltech). (BOTELHO, 1999, p.145)

A estrutura curricular estabelecida pelo ITA era considerada inovadora. Destacava-se a ausência de cátedra, substituída pela

estrutura departamental. Os professores tinham dedicação integral, e a progressão na carreira era determinada por uma Comissão de Competência. Havia ainda uma separação entre ensino fundamental e ensino profissional. Era dada importância relevante aos trabalhos práticos científicos e tecnológicos, o que podia ocupar 40% do tempo do aluno.

Outro importante aspecto do ITA era o relacionamento aluno-professor, que se fazia de maneira mais intensa que nas demais universidades do País. A carga de exigência dos alunos era intensa, e estes levavam uma grande quantidade de atividades para casa, além de repetições, exercícios e laboratórios. Tudo isso era possível em virtude das bolsas que os alunos recebiam do Ministério da Aeronáutica.

De acordo com Steinberg,

Com 110 professores de 20 nacionalidades diferentes, 20 com Ph.D. de importantes universidades estrangeiras, ao final da década de 50, o ITA possuía a mais alta relação professor/aluno. Referindo-se à instituição em um congresso internacional nos Estados Unidos em 1959, Saul S. Steinberg, antigo decano da School of Engineering da University of Maryland, e então reitor do ITA, assim concluiu sua apresentação: A fundação do ITA, no Brasil, se ressaltará como um evento histórico da maior significação no progresso da Engenharia moderna através do mundo. Da mesma forma que a organização da École des Ponts et Chaussées em Paris, França, em 1747 serviu de modelo para educação em Engenharia através da Europa; e a fundação do Rennsselear Polytechnic Institute em Troy, Nova

York, em 1824, serviu de modelo para a educação em Engenharia na América do Norte; também o estabelecimento do ITA no Brasil em 1948 marca o começo da modernização da educação em Engenharia através da América Latina. (1959, *apud* BOTELHO, p. 146)

Durante os primeiros anos do CNPq, o ITA foi a principal instituição demandante de bolsas no exterior, reflexo de sua política constante de aperfeiçoamento de seus quadros. Este instituto influenciou a renovação do ensino e da pesquisa brasileira, servindo de modelo para outras instituições, como a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), reorganização do IPT⁴, e a transformação do ETE em IME.

O convênio da Marinha com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Fruto da propagação da ideologia nacional desenvolvimentista nos anos 50, ocorreu maior intervenção estatal e incentivo à industrialização do País. Foi o momento de reconstrução da indústria naval brasileira, que desde o final do século XIX ansiava por novos dias de glória.

A política externa inicia um alinhamento com a política de defesa na procura por fontes para fornecimento de armamentos, primeiramente, e tecnologia como intenções finais do Brasil. A política orçamentária do governo de JK previa uma alta porcentagem de recursos a serem aplicados no setor militar, o que propiciaria à Marinha a compra do Porta-Aviões *Minas Gerais*, e a assinatura do convênio entre a MB e a USP para a nacionalização do curso de Engenharia Naval, a fim de contribuir para o desenvolvimento da in-

4 Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

dústria naval no País, como parte do Plano de Metas do seu governo (AMARAL, 2013). Sob a ótica do desenvolvimento de tecnologias nacionais pela Marinha, dois eventos são de grande importância: a criação do primeiro curso superior de Engenharia Naval no Brasil, em 1956, na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, e a criação do Instituto de Pesquisa da Marinha (IPqM), em 1959.

Antes da criação do curso de Engenharia Naval na USP, os engenheiros brasileiros eram formados em diferentes países. Já nos primeiros anos pós-Segunda Guerra, os ministros da pasta da Marinha viam a necessidade de pessoal qualificado a fim de atenderem às demandas das bases e dos estaleiros nacionais quanto à manutenção dos navios em território nacional. A opção pelo convênio com a USP se deu por dois motivos: a preocupação, naquele momento, em formar tanto engenheiros dos quadros da Marinha quanto alunos civis e o fato de a USP possuir um tanque de provas no Instituto Tecnológico, bem como a confiança na excelência do ensino ministrado. Além disso, os custos com a criação de um Instituto de Engenharia próprio seriam maiores, e a concretização levaria um tempo que a demanda não permitiria esperar.

Políticas voltadas à industrialização impulsionaram o desenvolvimento do curso ministrado na USP e do que seria iniciado na Universidade do Brasil⁵. O propósito era a substituição de importações dando lugar à universidade para o compromisso de gerar mão de obra capacitada, além de conhecimentos e técnicas que deveriam reduzir a defasagem tecnológica existente no País naquele momento.

Marinha e USP firmaram um convênio em 1956 para criar e manter um curso de Engenharia Naval no Brasil. Antes deste convênio, “os engenheiros navais da Força eram formados nos EUA após aprovação na Concurso de Seleção ao Corpo de Engenheiros” (FREITAS, 2014, p. 24). Assinado oficialmente em 8 de maio de 1956, na Congregação da Escola Politécnica da USP, o convênio assinalava que a Marinha encontrava dificuldade para obter no País pessoal civil formado em construção naval, o que também restringia o desenvolvimento da indústria de construção naval civil. A USP já se destacava no cenário nacional por dar grande impulso à ampliação e ao desenvolvimento de laboratórios e instalações de pesquisa e experimentação. Estava, também, em fase final a construção do Tanque de Provas para os modelos de navios, com a colaboração do Ministério da Marinha. (SAES; CYTRYNOWICZ, 2019)

À época a Marinha detinha o maior núcleo de engenheiros de construção naval e informação técnica sobre o assunto. A Força mantinha o intercâmbio com outras Marinhas e várias instituições técnicas e educacionais estrangeiras.

Segundo Freitas, o Escritório Técnico de Construção Naval (ETCN)⁶ e a Escola Politécnica da USP (Epusp) rapidamente estruturaram um bom curso. “Nos primeiros anos, o ETCN-SP trouxe do MIT professores e ajudou a enviar para pós-graduação no exterior alguns dos melhores alunos civis recém-formados, já como integrantes do corpo docente da Epusp” (FREITAS, 2014, p. 24). Foi firmado ainda um convênio com o Instituto de Pesquisas Técnicas (IPT) para que fos-

5 A Universidade do Brasil depois viria a se chamar Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

6 Após a assinatura do convênio, a Marinha estabeleceu um escritório que ficaria nas instalações da USP para dar suporte ao curso.

sem implantadas e mantidas as instalações experimentais para testes de modelos de navios e de propulsores.

Cabia ao ETCN, além de representar a Marinha junto à Epusp, a organização geral do curso e do Escritório Técnico. Influenciava diretamente nos programas das disciplinas gerais e específicas que deveriam se ajustar às exigências de crédito em instituições estrangeiras. Era o ETCN que orientava os alunos e professores oriundos da Marinha, devendo ainda promover a pesquisa científica no campo da engenharia naval. O curso foi iniciado em 1957. Nos dois primeiros anos, as disciplinas do novo curso eram comuns aos demais cursos de engenharia da Epusp, sendo oferecidas, nos três anos subsequentes, disciplinas comuns a outras engenharias e disciplinas específicas para as opções de Estruturas, Máquinas e Eletrônica. Os alunos civis eram admitidos de acordo com as regras da universidade, recebendo ainda estudantes civis bolsistas e oficiais da Marinha, estes selecionados em concurso para engenheiros navais. Para o início do curso foi necessário suprir a falta de professores especialistas no País, na área de Engenharia Naval. A solução foi a contratação de professores oriundos do MIT. A escolha se deu naturalmente já que era um centro universitário de excelência, e muitos oficiais da Marinha haviam estudado naquela instituição (SAES; CYTRYNOWICZ, 2019). Os alunos passavam, no quinto ano do curso, por um estágio obrigatório

no Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ), único grande estaleiro em funcionamento no período. Para as cinco primeiras turmas de oficiais aprovados no Concurso de Seleção,

o curso era iniciado no terceiro ano de graduação da Epusp e mais um semestre de disciplinas destinadas especificamente a prepará-las para a pós-graduação do Massachusetts Institute of Technology (MIT) sem ter completado o curso de graduação no Brasil, que era de cinco anos. (FREITAS, 2014, p. 25)

A verba para implantação e manutenção do curso era proveniente da Marinha, que se comprometeu ainda em fornecer professores para o ensino das disciplinas específicas de construção naval, garantindo também bolsas de estudo no exterior aos assistentes designados pela Escola Politécnica para obtenção do título de Mestrado (SILVA, 2018). Além do MIT, foram firmados acordos com a Universidade de Columbia, a Universidade de Michigan e a Universidade de Harvard. A vinda dos professores estrangeiros foi financiada pelo Programa IV⁷, do presidente norte-americano Truman. (SAES; CYTRYNOWICZ, 2019)

Assim se estabelecia o primeiro curso de Engenharia Naval no País. Em 1959, o curso recebeu seu primeiro desafio: construir um navio de pesquisa para o Instituto Oceanográfico da USP. A ideia

7 “Programa de Cooperação Técnica Internacional entre os Estados Unidos e os países latino-americanos proposto pelo presidente norte-americano Harry Truman em seu discurso de posse, em janeiro de 1949. Recebeu esse nome por ser o quarto ponto do discurso presidencial. O Ponto IV no Brasil foi estabelecido por meio da assinatura de dois acordos com o governo norte-americano: o Acordo Básico de Cooperação Técnica, de 19 de dezembro de 1950, e o Acordo de Serviços Técnicos Especiais, de 30 de maio de 1953.” (In: FGV. CPDOC. Disponível em: <http://www.fgv.br/cpdoc/acervo/dicionarios/verbete-tematico/ponto-iv#:~:text=Programa%20de%20coopera%C3%A7%C3%A3o%20t%C3%A9cnica%20internacional,quarto%20ponto%20do%20discurso%20presidencial.> Acesso em: 11 jul. 2021.

partiu do trabalho do fundador e diretor daquele instituto, professor Wladimir Besnard. Coube ao Capitão de Corveta Yapery, juntamente com os alunos do quinto ano, o desenvolvimento do projeto básico, que por sua vez foi concebido no estaleiro Mjelle Karlsem, na Noruega (SAES; CYTRYNOWICZ, 2019). Note-se que o IPT possuía papel importante, pois lá o modelo reduzido foi testado no Tanque de Provas.

A primeira turma de engenheiros se formou em 1959, quando se iniciava a retomada da indústria naval, incentivada pela política desenvolvimentista de JK. Grandes estaleiros iniciaram suas atividades na década de 1960 e seguiriam funcionando até o final da década de 1970, quando a indústria naval brasileira atingiu seu auge, estimulado não só pelo Plano de Metas de JK, mas pelo Plano de Emergência que foi implementado da década de 1960.

PRINCIPAIS PROJETOS DESENVOLVIDOS E REFLEXOS NA INDÚSTRIA

Indústria militar⁸ e aeronáutica

Foi possível notar que as três Forças tomaram caminhos diferentes nas escolhas para a formação de seus recursos humanos. Embora o Exército e a Aeronáutica optassem pela criação de seu próprio instituto, as motivações e o modelo adotado não eram os mesmos. O Exército já formava seus engenheiros, e a separação da escola foi uma decisão conveniente para a Força. Já a FAB adotou o modelo de ensino do MIT e tinha como objetivo principal a criação da indústria aeronáuti-

ca no País com formação de pessoal com pensamento empreendedor e inovador.

Em 1964, as Forças Armadas se mobilizaram para a criação de uma indústria de armamento. Formou-se um Plano de Defesa elaborado dentro do Grupo Permanente de Mobilização Industrial (GPMI) e da Federação das Indústrias de São Paulo (Fiesp), a fim de mobilizar a indústria civil no apoio à indústria de armamento (BRIGAGÃO, 1988).

Coube ainda ao então BNDE o financiamento de projetos de pesquisa e ensino C&T. Foi elaborado pelo Banco o Fundo Nacional de Desenvolvimento Técnico-Científico (Funtec), o qual disponibilizou cerca de US\$100 milhões para projetos de pesquisa em nível de pós-graduação nas áreas de Engenharia e Ciências Exatas. (SCHWARTZMAN, 2001 *apud* MOREIRA, p. 5)

Neste contexto, IME e ITA se beneficiaram do incentivo federal e tiveram a oportunidade de expandir seus cursos. Assim, pôde-se aumentar a oferta de cursos de pós-graduação do IME. Esse investimento na pesquisa permitiu que o IME se constituísse na base sólida necessária para formação da indústria brasileira de material bélico. Seus engenheiros iriam compor os quadros das empresas produtoras de armamento no País, em especial da Engesa (Engenheiros Especializados S.A.).

A Engesa foi uma das mais importantes produtoras de equipamentos militares de uso terrestre do Brasil. Sua fundação se deu em 1958, por um grupo de engenheiros recém-formados liderado por José Luiz Whitaker Ribeiro, e era sediada na cidade de São Paulo. A empresa se dedicou, nos primeiros anos, à fabricação de equipamentos para prospecção, produção

8 Utilizou-se o termo “indústria militar” como sendo aquela dedicada a armamentos e carros de combate, voltada mais especificamente, mas não exclusivamente, aos interesses do Exército.

e refino de petróleo, chegando a colocar o Brasil, na década de 80, na quinta posição entre os maiores exportadores mundiais de material militar. Entre os projetos mais relevantes, destacam-se a projeção e a fabricação de um sistema de tração 4x4 para equipar uma série de veículos nacionais, em 1967, e que recebeu o nome comercial de Tração Total, uma inovação na indústria automobilística. Outro projeto importante da empresa foi o desenvolvimento do sistema de tração dupla, o Boomerang, de suma importância no desenvolvimento de diversos veículos militares, o que ajudaria na internacionalização dos produtos por ela desenvolvidos. A Engesa desenvolveu ainda dois blindados, os protótipos EE-9 Cascavel e o EE-11 Urutu, em 1971. (LEXICAR Brasil)

Em 1961 foi criada a Avibras, com o propósito de projetar, desenvolver e construir aviões e foguetes. Logo mudaram-se os propósitos, ficando a empresa vocacionada apenas ao desenvolvimento de foguetes. A Avibras foi criada por um grupo de engenheiros egressos do ITA (OLIVEIRA, 2004) (AVIBRAS, 2021). Os primeiros projetos foram os aviões Alvorada e Falcão. Na década de 1970, começaram a desenvolver foguetes para emprego superfície-superfície e mísseis para o Exército. Desenvolveram ainda sistemas de foguetes ar-terra e armamentos para helicópteros. Ainda nesse período, entregaram antenas Ansat-10, que faziam parte da cobertura de telecomunicações no País. Na década de 1980, foi iniciado o projeto Astros, um sistema de artilharia para saturação de área, exportado para diversos países e empregado em combate na Guerra do Golfo. O volume de exportação dos produtos da empresa teve um salto nesse período, principalmente pelo desenvolvimento de sistemas de defesa e pela ampliação das instalações da Avi-

bras. Outros projetos importantes foram o protótipo de Equipamento de Direção de Tiro (EDT) para defesa antiaérea e a fabricação de um trator articulado especial para movimentação de estampos de até 60 toneladas (AVIBRAS, 2021).

O pessoal formado nos dois centros de excelência em Engenharia Militar no Brasil – IME e ITA – contribuiu decisivamente para que o País implantasse uma indústria de aviação capaz de competir internacionalmente: a Embraer.

A criação da Embraer foi oficializada em 19 de agosto de 1969, tendo suas atividades iniciadas em 1970. Sua criação visava à comercialização de um modelo de avião desenvolvido nas salas do ITA: o Bandeirante, projeto coordenado por Ozires Silva. O protótipo teve seu voo bem-sucedido em 1968, e a criação de uma fábrica era necessária para a produção seriada. O Bandeirante sofreu modificações e, ao longo dos anos de 1970, ganhou destaque no mercado internacional. Paralelamente, a Embraer desenvolvia projetos inovadores nas áreas de aviação agrícola, comercial e executiva (EMBRAER, 2021). Em 1981, um grande passo foi dado no desenvolvimento tecnológico após a realização de um acordo de produção, em parceria com as empresas italianas Aeritalia e Aermacchi, do caça subsônico AMX. A Embraer foi responsável por 29,7% do projeto, cabendo a cada uma das empresas projetar e produzir diferentes seções da aeronave (MOREIRA, 2009). Foram desenvolvidas ainda outras importantes aeronaves: Ipanema, Xavante e Xingu. A Embraer foi capaz de oferecer produtos para o segmento militar (destaque para a aeronave EMB 312 Tucano, um turboélice de treinamento) e para o segmento civil, o que permitiu a sustentabilidade da empresa (EMBRAER, 2021).

A indústria de armamento atingiu seu auge em meados da década de 1980. Existiam, em 1986, cerca de 350 empresas ligadas ao setor de defesa, empregando aproximadamente 60 mil pessoas. A indústria nacional era responsável por 70% da frota da FAB, e a Engesa fornecia a maior parte dos veículos blindados para o Exército (MOREIRA, 2009).

No caso do ITA, a estratégia de construir uma escola no Brasil, em substituição ao envio de militares e civis para estudar no exterior se demonstrou acertada. O instituto garantiu a autonomia brasileira e inovação tecnológica no setor aeronáutico. De fato, bases sólidas foram lançadas neste campo. Nos primeiros 20 anos do ITA, formou-se uma massa crítica de engenheiros qualificados capaz de criar empresas fortes no segmento de defesa (MARTINS *et al*, 2010).

No final da década de 1980 e início da década de 1990, o que se viu foi um enfraquecimento da indústria bélica brasileira. Alguns empreendimentos mais arriscados trouxeram sérios problemas para a indústria de defesa nacional. Outros acontecimentos internacionais também corroboraram para o enfraquecimento da indústria. O fim da guerra Irã-Iraque em 1988 privou o Brasil de um mercado lucrativo de armas, afetando diretamente Engesa e Avibras. Além disso, o término da Guerra Fria já prenunciava o declínio no comércio mundial de armas (MOREIRA, 2009). A Guerra do Golfo, em 1991, tornou-se uma vitrine para a superioridade tecnológica do Estados Unidos, e, mesmo sendo mais baratos, os produtos brasileiros se tornaram menos atrativos.

Os fracassos vividos pela indústria de material de defesa no Brasil foram de ordem econômica, dada a subordinação do País no contexto das relações internacionais. A demanda interna nunca foi suficiente para sustentar essa indústria, e competir com o mercado mundial requer maior investimento em P&D. Para alguns autores, este foi o ponto chave no fracasso de algumas empresas, pois houve falha na política de formação de recursos humanos e de investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. Enquanto Inovação sempre esteve presente nas salas do ITA (MARTINS *et al*, 2010), este assunto só começa a fazer parte da cultura do IME a partir do seu processo de transformação.

Indústria Naval: de Guerra e Mercante

A indústria de armamento atingiu seu auge na década de 1980, com cerca de 350 empresas empregando 60 mil pessoas

Os caminhos das indústrias militar e aeronáutica seguiram um curso um pouco diferente da indústria naval brasileira. Embora tenham recebido incentivos do governo

federal, existiam duas vertentes bem definidas: a construção naval voltada aos navios de guerra e a construção naval voltada aos navios mercantes.

Sendo reconhecidamente o primeiro curso de Engenharia Naval no Brasil, o curso da USP ganhou a atenção das instâncias superiores de educação apenas em 1965, mas isto não impedia o seu devido funcionamento (SILVA, 2018). Voltava-se sobremaneira aos propósitos da Marinha, contribuindo com seus oficiais formados e na formação dos professores da universidade.

Em 1959, os estaleiros do Rio de Janeiro estabeleceram um convênio com a

Escola Nacional de Engenharia da então Universidade do Brasil (atual UFRJ), visando à formação de mão de obra para as demandas do setor produtivo (SILVA, 2018). É possível notar um aparente distanciamento entre a indústria de navios mercantes e os navios de guerra: estes últimos terão sua construção concentrada no AMRJ. Ressalta-se que um investimento no setor já era previsto, com o plano de nacionalização da frota mercante.

Pela Marinha, foi realizado um convênio simultaneamente com o IPT-SP, que se localizava no mesmo sítio da USP. O IPT-SP permitiu dotar o Brasil de recursos e especialistas, bem como de instalações para experimentos em hidrodinâmica, fundamentais para os projetos de navios. É preciso que se entenda que o convênio com a USP era tão importante quanto o convênio com o IPT. Desta forma, ao tratar dos projetos desenvolvidos, estes devem ser entendidos como resultados da relação da Marinha com as duas instituições. No final da década de 1960 e início da década de 1970, são feitos altos investimentos tecnológicos e de ampliação das atividades navais, em virtude do crescimento econômico que o Brasil vivia, bem como dos programas da Marinha para o desenvolvimento de projetos de embarcações militares. Seria estabelecida ainda uma parceria com a Petrobras (SILVA, 2018).

As primeiras linhas de pesquisa desenvolvidas pelo Departamento de Engenharia Naval foram formuladas em 1969, cerca de 12 anos após o início do convênio. A grande maioria dos professores de Engenharia Naval iniciava suas carreiras universitárias. Sendo assim, “elas foram uma diretriz para os primeiros cursos de pós-graduação e teses de mestrado” (FREITAS, 2014, p. 62).

O convênio produziu efeitos benéficos percebidos rapidamente. Graças aos

recursos do governo federal, pelo Plano Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PNDCT), foram realizados alguns cursos de pós-graduação ministrados por professores visitantes estrangeiros (FREITAS, 2014). Alguns alunos de pós-graduação puderam ter dedicação integral, assim como houve a formação de alunos monitores. Elaboraram-se livros modernos, e foram comprados equipamentos e materiais. Construiu-se uma atmosfera intelectual que se renovava.

O contexto de investimentos na construção naval entre a década de 1960 e a de 1980 é complexo. O ápice de produtividade foi alcançado na década de 1970, quando foi lançado o primeiro Plano de Construções Navais (I PCN) com a previsão de encomenda e construção, nos estaleiros nacionais, de 116 embarcações de todos os tipos, e um investimento em torno de 1,2 bilhão de dólares. Em 1974, foi lançado o novo PCN (II PCN), graças ao sucesso do primeiro, com previsão de encomenda e construção de 765 embarcações e investimento de 3,3 bilhões de dólares (SILVA, 2018).

Apesar dos pesados investimentos do governo federal na produção da indústria naval brasileira, a demanda estrangeira não tinha grande representatividade. Poucos países encomendaram navios aos estaleiros brasileiros, em especial navios cargueiros, que possuem em geral pouca demanda tecnológica. Ainda que os engenheiros da USP tivessem a garantia de emprego ao término do curso de Engenharia Naval, estes eram pouco demandados quanto ao *know-how* adquirido na universidade (SAES; CYTRYNOWICZ, 2019). Este distanciamento existente entre a demanda e a pesquisa corroborou para que o País não possuísse uma indústria de navieças, ficando dependente de importações neste setor.

No campo da Marinha Mercante,

os investimentos do governo quanto à indústria de construção naval estavam voltados para um crescimento intenso e rápido do setor. A preocupação do governo durante a década de 1960/70 era pragmática: sustentar o crescimento da Marinha Mercante brasileira para suprir a demanda do mercado interno, sem incentivar formas de exportação de navios e sem incentivar a capacitação tecnológica. (SAES; CYTRYNOWICZ, 2019, p. 143)

Podemos tratar dos projetos desenvolvidos no mesmo período pela Marinha, junto ao corpo técnico formado na USP, sob uma ótica diferente. O navio de guerra, por sua natureza, demanda conhecimento tecnológico superior. Seus componentes e sistemas devem estar à frente dos sistemas dos navios empregados no comércio. Em razão disso, a Marinha sempre necessitou de uma retaguarda técnica. Por este motivo, a Marinha continuou investindo na capacitação do corpo docente do Departamento de Engenharia da Epusp (DEN-Epusp) e da Divisão Naval da IPT (Dinav-IPT). Segundo Freitas,

a partir de 1972, o DEN-Epusp e a Dinav-IPT passaram a receber anualmente dois professores ou engenheiros, quase sempre por iniciativa do ETCN-SP. Eles vinham do Massachusetts Institute of Technology, do Naval Ship Research and Development Center da USN, do Royal Naval Engineering College da Royal Navy, da Universidade de Yokohama, da Ishikawajima Heavy Industries e da Kawasaki Heavy Industries. Esse intercâmbio também era realizado em sentido inverso, graças ao envio de professores civis para aperfeiçoamento

no exterior, apoiados pelo convênio Marinha-USP. (FREITAS, 2014, p. 65)

Ainda nesse período, foram criadas disciplinas especiais para os oficiais-alunos da Epusp que eram cursadas no período de férias e ministradas por oficiais do ETCN-SP. Estas disciplinas eram voltadas aos interesses da Força, como, por exemplo, Introdução à Análise de Estruturas de Submarinos. O interesse dos alunos pela Engenharia Naval aumentou no período, uma vez que a indústria crescia rapidamente. Os alunos civis realizavam seus estágios obrigatórios no Arsenal de Marinha, o que era benéfico para a Força.

O ETCN, braço da Marinha no convênio, dedicou-se quase que exclusivamente ao ensino e à execução do convênio. Passou a se envolver em pesquisa e desenvolvimento a partir do PNDCT. Porém ainda não havia desempenhado um papel mais importante: o de retaguarda técnica da engenharia da Marinha. Para Freitas, “a função da retaguarda técnica é estudar e resolver problemas existentes ou previsíveis cuja solução ainda não seja conhecida nos órgãos de direção, planejamento, projeto, produção, manutenção e reparo” (2014, p. 68). Este papel seria desempenhado nos projetos encabeçados pela Marinha.

Alguns projetos de concepção e preliminar no Plano de Reaparelhamento da Marinha da década de 1970, no qual constavam vários navios-patrolha rápidos, foram desenvolvidos no ETCN-SP, sendo submetidos à Diretoria de Engenharia Naval (DEN). Isso atenderia às necessidades da Marinha, intensificaria o uso da pequena retaguarda técnica que já se formara e suscitaria temas para novos estudos e teses (FREITAS, 2014).

A Marinha construiu um plano de projeto e construção de navios. Estava prevista a construção das fragatas e cor-

vetas, bem como a construção do Navio-Escola *Brasil*. A Força decidiu, em 1973, concentrar na USP a formação de todos os oficiais do Corpo de Engenheiros e Técnicos Navais. Foram organizadas iniciativas e parcerias para promover a pesquisa envolvendo o DEN-Epusp, a Dinav-IPT, o BNDES e a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Estes programas foram de suma importância para a capacitação necessária ao projeto dos submarinos e de sistemas oceânicos para a Petrobras (SILVA, 2018). Foram necessárias alterações nos currículos para que se adequassem às necessidades impostas pelos projetos de alta complexidade tecnológica que a Marinha exigiria.

A Marinha se preparou para dar início a seu grande projeto: o Programa Decenal de Renovação dos Meios Flutuantes da Marinha de Guerra, em 1967. No ano de 1972, iniciou-se a construção das fragatas *Independência* e *União*, da classe *Niterói*, no Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, que substituiriam os navios da Segunda Guerra Mundial. Fazia parte do plano de modernização da Marinha, inaugurado no final do governo Castelo Branco, com apoio do ministro Roberto Campos (MARTINS FILHO, 2009). Era um salto tecnológico que a Marinha dava naquele momento. O projeto original era inglês, sendo empregados na construção muitos engenheiros navais formados na USP, incluindo civis. A construção da *Independência* foi concluída em 1979, e da *União* em 1980. Ainda foram construídos no Arsenal duas lanchas para transporte de passageiros e o Navio-Patrolha Fluvial *Itaipu*, para a Marinha do Paraguai.

Outros projetos foram desenvolvidos ainda na década de 1970, como o das corvetas classe *Inhaúma*. Neste projeto foram empregadas as lições da Guerra das Malvinas e as soluções da Fragata

Niterói (SAES; CYTRYNOWICZ, 2019). O índice de nacionalização atingiu de 40 a 50% do custo total (SILVA, 2018). A construção foi iniciada em 1983, no Arsenal de Marinha, sendo concluído o primeiro navio em 1989. O estaleiro Verolme, em Angra dos Reis, construiu outras duas corvetas de mesmo projeto. Também foram realizados o projeto e a construção do Navio-Escola *Brasil*, a partir do projeto das fragatas classe *Niterói*, sendo aquele lançado ao mar em 1983. O Arsenal teria capacidade para trabalhar na modernização do Navio-Aeródromo *Minas Gerais*.

O convênio Marinha-USP rendeu excelentes frutos para a construção naval no que tange às necessidades da Marinha do Brasil, no período de 1960 a meados dos anos 1980. Para Freitas,

o caminho que a Marinha escolhera em 1956 – associar-se a uma universidade, em vez de fundar e manter seu próprio Instituto e Centro Técnico – começava a demonstrar sua potencialidade. Era necessário explorá-lo mais intensamente, nele investindo mais, sem prejudicar-lhe as características principais: leveza da estrutura técnico-gerencial da Marinha; compatibilidade com os valores, tradições e aspirações universitárias; cuidadoso preparo intelectual dos oficiais da direção do ETCN-SP; e permanência desses oficiais no ETCN-SP por um período suficiente para se integrarem à equipe de professores e nela serem reconhecidos e considerados pelos seus colegas civis. (FREITAS, 2014, p. 79)

O ETCN-SP, até 1995, tinha se desenvolvido o suficiente para que houvesse sua expansão. Os trabalhos executados em associação ETCN-SP/DEN-Epusp poderiam ter sido estendidos a outros

departamentos, como o de Mecânica/Mecatrônica, de Estruturas e Fundações e de Eletricidade/Eletrônica. De fato, as relações com os primeiros departamentos sempre foram mais próximas, pois se voltavam diretamente à formação dos engenheiros navais. Com o terceiro havia proximidade na medida em que os engenheiros eletrônicos da Marinha eram por estes formados. Com o tempo, alguns dos professores do convênio acabaram por se transferir em definitivo para os departamentos citados, e lá desenvolveram outros projetos de pesquisa. Os propósitos de ampliação do ETCN-SP o levariam a novas associações com departamentos congêneres do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (Coppe) e outras universidades e institutos de pesquisa. Relações com a DEN e o Arsenal integrariam o ETCN-SP, a exemplo do que já ocorria com a Diretoria de Sistemas de Armas da Marinha (DSAM) e o Centro de Estudos Técnicos da Marinha em São Paulo (CETM-SP). Seria uma expansão de atividades a ser realizada de forma segura e paulatina, a fim de evitar reformas arriscadas. Deveriam ser feitos novos investimentos em ideias, projetos, pesquisas e desenvolvimento em oposição a investimentos em novos edifícios e novos órgãos, que em geral dão falsa sensação de progresso (FREITAS, 2014).

Desde sua formação, a Marinha viveu saltos tecnológicos, muito em virtude da inconstância de investimentos na aquisição de novos meios. “Evidentemente, o reconhecimento da importância da tecnologia nas temáticas navais não resolve a questão relativa à forma como ela se relaciona com demais níveis de análise: os aspectos estratégicos, políticos, financeiros, de formação e de pessoal” (MARTINS FILHO, 2009, p.107).

Na produção de navios para a Marinha Mercante, o cenário era um pouco diferente. A partir de meados da década de 1980, ocorreu um colapso, do ponto de vista financeiro, nos aportes de recursos tradicionais destinados às infraestruturas. Houve um forte declínio nos investimentos públicos, levando à interrupção da expansão continuada de oferta iniciada na década de 1950. No período de 1980 a 2000, o Estado se tornou cada vez menos presente. Como a indústria era dependente desses recursos, subsidiando a construção dos estaleiros nacionais, pode-se entender o processo de deterioração contínua das infraestruturas do País e os flagrantes descompasso diante do crescimento da demanda. Os subsídios gerados pelo adicional de frete para renovação da Marinha Mercante viabilizaram os sucessivos planos de construção naval. Sem este subsídio e demais medidas protecionistas, tornou-se difícil a continuidade do crescimento até então vivido.

De acordo com Barat *et al*,

O problema, no entanto, é que o ciclo estatal-desenvolvimentista esgotou-se pelas razões expostas, demonstrando a incapacidade de se prosseguir nesse modelo. No caso da indústria naval especificamente, a incapacidade de se progredir foi agravada pelo fato de a Superintendência Nacional de Marinha Mercante (Sunamam) não ter tido competência para conduzir os programas de renovação da frota e de construção naval. Além de sérios problemas de corrupção, houve inúmeras falhas administrativas e ausência de políticas e diretrizes orientadoras, o que fez com que o projeto de se ter uma pujante indústria naval fracassasse. (BARAT *et al*, 2014, p. 43)

Pode-se aferir que a indústria naval brasileira não acompanhou tecnologicamente a indústria naval internacional. Ainda que o curso de Engenharia Naval da Epusp possuísse programas de pós-graduação e se preocupasse com uma formação de excelência, aos moldes das principais escolas no exterior, este conhecimento não era transferido para a indústria nacional. Apenas a Marinha do Brasil se manteve nesse propósito de possuir belonaves possuidoras de tecnologia avançada, mas, sem os investimentos constantes que o setor de navios de guerra necessitava, dificultou-se a criação de uma base sólida para este fim.

O MOMENTO ATUAL

As Forças Armadas se dedicaram a pensar durante toda a segunda metade do século XX num projeto para o Brasil que o tornasse forte militarmente e economicamente. Buscou-se para tal propósito estabelecer uma relação entre C&T e P&D como estratégia, alinhada ao fator de desenvolvimento econômico. Muito se construiu no decorrer do século passado, embora se tenha visto um declínio nos investimentos.

É preciso entender que o elevado nível de sofisticação tecnológica no desenvolvimento e na produção de equipamentos, como mísseis, aviões, carros de combate, navios de guerra e submarinos, tem concentrado cada vez mais o poder político-militar. “Nos dias atuais, menos de duas dezenas de nações possuem competência para projetar, construir e equipar, autonomamente, os modernos materiais de defesa” (AMARANTE, 2001, p. 12). O resultado é o aumento da dependência tecnológica externa daqueles que não possuem uma indústria de defesa com recursos humanos bem capacitados.

Vivemos a era do conhecimento, em que o capital humano é o maior patrimônio de uma empresa, um órgão e uma nação. É necessário investimento na formação e gestão de pessoas. A demanda por inovação se tornou uma constante em todos os setores, sobretudo na indústria de defesa. Fazem-se necessárias tecnologias alicerçadas por conhecimentos científicos que correspondam aos anseios da sociedade, preponderantemente transmitidos e ampliados na academia. A busca e o acúmulo de conhecimentos científicos (inclusive militares) tornaram-se, com o passar do tempo, os principais insumos para o sucesso econômico, deixando de ser um bem puramente cultural. Inovação tornou-se palavra de ordem neste novo ciclo, sendo a base tecnológica da globalização da economia.

Cabe lembrar que a Lei de Inovação, nº 10.973, aprovada em 2 de dezembro de 2004, alterada pelo Novo Marco Legal da Inovação, Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016, está organizada em torno de três eixos: a constituição de ambiente propício a parcerias estratégicas entre universidades, institutos tecnológicos e empresas; o estímulo à participação de institutos de ciência e tecnologia no processo de inovação; e o estímulo à inovação na empresa.

A Estratégia Nacional de Defesa prevê que, para a capacidade tecnológica desejada, é necessária a interação entre governo, indústria e academia:

A Capacidade de Desenvolvimento Tecnológico de Defesa proporciona o desenvolvimento e/ou modernização de Produtos de Defesa – Prode e Sistemas de Defesa – SD, por intermédio de ações integradas empreendidas pelo Estado, indústria e meio acadêmico, de forma sinérgica, buscando a atualização e a independência tecnológica. (BRASIL, 2020, p. 39)

Cabe às Forças Armadas a condução de três setores tecnológicos estratégicos para o País, o que demanda formação de pessoal e parcerias estratégicas, consideradas essenciais para a Defesa Nacional:

Três setores tecnológicos são essenciais para a Defesa Nacional: o nuclear, o cibernético e o espacial. Portanto, são considerados estratégicos e devem ser fortalecidos. Como decorrência de sua própria natureza, transcendem à divisão entre desenvolvimento e defesa e entre o civil e o militar. Importa, nesse contexto, a capacitação do País como um todo, bem como conferir ao Poder Nacional condições de adaptar-se às circunstâncias e de servir-se do potencial de emprego que abrigam.

Esses setores estratégicos apresentam elevada complexidade, de forma que, ao mesmo tempo em que demandam liderança centralizada, requerem estreita coordenação e integração de diversos atores e áreas do conhecimento. (BRASIL, 2020, p. 58)

Note-se que a END não se atém apenas à formação de pessoal envolvido diretamente com os três setores, mas engloba toda a rede de conhecimentos necessários ao desenvolvimento científico e tecnológico.

Neste contexto, Marinha, Exército e Aeronáutica precisaram de reformulação para se adaptar ao novo momento vivido. O IME, motivado pelo Processo de Transformação do Exército (PASSOS *et al*, 2017), que coloca ciência e tecnologia como norte dos novos rumos, tem procurado atender, cada vez mais, a demandas mais sofisticadas e apoiar os desafios tecnológicos existentes no País.

Para a criação de seu Parque Tecnológico, o Exército pretendia colocar o IME no centro do processo, reformulando seu

papel no Sistema de CT&I do Exército. Para apoiar as mudanças, um recurso foi a aproximação com o modelo sueco de tríplice hélice, pelo Centro de Pesquisa e Inovação Sueco-Brasileiro (CISB). Foi possível observar as experiências de sucesso do relacionamento da indústria de defesa sueca com as universidades daquele país. O IME tem se proposto a um modelo de universidade empreendedora, mudança apoiada no conceito do tríplice hélice.

Fruto da aproximação com o CISB e do aprendizado com a tríplice hélice de defesa sueca, o IME tornou-se o ponto focal para implementação das mudanças no Exército e tem se empenhado em praticar e promover os conceitos de gestão da inovação. Procurou-se ampliar suas atribuições bem além da formação de recursos humanos (PASSOS *et al*, 2017). O IME se tornou o polo de implementação de todo o processo de inovação baseado no conceito de tríplice hélice, tanto apresentando as pesquisas relevantes para o Exército, como propondo cursos e a difusão de conhecimento na área de gestão da inovação.

Atualmente, o IME possui os seguintes cursos de graduação nas áreas de Engenharia: Cartográfica, de Computação, de Comunicações, Elétrica, de Fortificação e Construção, Eletrônica, Mecânica, de Materiais, e Química. Possui os seguintes programas de mestrado: Ciências dos Materiais, Engenharia Cartográfica, Engenharia de Defesa, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia Nuclear, Engenharia de Transportes, Química, e Sistemas e Computação. Para o doutorado são apresentados programas em Ciências dos Materiais, Engenharia de Defesa e Química. Além disso, são apresentados diversos cursos de extensão, com destaque para o Curso Executivo de Gestão da Inovação (IME, 2021).

No IME, o que tem se buscado estabelecer é uma mentalidade de instituto de referência mundial e visão empreendedora, dentro deste novo contexto nacional e internacional. Este pensamento foi uma vertente defendida desde a fundação do ITA.

O ITA tem desempenhado um papel fundamental no setor industrial brasileiro, formando engenheiros para atuar em setores de alta tecnologia. Sua formação é considerada por muitos de alta qualidade, reconfigurando, no momento presente, suas atividades de ensino e pesquisa, no intuito de dar maior ênfase à interação e à integração com o setor industrial, visando atender às demandas por inovação, fomentar a transferência tecnológica e estimular o desenvolvimento do empreendedorismo (SOUSA *et al*, 2014).

O instituto estabeleceu um Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), com objetivos e metas propostos no período de 2011-2020, tendo em vista as inovações necessárias na gestão das instituições de ensino superior e no aprimoramento contínuo do desenvolvimento e da aplicação de tecnologias inovadoras em prol da educação e da pesquisa (ITA, 2011). Para elaboração do seu PDI, o ITA contou com a participação das suas comunidades acadêmica e administrativa.

O instituto mantém boa parte de sua estrutura original. Se no passado o ITA tinha um propósito claro, o de criar e consolidar uma indústria aeronáutica genuinamente brasileira, hoje possui as seguintes finalidades:

- tornar o Instituto cada vez mais conhecido internacionalmente como centro de formação de recursos humanos para o Setor Aeroespacial e como centro de excelência em pesquisa e desenvolvimento;

- contribuir para a implantação da indústria espacial do País, como fez com a aeronáutica e outras desde a sua criação;

- expandir com qualidade, ampliando a autonomia científica e tecnológica e contribuindo para a competitividade das indústrias aeroespacial e de defesa do País; e

- obter maior integração com o setor operacional da Força Aérea e ser ator de destaque dentre as ICT do MD. (ITA, 2011)

É possível notar que o Instituto está comprometido com os novos desafios do setor aeroespacial. Atualmente o ITA possui os seguintes cursos de Graduação: Engenharia Aeronáutica, Eletrônica, Mecânica-Aeronáutica, Civil-Aeronáutica, de Computação e Aeroespacial. Oferece cursos de mestrado e doutorado por meio de cinco programas de pós-graduação: Engenharia Aeronáutica e Mecânica, Ciências e Tecnologias Espaciais, Engenharia Eletrônica e de Computação, Física, e Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica. Além disso, oferece o mestrado profissional, em parceria com empresas, bem como cursos de pós-graduação *lato sensu*, a depender das demandas das Forças Armadas e do mercado.

A Marinha, por sua vez, sempre necessitou da proximidade com a academia, haja vista não possuir seu próprio instituto de ensino em engenharia. Responsável pelo setor nuclear entre os setores estratégicos da END, a parceria com a USP foi fundamental no desempenho do seu papel na virada do século.

As mudanças no convênio começam com a alteração do ETCN, que, a partir de 11 de setembro de 1995, passou a ser denominado Centro de Coordenação de Estudos da Marinha em São Paulo (CEMSP), incluindo em sua missão o

esforço para a integração da Marinha às instituições de ensino superior, aos centros de pesquisas e à indústria do estado de São Paulo.

Com a crise da indústria naval vivenciada no final dos anos de 1980, o DEN-Epusp buscou se capacitar em outras áreas, ampliando sua abrangência, incentivado pelas descobertas de petróleo na Bacia de Campos pela Petrobras. As relações entre a Petrobras e o campo acadêmico da Engenharia Naval se tornou mais relevante a partir do final dos anos de 1990. “A trajetória tecnológica da Petrobras, que provocou estas interações, tem a ver com o momento em que a empresa assume o interesse nas tecnologias *offshore*, sobretudo a partir dos Programas de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas (Procap)” (SILVA, 2018).

O Procap possibilitou um desenvolvimento tecnológico mais restrito à Petrobras, recebendo a USP um novo conjunto de demandas associadas às tecnologias *offshore*. Isto só foi possível graças ao trabalho desenvolvido nos anos anteriores, fruto do convênio Marinha-USP. O conjunto de desenvolvimento tecnológico determinou a necessidade de capacitação de fornecedores nacionais e de formação de competências sobre tecnologia *offshore*, afetando diretamente o campo acadêmico da Engenharia Naval. Conforme se avançava na profundidade de exploração de petróleo, adaptações e novas pesquisas científicas iam surgindo nos cursos de graduação e nos programas de pós-graduação de Engenharia Naval. Por essa razão, o curso passou a ser denominado Engenharia Naval e Oceânica.

Porém o convênio com a Marinha se manteve, e os trabalhos voltados aos propósitos da Marinha, ainda que em menor demanda que os da Petrobras, continuaram na pauta do DEN-Epusp. Em 2017, o CCEMSP passou a ser subordinado ao Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP). Atualmente está estruturado em três departamentos – Ensino, Projetos e Administração –, exercendo também a função de Escritório de C&T da Diretoria Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha (DGDNTM). A Marinha possui ainda outros quatro escritórios (UFRJ, UFF⁹, Furg¹⁰, UFSC¹¹), cujo propósito é a identificação e fomento de projetos de pesquisa com aderência às áreas temáticas de C&T da Força.

Outra atribuição do CCEMSP é dar suporte à Diretoria de Ensino da Marinha na elaboração da prova de admissão à carreira de Engenharia da Marinha, além do suporte ao concurso para os oficiais provenientes da Escola Naval que almejam cursar Engenharia, baseado no convênio Marinha-USP. Cabe ao CCEMSP acompanhar o desempenho acadêmico dos graduandos e pós-graduandos na USP, no ITA e na Unicamp.

A proximidade entre Marinha e USP foi fundamental na escolha do local para o desenvolvimento do projeto mais desafiador da Marinha: o Programa Nuclear da Marinha (PNM), que “prevê a capacitação tecnológica nacional para a produção de combustível nuclear e para o projeto, a construção, o comissionamento, a operação e a manutenção de reatores nucleares refrigerados a água pressurizada (PWR), para aplicação em propulsão

9 Universidade Federal Fluminense.

10 Universidade Federal do Rio Grande.

11 Universidade Federal de Santa Catarina.

naval” (SAES; CYTRYNOWICZ, 2019, p. 35). A participação de mestres e doutores formados na Epusp tem sido relevante, o que tem permitido a participação de profissionais capazes de conduzir pesquisas de maneira autônoma e transpor os desafios encontrados nos projetos da área nuclear, em que grande parte dos conhecimentos não são compartilhados por outros países e cujo desenvolvimento depende fortemente de pesquisa científica autóctone. Cabe ressaltar que boa parte dos trabalhos de pós-graduação são aplicados nos projetos do CTMSP.

São resultados mais recentes da parceria entre Marinha e USP: a condução do projeto do Laboratório de Geração de Energia Nucleoelétrica (Labgene)¹²; o projeto do Simulador de Planta Nuclear¹³; o projeto de Sistemas Inerciais¹⁴; o Laboratório de Hidrodinâmica (Labhidro)¹⁵; o Tanque de Provas Numérico (TPN)¹⁶; o Laboratório de Análise, Avaliação e Gerenciamento de Risco (LabRisco)¹⁷; e o Research Center for Gas Innovation (RCGI)¹⁸.

O novo desafio para o País é a solidificação da Base Industrial de Defesa, que será feita a partir do incentivo do Estado

Em 2018, o convênio foi renovado por mais quatro anos. Recentemente foram incluídas novas disciplinas ao currículo, destacando-se temas como confiabilidade e análise de risco, planejamento portuário, exploração de recursos submarinos e o desenvolvimento de atividades *offshore*, e a produção de energias limpas geradas a partir do mar (USP, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção de uma indústria de defesa no Brasil tem sido um trabalho de décadas. Embora não sejamos um país beligerante, uma nação forte precisa ser independente militar e tecnologicamente. Ainda que vivamos a era da globalização, no contexto de soberania certas questões não podem ser flexibilizadas.

Muito se construiu a partir das iniciativas da Forças Armadas, fruto dos aprendizados da Segunda Guerra. Mas a mudança de humores ocorrida com a queda do Muro de Berlim e o fim da Guerra Fria diminuiu os incentivos à produção de armamento

12 O Labgene é o protótipo em terra de um reator nuclear a ser empregado na propulsão naval.

13 É um simulador de reator de potência PWR denominado Asherah Nuclear Power Plant Simulator (ANS) para atividades de pesquisa e desenvolvimento de sistemas de controle digitais.

14 O projeto prevê pesquisa e desenvolvimento de sensores inerciais (Dynamically Tuned Gyroscope – DTG) e acelerômetros pendulares, com o propósito de aprimorar a tecnologia inercial existente.

15 O Labhidro é uma instalação laboratorial destinada a prover apoio experimental na área de hidrodinâmica para a Marinha do Brasil e para outras instituições de ensino, de pesquisa ou industriais que necessitem realizar ensaios, projetos ou pesquisa.

16 O TPN é um laboratório especializado em simulação e análise dinâmica de corpos flutuantes (embarcações e plataformas).

17 O LabRisco tem aplicação em diversas áreas para diversos setores, como indústria nuclear, química, naval e oceânica, realizando pesquisas como, por exemplo, análise e avaliação de riscos associados à operação de sistemas complexos e/ou críticos de segurança.

18 O RCGI é um centro internacional de pesquisas e estudos avançados no tema de transição energética e para o uso sustentável do gás natural, biogás, hidrogênio e gestão, transporte, armazenamento e uso de CO₂.

em território brasileiro. Além disso, foi preciso aprender que não basta a mera reprodução, é necessário inovar em todos os setores, principalmente no setor militar.

O novo desafio para o País é a solidificação da Base Industrial de Defesa. Esta será feita a partir do incentivo do Estado na compra de materiais de defesa, porém é necessário que se produzam

produtos inovadores capazes de competir com empresas internacionais. Este é um processo que já começou na academia e cujos frutos deverão ser vistos nas próximas décadas.

Que os erros do passado tenham servido de aprendizado, e que o modelo adotado seja flexível o suficiente para se adaptar aos novos problemas deste século.

📁 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:
<EDUCAÇÃO>; Cursos de Oficiais; Currículo;

REFERÊNCIAS

- AMARAL, Misael Henrique Silva do. *O poder pelo mar: a indústria de construção naval militar no Brasil a partir da política desenvolvimentista de Juscelino Kubitschek (1959-1961)*. 2013, 166f. Dissertação – mestrado em História Política e Bens Culturais. Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2013.
- AMARANTE, J. C. A. do. "O Instituto Militar de Engenharia no alvorecer do século XXI". *A Defesa Nacional*, 87, n. 791, 2001.
- AMARANTE, J. C. A. do. "O Instituto Militar de Engenharia (IME) no século XXI". *Coleção Meira Mattos: Revista das Ciências Militares*, 7, n. 29, p. 85-97, 2013.
- AVIBRAS. *Avibras 60 Anos: Fazendo História Impulsionando o Futuro*. São José dos Campos: 2021. 32 p. *E-book*.
- BARAT, Josef; NETO, C. A. S. C.; DE PAULA, J. M. P. "Visão Econômica da Implantação da Indústria Naval no Brasil: Aprendendo com os erros do passado". *Ressurgimento da Indústria Naval no Brasil (2000-2013)*, 2014. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=23082. Acesso em: 1º jul. 2021.
- BRASIL. Ministério da Defesa. *Estratégia Nacional de Defesa*. Brasília, DF, 2020.
- BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm. Acesso em: 1º jul. 2021.
- BRASIL. Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei nº 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei nº 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015. 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/113243.htm. Acesso em: 1º jul. 2021.
- BOTELHO, A. J. J. "Da utopia tecnológica aos desafios da política científica e tecnológica: o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (1947-1967)". *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 14, n. 39, pp. 139-154, 1999.

- BRIGAGÃO, Clóvis; PROENÇA JR., Domício. "A projeção externa do Brasil: a questão da segurança". *Contexto Internacional*, n. 7, jan./jun. 1988, pp. 85-109.
- EMBRAER (SP). *Sobre nós*. 2021. Disponível em: <https://embraer.com/br/pt/sobre-nos>. Acesso em: 8 jul. 2021.
- FREITAS, Elcio de Sá. *A Busca de Grandeza: Marinha, Tecnologia, Desenvolvimento e Defesa*. Rio de Janeiro: Serviço de Documentação da Marinha, 2014. 480 p. ISBN 978-85-7047-104-8.
- INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA (IME). *Informação Institucional*, 2021. Disponível em: <http://www.ime.eb.mil.br/>. Acesso em: 11 jul. 2021.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA (ITA). *Plano de desenvolvimento institucional*. Organizado por Fernando Toshinori Sakane. São José dos Campos: ITA, 2011.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA (ITA). *Informações Gerais*, 2021. Disponível em: <http://www.ita.br/info>. Acesso em: 11 jul. 2021.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA (ITA). *Visão e Futuro [S. l.]*, 2021. Disponível em: <http://www.ita.br/pdi>. Acesso em: 11 jul. 2021.
- LEXICAR (Brasil). "Veículos Militares". In: *Engesa*, 2014. Disponível em: <https://www.lexicar-brasil.com.br/engesa/>. Acesso em: 12 jul. 2021.
- LUCENA, Luiz Castelliano de. *Um Breve Histórico do IME - Instituto Militar de Engenharia: (Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, 1792)*. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia, 2005.
- MARTINS, W. A.; OLIVEIRA, N. N. P. *A influência do modelo institucional do ITA na reforma universitária brasileira*. 2010.
- MARTINS FILHO, J. "Marinha, tecnologia e política no Brasil do século XX ao século XXI". *Revista Marítima Brasileira*. v. 129, pp. 105-118, 2009.
- MOREIRA, L. G. G. *C&T e Indústria de Defesa: o papel da Engenharia Militar no desenvolvimento nacional autônomo*, 2009.
- OLIVEIRA, N. N. P. *Do ITA à Embraer: a ideia de progresso dos militares brasileiros para a indústria aeronáutica*. Anais do XVII Encontro Regional de História – O Lugar da História, 2004.
- OLIVEIRA, Nilda Nazaré Pereira. "A missão modernizadora das Forças Armadas: a Segurança Nacional e o projeto do Brasil Potência". *Projeto História*, ed. 34, pp. 335-346, jun. 2007.
- PASSOS, A. C.; MAGNO NETO, W.; DIAS, M. H. C. "O processo de transformação do Instituto Militar de Engenharia no contexto do Sistema Defesa, Indústria e Academia". *Revista Militar de Ciência e Tecnologia*, 34, n. 1, pp. 20-27, 2017.
- SAES, Alexandre Macchione; CYTRYNOWICZ, Roney. *Seis décadas do convênio entre a Marinha do Brasil e a Universidade de São Paulo: 60 anos da primeira turma de engenheiros navais no Brasil*. São Paulo: Narrativa Um, 2019.
- SALES, Patrick Del Bosco de. *Os Programas de Reaparelhamento da Marinha do Brasil na República (1904-2014)*. Dissertação (Mestrado em Administração), Fundação Getúlio Vargas, Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, 2015.
- SILVA, L. R. D. *Evolução do campo acadêmico de engenharia naval e oceânica no Brasil*, 2018.
- SOUSA, Valter João de et al. "A Percepção dos Empreendedores na relação Universidade Empresa: O Caso do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA)". In: SEMEAD, XVII., 2014, São Paulo. *Seminários em Administração - FEA-USP [...]*. São Paulo: EAD FEA USP, 2014. Tema: Empreendedorismo Inovador: startups, empresas de base tecnológica, incubadoras e parques tecnológicos, capital de risco.
- UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). Escola Politécnica. In: *Poli-USP e Marinha incluem novas disciplinas em curso para atender demandas da Engenharia Naval*. São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.poli.usp.br/noticias/2376-poli-usp-e-marinha-incluem-novas-disciplinas-em-curso-para-atender-demandas-da-engenharia-naval-e-oc.html>. Acesso em: 13 jul. 2021.