

Competitividade da Engenharia de Projetos nos Setores de Petróleo e Gás, Aeronáutico, Naval e de Infraestrutura de Transporte



Organizadores

Luis Claudio Kubota (Ipea)
Marina Pereira Pires de Oliveira (ABDI)
Fabiano Mezadre Pompermayer (Ipea)
Carla Maria Naves Ferreira (ABDI)
Carlos Alvares da Silva Campos Neto (Ipea)
Jean Marlo Pepino de Paula (Ipea)



Competitividade da Engenharia de Projetos nos Setores de Petróleo e Gás, Aeronáutico, Naval e de Infraestrutura de Transporte



Organizadores

Luis Claudio Kubota (Ipea)
Marina Pereira Pires de Oliveira (ABDI)
Fabiano Mezadre Pompermayer (Ipea)
Carla Maria Naves Ferreira (ABDI)
Carlos Alvares da Silva Campos Neto (Ipea)
Jean Marlo Pepino de Paula (Ipea)



ipea

Governo Federal

**Secretaria de Assuntos Estratégicos da
Presidência da República**
Ministro Marcelo Côrtes Neri

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Sergei Suarez Dillon Soares

Diretor de Desenvolvimento Institucional

Luiz Cezar Loureiro de Azeredo

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia

Daniel Ricardo de Castro Cerqueira

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

Cláudio Hamilton Matos dos Santos

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais

Rogério Boueri Miranda

Diretora de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura

Fernanda De Negri

Diretor de Estudos e Políticas Sociais

Herton Ellery Araújo

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais

Renato Coelho Baumann das Neves

Chefe de Gabinete

Bernardo Abreu de Medeiros

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação

João Cláudio Garcia Rodrigues Lima

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

**Ministério do Desenvolvimento,
Indústria e Comércio Exterior**
Ministro Interino Mauro Borges Lemos

ABDI
Agência Brasileira de
Desenvolvimento Industrial

Presidente

Mauro Borges Lemos

Diretor

Otávio Silva Camargo

Diretora

Maria Luisa Campos Machado Leal

Gerente de Projetos II

Carla Maria Naves Ferreira

Coordenadora de Inovação

Maria Sueli Soares Felipe

Chefe de Gabinete

Cândida Beatriz de Paula Oliveira

Gerente de Comunicação

Oswaldo Buarim Junior

Competitividade da Engenharia de Projetos nos Setores de Petróleo e Gás, Aeronáutico, Naval e de Infraestrutura de Transporte



Organizadores

Luis Claudio Kubota (Ipea)
Marina Pereira Pires de Oliveira (ABDI)
Fabiano Mezadre Pompermayer (Ipea)
Carla Maria Naves Ferreira (ABDI)
Carlos Alvares da Silva Campos Neto (Ipea)
Jean Marlo Pepino de Paula (Ipea)



ipea

Brasília, 2014

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (**Ipea**) – 2014
© Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (**ABDI**) – 2014

Competitividade da engenharia de projetos nos setores de petróleo e gás, aeronáutico, naval e de infraestrutura de transporte/ organizadores: Luis Claudio Kubota ... [et al.]. – Brasília : ABDI : IPEA, 2014.
242 p. : il., gráfs. color.

Inclui Bibliografia.
ISBN: 978-85-7811-225-7

1. Engenharia. 2. Análise de Projetos. 3. Projetos de Investimento. 4. Tecnologia Petrolífera. 5. Indústria Aeronáutica. 6. Construção Naval. 7. Infra-estrutura do Transporte. I. Kubota, Luis Claudio. II. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. III. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 620.0042

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
---------------------------	---

CAPÍTULO 1

ASPECTOS GERAIS DA ENGENHARIA DE PROJETOS BRASILEIRA: OS CASOS DAS INDÚSTRIAS AERONÁUTICA, DE PETRÓLEO E GÁS, DA CONSTRUÇÃO NAVAL E DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES	9
Jean Marlo Pepino de Paula	

CAPÍTULO 2

ENGENHARIA DE PROJETOS NA INDÚSTRIA AERONÁUTICA BRASILEIRA	37
Marcos José Barbieri Ferreira	
Rodrigo Coelho Sabbatini	

CAPÍTULO 3

ENGENHARIA DE PETRÓLEO NO BRASIL: AVANÇO RECENTE E ENTRAVES ESTRUTURAIS	87
José Augusto Gaspar Ruas	
Rodrigo Sabbatini	

CAPÍTULO 4

POSSIBILIDADES DE FOMENTO ÀS FIRMAS BRASILEIRAS DE ENGENHARIA DE PROJETO DA INDÚSTRIA NAVAL	149
Mário José Barbosa Cerqueira Junior	

CAPÍTULO 5

OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA A ENGENHARIA CONSULTIVA NO BRASIL: INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE	195
João Luiz Kuperman Garcia	

APRESENTAÇÃO

A engenharia de projetos, ou engenharia consultiva, cresceu fortemente nos anos 1960 e 1970 no Brasil, em decorrência dos fortes investimentos em infraestrutura e da política de substituição das importações do período. Porém, a crise econômica e fiscal dos anos 1980 reduziu drasticamente a demanda por serviços de projeto de engenharia, levando o setor a reduzir substancialmente. Os profissionais de engenharia de projeto acabaram migrando para outras atividades. A perda de capacitação técnica em elaboração de projetos é uma das causas para os atrasos na implementação dos grandes projetos de infraestrutura iniciados nos anos 2000, bem como explica parte das dificuldades em desenvolver, nacionalmente, as tecnologias navais e de exploração de petróleo em águas profundas e no pré-sal.

É do conhecimento geral que quem faz a engenharia básica especifica o equipamento e acaba por definir o fornecedor. Portanto, é de se esperar que a existência de um sólido setor de engenharia seja fator de maiores encomendas de bens de capital, segmento da indústria tão importante e que vem sofrendo forte concorrência de importações. A realização do projeto de engenharia no país, além de produzir empreendimentos mais ajustados às condições locais, também abre o mercado para fornecedores nacionais de equipamentos, em especial em áreas mais intensivas em tecnologia. O fomento à demanda por serviços de engenharia local, portanto, cumpre um duplo papel. Por um lado, tem potencial de melhorar a qualidade dos grandes investimentos públicos e ampliar a demanda por bens e serviços locais. Por outro, melhora e estimula a oferta de engenharia, ampliando a quantidade de profissionais altamente qualificados disponíveis, também, para outras atividades.

Um dos grandes desafios é como mobilizar a engenharia nacional desde a base de formação até as empresas. A complexidade aumenta pelo fato do mundo virtual permitir a contratação de projetos em qualquer parte do mundo, fazendo com que as empresas brasileiras tenham que ser competitivas em nível global para ganhar contratos importantes dentro do próprio país. Além disso, é preciso olhar para as engenharias dentro das especificidades das cadeias que atendem para elaborar políticas eficazes.

As empresas deste segmento no Brasil possuem uma estrutura de capital relativamente pequena, tornando-as extremamente sensíveis a qualquer mudança no contexto econômico nacional. A análise mostra que a grande maioria das empresas de engenharia de projeto brasileiras são pequenas, como menos de vinte empregados. Em contraposição às grandes multinacionais do setor, a maioria atua apenas em

uma área da engenharia, enquanto aquelas atuam em várias áreas, alocando seu corpo técnico conforme a demanda de cada uma. Discernir que tipos de medidas são apropriadas para cada grupo de empresas é um dos maiores desafios colocados, hoje, para o fortalecimento da engenharia nacional.

Este livro relata os estudos organizados pelo Ipea e pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) sobre a engenharia de projetos em quatro setores nos quais a atividade traz claras vantagens competitivas, com potenciais desdobramentos positivos para o restante da economia. Ao longo de 2012 e 2013, foram realizadas entrevistas com empresas e instituições, tanto contratantes como prestadores de serviços de engenharia de projetos, para trazer as percepções dos diferentes atores, e três reuniões de trabalho entre os especialistas responsáveis pelos diagnósticos, o Ipea, a ABDI e duas instituições diretamente afetadas: o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP). Além disso, foram realizadas duas oficinas sobre engenharia de projetos nestes mesmos anos, na qual os resultados preliminares dos estudos foram debatidos com representantes da sociedade, em especial da indústria e dos prestadores de serviço de engenharia consultiva. Com isso, foi possível levantar as principais preocupações e entraves que envolvem a engenharia de projetos nos setores de Petróleo e Gás, Aeronáutico, Naval e de Infraestrutura de Transporte. Estes setores foram escolhidos pela relevância tecnológica, pela participação na indústria brasileira e pelas perspectivas de crescimento futuro no país. Diversas proposições são apresentadas nos estudos específicos, algumas pertinentes apenas ao setor e outras de impacto mais generalizado.

Mauro Borges Lemos

Ministro Interino do Desenvolvimento, da Indústria e do Comércio Exterior (MDIC) e Presidente da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI)

Sergei Suarez Dillon Soares

Presidente do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)

ASPECTOS GERAIS DA ENGENHARIA DE PROJETOS BRASILEIRA: OS CASOS DAS INDÚSTRIAS AERONÁUTICA, DE PETRÓLEO E GÁS, DA CONSTRUÇÃO NAVAL E DA INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

Jean Marlo Pepino de Paula¹

1 INTRODUÇÃO

A terceirização de atividades de serviços normalmente realizadas pelas empresas industriais, a partir da década de 1970, contribuiu para a sua expansão no mercado. Algumas delas, pelas peculiaridades que levam (como o intenso conhecimento relacionado a atividades técnicas específicas), são categorizadas como tecnológicas ou profissionais, formando um grupo de Serviços Intensivos em Conhecimento (SICs).²

Estas atividades possuem destacada importância na medida em que são responsáveis pela canalização do conhecimento disperso na comunidade científica para seus clientes. Este processo envolve, entre outros itens: *i*) aquisição de conhecimento via interação; *ii*) recombinação ou codificação parcial do conhecimento adquirido; e *iii*) transferência parcial para as firmas clientes (Muller e Zenker, 2001 *apud* Freire, 2006). A importância dos SICs pode ser observada ainda pelo alto valor agregado dos produtos e elevada capacitação dos recursos envolvidos – utilizando fontes primárias de informação e de conhecimento para fornecer tecnologias aos produtos finais –, além da elevada interação e aprendizado via relação com outras empresas e setores (Freire, 2006).

Outra característica dos SICs diz respeito à contribuição para o processo de desenvolvimento social, econômico e ambiental. O domínio e o desenvolvimento de tecnologias a partir de habilidades nas diversas áreas de conhecimento permitem explorar recursos cada vez mais custosos e nobres, em intensidade e quantidade cada vez maiores, ou ainda preservar, proteger e melhorar aqueles já alcançados. Além disso, proporciona uma melhoria na própria segurança e qualidade de vida, trazendo maior dinamismo à economia e ao relacionamento social. Entre estas atividades está a engenharia de projetos, responsável pelo desempenho de setores-chave para o desenvolvimento de um país.

1. Técnico de Planejamento e Pesquisa do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea).

2. Bilderbeek *et al.*, 1998 *apud* Silva; Negri; Kubota, 2006.

No caso brasileiro, o progressivo desenvolvimento técnico vivido por meio de experiências das mais diversas parcerias e intensivos investimentos em pesquisa tem garantido importantes resultados e o destaque da principal empresa nacional no setor aeronáutico. No setor de petróleo e gás, os investimentos realizados desde a década de 1970 têm feito com que o efetivo uso da pesquisa e inovação projetasse a empresa brasileira, líder no setor, a uma posição de destaque no mercado mundial. No mesmo período, a indústria naval nacional apresentou-se entre as maiores do mundo, mas sofreu com a mudança da política nacional protecionista e o arrefecimento da economia internacional. As dificuldades se mostraram maiores ainda na retomada das suas atividades, tendo em vista a dificuldade de mão de obra, a maior complexidade das embarcações e a maior competitividade no setor. Entre os motivos dos tímidos resultados dos investimentos no setor de infraestrutura de transportes estão os projetos deficitários, comprometendo o desenvolvimento da economia nacional e regional.

Por isso, dada a importância da engenharia de projetos para o desenvolvimento do país, o presente estudo faz uma abordagem introdutória dos capítulos subsequentes deste livro, resultados das pesquisas realizadas em dois importantes setores da infraestrutura econômica: energia e transportes. Enquanto no primeiro buscou-se analisar especificamente o setor de petróleo e gás, no segundo foram considerados outros três setores: aeronáutico, naval e infraestrutura terrestre (portos, aeroportos, ferrovias e rodovias). Em meio a muitas peculiaridades, cada um dos quatro trabalhos seguintes procurou descrever a dinâmica e as dificuldades para a engenharia de projetos em cada setor, buscando destacar as lacunas relevantes para o sucesso dos investimentos pelas óticas do contratante e do contratado.

Nesse intuito, em 2011 a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) preparou o relatório *Engenharia consultiva no Brasil – desafios e oportunidades*, com o objetivo de analisar brevemente a estrutura da oferta de serviços de engenharia consultiva no Brasil. Nele, a relação próxima entre a inserção de empresas de engenharia consultiva nas etapas de *design* e detalhamento e uma maior capacidade de disseminação de novas tecnologias para o interior das cadeias produtivas locais, bem como no desenvolvimento de produtores locais (Sabbatini, 2011), mostram a importância do setor para o desenvolvimento nacional.

Em seguida, a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), o Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e a ABDI realizaram o 1º *Workshop de Engenharia de Projeto* no país, em 2012. Naquela oportunidade, foram discutidos os gargalos a serem enfrentados para recuperar a competência e a importância do Brasil em engenharia de projeto, com a finalidade de subsidiar proposições de políticas para o fortalecimento da engenharia nacional e voltado para os agentes de financiamento, mas atentando, também, para a dinâmica da demanda,

especialmente aquela originada no poder público (ABDI *et al.*, 2012). Para isso, foram considerados como engenharia de projetos os estudos técnicos, levantamentos e inventários, projetos conceituais, projetos básicos, estudos de pré-viabilidade, estudos de viabilidade, projetos executivos, gerenciamento de projetos em diferentes modalidades de contratos, e outros serviços que envolvam conhecimentos de engenharia e competências técnicas específicas.

Adicionalmente, foi identificada a necessidade de aprofundar o estudo de caracterização da engenharia de projeto para setores econômicos específicos, estratégicos para a consolidação do projeto de desenvolvimento brasileiro. Neste ínterim, a parceria entre a ABDI e o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) permitiu, a partir de então, elaborar estudos nos setores de petróleo e gás, aeronáutico, naval e de infraestrutura de transporte. Ao longo de 2012 e 2013, foram realizadas entrevistas com empresas e instituições para trazer as percepções dos diferentes atores, contratantes e contratados, e três reuniões de trabalho entre os especialistas responsáveis pelos diagnósticos e as instituições envolvidas nesse esforço.

Como resultado desses trabalhos, em 2013 foi realizado o 2º *Workshop de Engenharia de Projeto*, no qual instituições e representantes do setor puderam criticar os estudos, contribuindo com seu conhecimento específico para o aperfeiçoamento até os relatórios finais. A reunião serviu, ainda, para aprimorar as recomendações gerais de políticas apresentadas pelos especialistas responsáveis pelos diagnósticos (ABDI *et al.*, 2013).

Assim, a partir dos trabalhos realizados pelos consultores e revisões bibliográficas, este trabalho tem como objetivo abordar as linhas gerais sobre as principais preocupações e entraves que envolvem a engenharia de projetos nos setores de petróleo e gás, aeronáutico, naval e de infraestrutura de transporte. Para isso, a seção seguinte faz uma abordagem sobre a estrutura produtiva da engenharia de projetos, abordando as diversas atividades que são desenvolvidas ao longo dos projetos dos setores em questão. A terceira seção busca fazer uma análise sobre o ambiente do mercado nas últimas décadas, bem como trazer informações mais recentes sobre as empresas de engenharia, arquitetura e atividades relacionadas. A quarta e penúltima seção discorre, de forma mais ampla, sobre as dificuldades que o setor enfrenta segundo as perspectivas de contratantes e contratados, bem como uma análise sob a ótica das informações de mercado e setoriais colocadas nas seções anteriores. E, por fim, a última seção traz as considerações finais.

2 A ENGENHARIA DE PROJETOS

Para entender a dinâmica dos setores estudados, os trabalhos realizados pelos autores dos capítulos subsequentes pontuaram os processos produtivos da indústria de projetos. Uma abordagem usual sobre projetos de petróleo e gás (P&G) evocada

por Ruas e Sabbatini,³ de igual maneira descrita por Garcia⁴ no estudo do setor de infraestrutura de transporte, segmenta o processo de elaboração em quatro etapas fundamentais: conceitual, básica, de detalhamento e de fornecimento/construção/gerenciamento. Ferreira e Sabbatini⁵ mostram a evolução da engenharia de projetos no setor aeronáutico, incorporando, também, as preocupações ecológicas até o descarte das aeronaves, por meio do Desenvolvimento Integrado de Produto Ambientalmente Sustentável (Dipas), aperfeiçoando o planejamento sistêmico no desenvolvimento das novas aeronaves adotado anteriormente pela principal empresa do setor. Já no estudo sobre a construção naval, Cerqueira Jr.⁶ traz uma visão geral da cadeia produtiva naval, enfatizando, logo em seguida, os projetos técnicos de engenharia básica (preliminar, conceitual e contratual), de detalhamento e de construção. O autor destaca que a responsabilidade pela contratação dos projetos básicos e de detalhamento se alterna entre armador e estaleiro, segundo o modelo de contratação.

As etapas preliminares dos projetos são aquelas responsáveis pelo desenvolvimento e criação de tecnologias, buscando fazer uma abordagem mais conceitual e dar forma ao produto por meio da indicação dos elementos mais significativos. A partir de então, o projeto segue por um processo de detalhamento e ajustes para identificar os principais itens e tecnologias envolvidas e minimizar as incertezas de custo e da forma de construção do produto. O anexo 4 sintetiza as principais atividades desenvolvidas em cada etapa dos projetos descritas nos estudos de cada setor.

No caso do setor aeronáutico, o aumento da complexidade dos projetos e escala de produção, principalmente de aeronaves, levou a uma diminuição da importância dos projetistas individuais. Conforme descreve Ferreira e Sabbatini, o então protagonismo em relação à elaboração dos projetos foi sendo gradualmente transferido para os departamentos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e de engenharia das grandes empresas. Da mesma forma, o desenvolvimento e a implementação de um novo projeto passaram a atingir valores cada vez mais elevados, de maneira que um projeto mal sucedido passa a comprometer a sobrevivência da própria empresa, resultando no abandono do mercado, ou mesmo na sua falência. Apesar de contarem com escalas de produção menores, tal comportamento pode ser observado, também, nos setores de P&G e de construção naval.

Nesses três setores, os projetos apresentam-se como principal competência e chave da competitividade nos respectivos mercados. A citada complexidade nos pro-

3. Ver capítulo 3 deste livro.

4. Ver capítulo 5 deste livro.

5. Ver capítulo 2 deste livro.

6. Ver capítulo 4 deste livro.

jetos faz com que tanto fabricantes como fornecedores de peças e acessórios tenham que se adequar para entregar produtos cada vez mais sofisticados, coordenados pelos grandes integradores. Portanto, trata-se de um processo que envolve a criação e a definição de tecnologias de ponta por um lado, e que, por serem desenvolvidas e fabricadas por terceiros, requer uma intrínseca coordenação, motivadas pelo sucesso do projeto e sua própria sobrevivência.

Diferente disto, a desvinculação do projeto com os resultados dos empreendimentos para seus patrocinadores associada aos interesses políticos no setor de infraestrutura de transportes, criou um ambiente no qual os projetos assumem pouca importância ao longo da cadeia de produção deste setor. Na medida em que os setores de P&G, aeronáutico e de construção naval são conduzidos para atender objetivos específicos de um grupo bem definido – o lucro para acionistas –, reconhecem o papel fundamental dos projetos para a sobrevivência das empresas. Já nos investimentos de infraestrutura de transportes, os resultados negativos destes são pulverizados e internalizados por atores dispersos, com subjetiva percepção e mensuração dos resultados relacionados a estes empreendimentos. Entre as questões trazidas por Garcia que demonstram o caráter marginal dado à engenharia de projeto estão: *i*) a ênfase excessiva dos processos de contratação de projetos nos fatores relacionados ao custo; *ii*) a ingerência na priorização e seleção de projetos de investimentos e prazos das obras – prevalecendo aspectos políticos, e não técnicos; e *iii*) falhas conceituais “generalizadas” – supervalorizando a etapa de execução da obra sobre a de projetos.

Apesar disso, a fragmentação do processo de desenvolvimento dos projetos, bem como a ampliação das preocupações com a qualidade – visto no setor de aeronaves –, mostra existir um mercado de engenharia bastante amplo e com dinâmicas diferentes. A elaboração de projetos conceituais e básicos, especialmente em segmentos da cadeia ou de empreendimentos mais próximos da fronteira tecnológica, são mercados com elevadas barreiras à entrada, associadas ao posicionamento privilegiado em redes de relacionamento intersetorial e relações de confiança. As etapas de mercado posteriores, de detalhamento, configuram um mercado importante, porém menos estratégico e com menores barreiras à entrada, configurando uma enorme oportunidade para empresas de engenharia, construção e montagem (Ruas e Sabbatini, capítulo 3 deste livro).

A importância da manutenção do capital intelectual envolvido na engenharia de projetos para a produtividade dos setores, conforme já destacado do relatório inicial da ABDI, é ilustrado também por Ruas e Sabbatini. Os autores lembraram que o custo produtivo dos projetos de engenharia estrangeiros é cerca de 12% maior que o nacional. Entretanto, a quantidade de esforço dispendido nos projetos nacionais, mensurado por meio de homens-horas, chega a ser seis vezes maior.

Isto sinaliza, de certa forma, o impacto da ausência de projetos já realizados – ou de baixa quantidade, dificultando um avanço na curva de aprendizado – e de experiências, fator intrínseco para a redução do tempo de concepção de projetos.

3 O MERCADO DA ENGENHARIA DE PROJETOS

A engenharia de projetos se mostra cada vez mais importante nas economias internacionais na medida em que se concentram no conhecimento e competitividade. O subitem a seguir sintetiza sua trajetória a partir de ABDI (2011) e Caldeira (2012), o qual – a partir de Fleck (2010) –, identifica três ambientes: pródigo, restrito e de competição. A subseção seguinte resume informações recentes do setor de *engenharia, de arquitetura e atividades relacionadas*, classificadas no Cadastro Nacional de Atividades Empresariais (CNAE) como atividades da classe 711, a partir dos dados recentes da Pesquisa Anual de Serviços (PAS) de 2011.

3.1 Trajetória do mercado

O surgimento e desenvolvimento da engenharia consultiva brasileira estão ligados aos processos de industrialização e de desenvolvimento da infraestrutura do país, principalmente com a instalação, expansão e melhoria dos setores siderúrgico, metalúrgico, petroquímico, construção civil, energia, petróleo e saneamento (Caldeira, 2012). Mesmo contando com uma indústria incipiente até então, a partir de 1930 o país experimenta um desenvolvimento industrial significativo.

Àquela época, a transição de um modelo agroexportador para o industrial requisiou uma maior participação estatal na economia, surgindo as empresas estatais como algo capaz de garantir esta mudança. O pensamento predominante – o desenvolvimento do país por meio da industrialização – se fundamentava na provisão, pelo Estado, da infraestrutura para atrair os investimentos privados, entre elas energia, transportes e insumos básicos. E, assim como os reflexos da Segunda Guerra Mundial em outros países, foi necessário que o Estado intensificasse sua intervenção na economia em busca de eliminar pontos de estrangulamentos provocados pelo crescente desinteresse e incapacidade do capital privado.⁷ Surgem, então, empresas como a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) – 1941; a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) – 1942; a Companhia Hidroelétrica do São Francisco (Chesf) – 1945; e a Petrobras (1953).

7. É importante destacar, em concordância com Rückert (1981), que “alguns autores consideram a interferência do Estado no âmbito econômico como sendo não planejada e sim decorrência de razões de política econômica, ou seja, a atuação do Estado nessa área teria ocorrido de forma circunstancial. Outros consideram a presença do Estado no campo econômico como resultante de uma ação intencional.”.

Com isso surgiram, também, grandes desafios técnicos para construir o parque industrial e a infraestrutura brasileira. Dado que no país, até então, existiam apenas siderurgias à carvão, a construção da CSN levou a associação da engenharia nacional à empresas estrangeiras, como a norte-americana MC Kee, referência na época na construção de usinas siderúrgicas (Caldeira, 2012). Desde então começam a surgir as primeiras empresas de engenharia, monodisciplinares e muito especializadas, na grande maioria conduzida por docentes de instituições reconhecidas.

Da mesma forma ocorreu no setor de petróleo, em que a associação, com empresas internacionais na década de 1950, permitiu a construção da primeira refinaria no país. Em seguida, a concessão de outras até a década de 1970 ampliou o conhecimento também para os equipamentos instalados nas refinarias. Àquela época, a recente Petrobras já apoiava as empresas de engenharia nacional, buscando absorver a tecnologia e nacionalizar seus técnicos, tendo, por conseguinte, a primeira refinaria construída pela empresa, em 1961. A ampliação de outra refinaria proporcionou, ainda, a associação de um escritório nacional com outra empresa norte-americana. Nos investimentos em grandes obras públicas, o mesmo escritório viria anos mais tarde a ampliar suas parcerias internacionais, mesmo com *know-how* ainda incipiente, para a implantação do metrô de São Paulo, em 1967 (Brandão, 2010 *apud* Caldeira, 2012).

A presença dos grandes investimentos, juntamente com a transferência e absorção de tecnologias, permitiu tanto o surgimento de outras empresas de engenharia como a diversificação do mercado para os escritórios, trazendo consigo a motivação para ampliar suas capacitações e executar projetos envolvendo processos industriais avançados. Nesse período, tem-se a construção das usinas nucleares brasileiras a partir de Angra I, visto que Angra II e III já foram projetadas nacionalmente segundo diretrizes alemãs, o que estreitou o intercâmbio de acadêmicos entre os dois países. Além disso, a expansão dos investimentos em infraestrutura por parte do Estado permitiu a consolidação do setor. A exemplo da área de transportes, foram responsáveis pelo atual sistema viário, chegando a representar mais de 80% da demanda destes escritórios (Caldeira, 2012). Nessa mesma época, percebe-se a presença ativa de empresas estrangeiras, visto que os projetos e equipamentos eram desembarcados prontos.

Além dos pesados investimentos, outra forma dada pelo governo federal para apoiar o fortalecimento das empresas nacionais foi a legislação de defesa do mercado nacional, em 1970. Os escritórios nacionais de engenharia passaram a ter exclusividade em uma fatia do mercado. Ao mesmo tempo, a complexidade do processo produtivo, destacada por Freire (2006), traz uma mudança nas estruturas das empresas. Em busca de adequar os gastos das empresas nos períodos de baixa demanda, passaram a contratar outras para realizar projetos antes desenvolvidos

internamente. Além de simplificar a gestão das questões trabalhistas, a terceirização garantiu uma maior flexibilidade nos gastos com pessoal ao passo que passaram a dimensioná-los conforme a efetiva demanda. Entre os fatores que exemplificam tal crescimento, se destacam: *i*) atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e planejamento, que se beneficiaram do aumento da necessidade por inovação e diferenciação de produto; *ii*) atividades relacionadas à gestão de informação, à engenharia industrial, aos processos de planejamento e à organização empresarial crescem com a implementação de novas formas de gestão da organização e da produção, assim como por causa das transações interfirmas e intrafirmas (Freire, 2006).

Estas estratégias, por seu turno, partem da análise das capacitações existentes internamente e externamente a elas, bem como das expectativas de ganhos na indústria petrolífera e de desenvolver tais capacitações em cada um desses contextos (econômicos, políticos e geográficos). A exemplo da indústria parapetrolífera, os objetivos e possibilidades para seus investimentos levaram as estratégias de gasto a formar redes de relacionamento intersetorial e influenciar decisivamente nas morfologias dos distintos mercados de engenharia em cada uma das províncias petrolíferas (Ruas e Sabbatini, capítulo 3 deste livro).

Mesmo com as barreiras comerciais a empresas estrangeiras na década de 1970, diante da crescente complexidade dos projetos existentes na época, abriu-se espaço para a atuação de empresas especializadas na elaboração e acompanhamento de projetos industriais, atividades pertencentes ao grupo de serviços conhecidos como *Knowledge-Intensive Business Services* (KIBS). Por meio da aplicação do estado da arte de disciplinas técnicas de engenharia e de gestão destes projetos, a indústria como um todo experimentou um aumento do patamar técnico e de gestão. Por isso, os KIBS ganham legitimidade, aumentando a prática de detalhamento e gerenciamento profissional em novos empreendimentos para as empresas públicas e privadas. Esta prática permite a execução de projetos com dimensões cada vez maiores e de maior complexidade, fazendo com que o ciclo virtuoso se perpetue (Caldeira, 2012).

As décadas de 1980 e 1990 ficaram conhecidas como o período negro da engenharia brasileira. A recessão da economia mundial resultou na redução dos investimentos estatais, forçando as empresas de engenharia brasileira a se adaptarem para contornar a escassez de projetos, contratos severos e pagamentos em atrasos constantes. Resultado disso foi a desestruturação do setor, agravada pelo fim do tratamento diferenciado, o que expôs as fragilidades do setor frente a um novo mercado de competição internacional. A retração do mercado resultou em uma ociosidade dos recursos, asseverada pelas incertezas das poucas demandas.

A partir do final dos anos 1990, o cenário de investimentos muda com promissores programas de obras. O setor de petróleo e gás teve, na exigência

de conteúdo local mínimo, um grande propulsor, levando a aquisição de várias empresas brasileiras por outras estrangeiras interessadas no promissor mercado. A dinâmica no mercado resultou na formação de consórcios, os quais tinham como objetivo da cooperação a complementariedade entre disciplinas de engenharia. As cooperações avançam também para áreas além dos projetos, surgindo os primeiros contratos de construção na modalidade EPC (engenharia, suprimento e construção).

Entretanto, na década de 2000 esse cenário acontece sob uma estrutura do capital intelectual de engenharia fragilizada. Desencorajada pela escassez de projetos e desestimulada pela intermitência de obras, a evasão de profissionais e a pouca procura pelas áreas de engenharia resultou em um vazio de profissionais da área, em que persistiam poucos dos mais experientes juntamente com um quadro de engenheiros recém-formados.

Aquela dinâmica de aquisições de firmas no setor de petróleo e gás se expande em outros setores, e a retomada dos investimentos nos grandes projetos de engenharia, protagonizado pelo setor público, reaquece o mercado na década de 2000. Novamente, a precariedade de infraestrutura básica e industrial, bem como a complexidade crescente que exigiam os novos projetos, reaproximam as empresas estrangeiras do mercado nacional, mais preparadas para a aplicação de conhecimentos técnicos e de gestão mais elaborados (Caldeira, 2012).

Além das fusões, a formação dos consórcios para atender projetos maiores e mais complexos viabilizava o crescimento das pequenas e médias empresas, uma vez que aquelas de maior porte financeiro garantiam as contingências ao longo do tempo (Caldeira, 2012). Por outro lado, a intensificação da comercialização de projetos na indústria por meio de EPCs, maiores e mais padronizados, resultou em uma maior competição com base no preço e mobilidade dos poucos recursos disponíveis.

Em 2011, as empresas voltadas para soluções de projeto estão envolvidas em atividades mais complexas e customizáveis, por isso mais intensas em conhecimento, mas com duração de até doze meses. Dado que a maioria dos contratos é de curto prazo e preveem remuneração por produto, requer maior volume de capital de giro para manter os elevados gastos como pessoal, *softwares* e atividades de apoio como topografia e sondagens. Já as empresas de engenharia que desempenham atividades de gerenciamento firmam contratos com prazos maiores e remunerações mais regulares.

De maneira geral, a ABDI (2011) traz como principais argumentos para explicar a fragilidade das empresas de engenharia no processo produtivo recente:

- a) poucas barreiras de entrada em função de menores necessidades de capital inicial. A maior barreira de entrada está na disponibilidade

de engenheiros experientes, qualificados, criativos e com alguma reputação nos segmentos de projetos que pretendem entrar. Participar de uma rede de contatos, inclusive políticos, é, portanto, uma barreira mais significativa do que dotação de capital, escala de produção e outras barreiras técnicas e financeiras;

- b) a intensa rivalidade intrassetorial;
- c) o poder de mercado significativo dos elos demandantes;
- d) contratações que marginalizam a técnica e a qualidade em favor do preço;
- e) a intermitência da demanda que dificulta tanto a manutenção do capital intelectual das empresas como os investimentos na aquisição e treinamento de *softwares*, ferramentas indispensáveis para permitir desenvolver projetos mais complexos e aumentar a produtividade das empresas;
- f) crescimento proporcional dos custos operacionais com o aumento da demanda, especificamente a remuneração de engenheiros reconhecidamente capazes e experientes e custos de serviços de apoio (ex.: topografia e sondagem);
- g) g) presença de diversos riscos associados a contratos, em especial nos do tipo preço fixo e custo reembolsável.

Assim, a partir de Caldeira (2012) e ABDI (2011), é possível observar que a engenharia de projetos atravessou décadas pródigas (1930 a 1970, ou *forgiving environment*); de proteção (1980 a início de 1990, ou *inhospitable environment* – a chamada década perdida da engenharia brasileira); e vive em um ambiente mais competitivo (a partir da década de 1990, ou *challenging environment*), conforme resume a tabela 1.

TABELA 1
Evolução do mercado de engenharia de projetos (1930-atual)

Períodos (décadas)	1930-1970	1980-1990	Final dos anos 1990-atual
	<i>Forgiving environment</i>	<i>Inhospitable environment</i>	<i>Challenging environment</i>
Barreiras de entrada	Somente ao final da década de 1970 é que se estabelece uma política restritiva com o intuito de se proteger o mercado interno.	Suspensão da política protecionista e aumento da competição estrangeira.	Criação da Lei de Conteúdo Local (1999).
Poder de barganha dos fornecedores	Apesar do incipiente ensino da engenharia no Brasil, a presença de poucas empresas na área conferia baixa mobilidade aos recursos.	A prática de desmobilização de projetos, trazendo maior insegurança aos empregos, bem como a reduzida oferta destes, facilitou o acesso a recursos altamente qualificados.	Desequilíbrio entre demanda e oferta de recursos, asseverado pela maior presença de empresas na área.

(Continua)

(Continuação)

Períodos (décadas)	1930-1970	1980-1990	Final dos anos 1990-atual
	<i>Forgiving environment</i>	<i>Inhospitable environment</i>	<i>Challenging environment</i>
Poder de barganha dos clientes	A concentração da demanda no setor público, associada à sua baixa previsibilidade, lhe conferia uma confortável posição. Entretanto, era limitado por conta dos poucos <i>players</i> existentes no mercado.	A retomada dos investimentos em meio a um mercado frágil e a evasão de recursos resultaram no cancelamento de alguns investimentos.	A concentração da demanda no setor público e uma baixa previsibilidade da mesma, em geral, o conferiam uma confortável posição. Além disso, essa relação se torna ainda mais forte pela maior quantidade de <i>players</i> existentes no mercado.
Nível de concorrência	Como os produtos eram altamente especializados, não havia muitos produtos substitutos.	A desarticulação do setor reduziu a quantidade de <i>players</i> e, por conseguinte, os produtos substitutos.	Apesar da elevada especificidade, observa-se maior presença de produtos substitutos, dada a maior quantidade de <i>players</i> no mercado.
Rivalidade entre os <i>players</i> da indústria	Taxa de crescimento da indústria é crescente, com poucos <i>players</i> nesse período.	A recessão da economia reduziu a quantidade de projetos, havendo, mesmo assim, um rearranjo do setor com a formação de consórcios para complementar disciplinas.	Taxa de crescimento da indústria é crescente sob uma escassez de recursos, padronização da oferta e maior número de <i>players</i> .

Fonte: adaptado de Caldeira (2010) e ABDI (2011).
Elaboração do autor.

3.2 Informações setoriais

Freire (2006) denomina as SICs como *Knowledge-Intensive Business Services* (KIBS), agrupando-as em dois grupos: com conhecimentos tecnológicos, ou *technological* KIBS – T-KIBS (serviços de telecomunicações e de informática); e profissionais, ou *professional* KIBS – P-KIBS (serviços administrativo, de regulação e de assuntos sociais). Estas atividades são desempenhadas, respectivamente, por empresas de tecnologia da informação e técnico-profissionais. Segundo a classificação das atividades utilizada na Pesquisa Anual de Serviços (PAS), esta última categoria faz parte dos serviços profissionais, administrativos e complementares, e reúne as áreas de arquitetura e engenharia e atividades relacionadas,⁸ em que se classificam as empresas de engenharia de projetos, objeto deste trabalho.

Em 2011, os serviços técnico-profissionais se destacaram no segmento de atividades profissionais, administrativos e complementares: concentraram a maior parte do número de empresas (166.190; 34,3%), da receita operacional líquida (R\$ 109,6 bilhões; 41,6%), do pessoal ocupado (1.011.819 pessoas; 21,4%), dos salários, retiradas e outras remunerações (R\$ 25,6 bilhões; 34,3%) e do valor adicionado (R\$ 82,3 bilhões; 41,3%). Neste caso, apenas a atividade de transporte e serviços auxiliares correlatos apresentou valor maior em todo o setor de serviços mercantis não financeiros – R\$ 132,9 bilhões (IBGE, 2013). Observa-se, ainda, a grande concentração do pessoal ocupado, da receita operacional líquida e dos gastos com pessoal em uma pequena quantidade de empresas, conforme mostra a tabela 2.

8. CNAE 711 – serviços de arquitetura e engenharia e atividades técnicas relacionadas.

TABELA 2
Participação das empresas brasileiras de serviços técnico-profissionais segundo a quantidade de empregados (2011)
 (Em %)

Quantidade de empregados (pessoas)	Número de empresas	Pessoal ocupado em 31 de dezembro (total)	Receita operacional líquida	Total de gastos de pessoal
< 20	96,7	53,9	46,8	32,8
≥ 20	3,3	46,1	53,2	67,2

Fonte: PAS, 2011.
 Elaboração do autor.

Entre as empresas com vinte ou mais empregados, os escritórios de arquitetura e engenharia e atividades técnicas correlatas foram os que mais empregaram (165 mil pessoas ocupadas; 35,5%), com maior receita líquida (R\$ 23,3 bilhões; 39,9%), mesmo sendo a segunda em quantidade de empresas (1.465).⁹ Apesar da relativa posição de destaque no mercado nacional de serviços técnico-profissionais, a comparação feita por Sabbatini (2011) entre 2007 e 2009 mostra que a soma do faturamento da indústria brasileira de serviços de engenharia no período (US\$ 4,4 bilhões) ocupou o 12º lugar no *ranking* dos países com maior faturamento da indústria internacional de serviços de engenharia, valor pouco maior a 2% do total faturado pelo líder EUA (US\$ 189,5 bilhões) no mesmo período. Este, por sua vez, concentra 61 das 150 maiores empresas mundiais de projetos, sendo responsável por 42% do faturamento mundial das empresas que atuam neste setor. O estudo mostra ainda a forte internacionalização das empresas que compõem o *ranking*, no qual um terço do faturamento destas é proveniente da exportação de serviços, proporção que aumenta para cerca de 60% entre as dez maiores firmas.

4 RESULTADO DAS ENTREVISTAS

Entre os resultados observados nos *workshops* sobre engenharia de projetos – consolidados no anexo A – e entrevistas de atores relevantes em cada setor – capítulos subsequentes –, os principais temas que se destacaram dizem respeito à *demand*a (participação marginal e falta de planejamento) e *recursos* (tecnológicos e humanos). Outra percepção que se nota a partir dos trabalhos setoriais diz respeito à *articulação da engenharia de projetos*, protagonizada pelos principais atores dos respectivos setores.

Conforme apresentado na tabela 1, o setor de engenharia de projetos brasileiro apresenta historicamente uma forte dependência do Estado, sendo, por conseguinte, um setor muito suscetível às fragilidades da governança pública. Intrínseco a isto,

9. Ao todo, os serviços técnico-profissionais com vinte ou mais empregados foram formados por 5.559 empresas em 2011, com destaque às atividades de contabilidade e auditoria (1.651), empresas de arquitetura e engenharia e atividades técnicas correlatas (1.465) e agrupadas nas atividades jurídicas, peritos judiciais (529).

as peculiaridades que envolvem as atividades – temporária, customizada, sazonal e intensa em conhecimento – faz com que as empresas busquem ampliar seus mercados e diversificar as atividades. Nesse sentido, procuram desenvolver parcerias nacionais e internacionais e agregar valor aos serviços oferecidos por meio de soluções mais abrangentes, em especial com serviços de montagem e construção. Além disto, o destaque do valor das receitas de mercados externos das empresas técnico-profissionais em relação aos outros grupos de serviços corrobora para a diversificação das fontes de receita das empresas. Entretanto, a comparação da origem das receitas das empresas envolvidas em atividades técnico-profissionais (5,8%) com vinte ou mais empregados, com os resultados das maiores empresas de serviços de engenharia mundial, sinaliza um grau de internacionalização muito aquém daquela média encontrada (33,4%). Porém, tal análise requer um maior grau de desdobramento para avaliar o comportamento isolado das empresas de engenharia e arquitetura. Apesar da destacada participação da receita operacional líquida destas empresas na categoria serviços técnico-profissionais, a presença de outras atividades nesta última pode influenciar negativamente a média encontrada.

Neste livro, Ruas e Sabbatini (capítulo 3) comentam que os grandes grupos de engenharia de P&G possuem uma ampla envergadura, atuando desde a elaboração de projetos básicos até a operação de plataformas. Diferente disto, os dados apresentados pela PAS 2011 mostram que a grande maioria das empresas de engenharia e arquitetura nacionais (96,7%) possui um porte que dificulta a diversificação das atividades (com menos de vinte empregados). Entretanto, a especialização destas empresas permite que se associem a outras, de forma a complementar disciplinas. Conforme destacado por estes autores, as estratégias decisivas de inovação conduzidas por empresas de petróleo e grandes grupos parapetrolíferos contam, também, com participações regionais ou específicas de grupos menores/especializados. No caso do setor aeronáutico, Ferreira e Sabbatini (capítulo 2) observam um maior avanço neste relacionamento, fazendo com que os fabricantes se concentrem nas especificações básicas do objeto, utilizando vários tipos de parcerias (*risk-sharing agreements* e *design and build*) para delegar as etapas subsequentes do projeto. Isto permitiu que outras empresas, até então não especializadas no processo, também participassem, acrescentando suas *expertises* a este setor e aprimorando seu próprio conhecimento. Já na construção naval, Cerqueira Jr. (capítulo 4) aponta que as empresas possuem *expertise* para atuarem em atividades mais complexas mas, por não participarem das fases iniciais dos projetos, pouco podem contribuir para desenvolver produtores locais e disseminar novas tecnologias.

Mesmo assim, a ausência de planejamento e intermitência da demanda por projetos traz incertezas e dificuldades aos escritórios de engenharia para formar, fomentar e manter equipes treinadas e mais competentes, bem como para investir em ferramentas para aumentar sua produtividade e atuar em processos mais

complexos. Além disso, a formação de uma equipe é temporária na medida em que envolve projetos específicos, e o aumento de empresas no setor permite uma maior mobilidade dos recursos. A atual baixa qualificação dos recursos reflete a concentração da formação brasileira de pessoal técnico-científico de nível superior em cursos e instituições de baixo desempenho (Gusso; Nascimento, 2013). Tal fato é asseverado pela evasão dos profissionais para outras áreas, tanto na academia (Silva Filho *et al.*, 2007) como no mercado de trabalho (Salerno *et al.*, 2013), resultado das décadas negras de 1980 e 1990. Adicionalmente, o atrito entre a formação com conhecimento isolado de disciplinas na academia e as necessidades de interdisciplinaridade e conhecimento práticos do mercado dificulta o ingresso dos profissionais recém-formados no mercado de trabalho, se tornando mais um obstáculo para manutenção e desenvolvimento do conhecimento requerido.

O resultado disso é o maior custo dos recursos e o comprometimento da produtividade dos projetos de engenharia, conforme lembrado pelo estudo de P&G deste livro, na comparação dos custos de um projeto nacional e estrangeiro.¹⁰ Assim, tanto a adequação dos currículos como a aproximação das empresas com as universidades, além de diminuir a evasão, partindo do princípio que trará maiores garantias ao emprego, permite que profissionais juniores estejam mais preparados e engajados para as necessidades do mercado. No que diz respeito à produtividade, a progressiva complexidade dos projetos tem exigido investimentos crescentes na aquisição e treinamento em *softwares*. A esse respeito, os autores do estudo sobre o setor aeronáutico enfatizam os elevados custos destes para as empresas de engenharia de projetos, enquanto o trabalho sobre construção naval destaca a vital importância da tecnologia da informação para o setor. Desta forma, as atividades desenvolvidas pelas empresas de projeto envolvem um maior capital de giro, na medida em que convivem com elevados gastos para a manutenção das equipes e com ferramentas e treinamentos.

Uma alternativa sinalizada pelos estudos setoriais em relação à demanda – e, por conseguinte, à manutenção dos recursos – é o estímulo dos projetos nacionais nos investimentos do governo federal. Entretanto, conforme lembrado por Caldeira (2012), a excessiva reserva de mercado vista em décadas passadas resultou em um desajuste do setor, só notado quando exposto a um ambiente de maior competitividade, com a abertura do mercado nacional. Ainda assim, o advento da Lei nº 8.666/1993 trouxe uma sistematização na contratação de obras públicas que privilegia, de certa forma, as empresas de engenharia. À medida em que exige a elaboração prévia de projetos básicos distintamente da etapa de obras, os preços estão sujeitos a um processo de negociação “menos” severo. Apesar do valor do projeto estar suscetível a uma subvalorização das instituições

10. Ver capítulo 4 deste livro.

contratantes, o preço a ser pago será definido a partir da competição direta com outras empresas. Além disso, as contratações que privilegiam a melhor técnica nos projetos podem proporcionar um retorno maior aos escritórios de projetos. Já na contratação feita irrestritamente por terceiros – como será visto adiante –, os projetos se tornam mais um item da obra que participará de uma negociação intensa de preço para aumentar a lucratividade do empreendimento, ficando sujeitos tanto à maior competição do mercado como a imposições do contratante.

Mas o rito instituído pela citada lei concentra, no contratante público, uma quantidade de encargos para a execução de obras que dificulta a gestão e implantação destes ativos (de Paula, 2013). Resultado disso são a baixa execução orçamentária e as contratações de obras públicas com projetos deficitários ou desatualizados (TCU, 2012), exemplos fidedignos da baixa qualidade dos projetos e as debilidades de governança do Estado. Por isso, a instituição do Regime Diferenciado de Contratações (RDC), por meio da Lei nº 12.462/2012, pode contribuir para agilizar os processos de contratação de obras públicas, dando uma maior dinâmica aos setores, na medida em que permite que os principais atores se concentrem em uma governança mais tática e estratégica dos ativos. De fato, a opção do contratante pela gestão de todas as etapas de uma obra distinta e minuciosamente detalhada traz, a qualquer ator, ganhos nos custos de implantação dos empreendimentos. Mas, a estrutura corporativa necessária para administrar e conduzir estes processos satisfatoriamente requer uma dimensão que contradiz a busca por estruturas mais enxutas, comentada por Freire (2006).

Além disso, a abordagem dos projetos sob a perspectiva do ciclo de vida do produto vista no setor aeronáutico – projeto, construção, operação e descarte –, além de estimular a melhoria contínua dos investimentos em todos os setores, pode ampliar, também, o espectro de atividade das empresas de engenharia de projeto e diminuir as peculiaridades temporal e sazonal das receitas. Naquele setor, o desenvolvimento de projetos é visto como etapa importante para o sucesso na operação e manutenção dos ativos durante várias décadas. Já no setor de infraestrutura de transportes, a abdicação da técnica em favor do menor preço nas contratações de obras públicas, destacado por Garcia e ABDI (2011), compromete tanto os custos de implantação e qualidade das obras como aumentam os riscos para conclusão e operação. Da mesma forma acontece quando estes são elaborados com prazos exíguos ou submissos à execução de obras, comprometendo o processo de construção e a operação destes ativos ao longo de décadas.

As contextualizações trazidas pelos autores sobre a crescente complexidade dos projetos e terceirização das atividades ressaltam, ainda, o protagonismo dos principais atores de cada setor. Além de prover o capital intelectual para a criação de diversas empresas de projetos, continuam influenciando no desenvolvimento destas

empresas na medida em que estabelecem parâmetros de qualidade para fornecerem serviços para seus projetos. No setor de P&G, os autores descrevem que o ingresso no cadastro de fornecedores da empresa líder, especificamente nas atividades de engenharia, impõe a adequação de capacitações em distintas disciplinas (elétrica, civil, mecânica, instrumentação, tubulação, entre outras) e introdução de *softwares* de engenharia e controle. Isto envolve um intensivo esforço de governança dos fornecedores e das compras públicas, induzindo-os a atender níveis de qualidade e de prazos mais exigentes. No mesmo intuito, observa-se a ativa atuação das empresas líderes nos setores aeronáutico e de construção naval, buscando desenvolver, também, além dos projetistas nacionais, a indústria brasileira relacionada. Já no setor de infraestrutura de transportes, a alta dependência da governança e investimentos públicos e a desarticulação do setor não contribuem para a gestão do capital intelectual envolvido. Com a criação da Empresa de Planejamento e Logística (EPL), o setor espera uma melhor previsibilidade da demanda e articulação no desenvolvimento dos projetos de infraestrutura de transportes.

Por fim, o relatório do 2º *Workshop de Engenharia de Projetos* traz as ações tomadas pelo governo federal que contribuem para atuar no diagnóstico elaborado no evento anterior, a saber: *i*) desoneração da folha de pagamento (MP-612/2012); *ii*) estímulos ao conteúdo local nas ações do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC (MP-580/2012) e nos programas do BNDES; *iii*) programas para financiar cursos de capacitação e qualificação dos funcionários (Programa de Financiamento Estudantil – FIES/empresa) e intercâmbio de estudantes (programa Ciência sem Fronteiras); *iv*) estudos e *workshops* para articulações setoriais, específicos para a Engenharia de Projetos e o programa Inova Empresa; e *v*) fomento a setores demandantes de projetos, como o programa Pró-Engenharia do BNDES, além do já existente Pré-Investimento da FINEP.

5 CONCLUSÕES

O mercado de engenharia de projetos teve sua projeção com o processo de industrialização e expansão da infraestrutura do país, a partir dos anos 1930. Desde então, evoluiu com base em uma grande dependência dos investimentos estatais, mesmo sendo realizadas diversas parcerias com empresas estrangeiras para absorver tecnologias e desenvolver o setor. À política de reserva de mercado em vigor até a década de 1970 surtiu efeitos contraditórios: na medida em que garantiu uma maior demanda para os escritórios de projetos, não estimulou desenvolvimento e competitividade do setor – deflagrado pelas fragilidades denotadas pela abertura do mercado nacional. Os anos conhecidos como período negro da engenharia brasileira (décadas de 1980 e 1990) ainda trazem reflexos para a economia nacional, mesmo com a retomada dos investimentos protagonizada pelo setor de P&G desde o final dos anos 1990.

A recente reestruturação da engenharia de projetos partiu da busca dos grandes atores, em cada setor abordado, por uma estrutura corporativa mais enxuta – terceirizando serviços e ampliando a participação de empresas terceirizadas –, seguida por um ambiente de aquisições e fusões empresarias dos escritórios de projetos e atuação em todo o ciclo de vida dos empreendimentos. Entretanto, o caráter marginal dado às empresas de engenharia nacional dificulta o desenvolvimento da *expertise* e credibilidade exigidas nos mercados mais competitivos. Por isto, o setor ainda se mostra dependente dos investimentos estatais, apresentando dificuldades para participar de projetos mais complexos e um grau de internacionalização das receitas inferior aos grandes escritórios internacionais, apesar do destaque no mercado de serviços nacional. Nesse intuito, em linha com as conclusões dos diversos autores, políticas que estimulem a formação de *joint ventures* e sua internacionalização, além de uma maior participação nos projetos locais, podem contribuir para o adequado desenvolvimento técnico e financeiro das empresas. A exemplo do setor aeronáutico, a diversificação das atividades tem permitido o autofinanciamento em alguns grupos.

Uma peculiaridade mostrada pelas informações do setor diz respeito ao tamanho das empresas. Dado que 96,7% destas possuem menos de vinte empregados, as dificuldades enfrentadas por elas perpassam pela necessidade de maiores recursos para o capital de giro. Isso porque são monodisciplinares, mais suscetíveis aos crescentes custos fixos, destacadamente os elevados salários e gastos com *softwares* e serviços de apoio, e contam com um horizonte menor de projetos. Uma melhor previsibilidade e gestão das demandas por parte do Estado, principal demandante, pode permitir um melhor planejamento não só das pequenas empresas, mas também daquelas de maior porte e com atividades mais diversificadas.

Quanto à formação dos recursos, o período negro para a engenharia de projetos trouxe reflexos negativos desde então. A reduzida disponibilidade de recursos, resultado da então baixa atratividade do setor, resultou em um vazio intelectual que distancia a nova geração de profissionais dos mais experientes, dificultando não só a adaptação dos entrantes no mercado, como a produtividade na elaboração dos projetos. Os trabalhos desenvolvidos nos quatro setores ressaltaram as dificuldades com a qualidade dos recursos. Neste sentido, a adequação dos currículos e das instituições pode dar uma maior interdisciplinaridade e um maior conhecimento prático aos profissionais, juntamente com uma reaproximação entre empresas e a academia, que permite com que haja maior aproveitamento das disciplinas à aplicação no mercado. Tais propostas têm como objetivo oferecer uma maior segurança e previsibilidade aos interessados para o seguimento na carreira, evitando evasões e a necessidade de longos períodos de adaptação.

No setor aeronáutico também se observa a maior preocupação com o aprimoramento da qualidade e confiabilidade dos projetos. A participação da empresa líder em todo o ciclo de vida das aeronaves – projetos, construção, operação/manutenção/reparo e descarte – permite que as informações retornem à empresa para aprimorar os projetos e desenvolvimento de materiais, criando um ciclo virtuoso de aprimoramento dos produtos. No estudo sobre setor de P&G, os autores também destacam a participação de algumas empresas na operação dos ativos como forma de diversificar as atividades. Além disso, passam a assumir os riscos provenientes de falhas nas etapas pré-operacionais, colocando tanto o desenvolvimento dos projetos como a construção – como itens vitais – no ciclo de vida dos investimentos.

Observa-se, ainda, a relevância dos *players* para o desenvolvimento da cadeia. Além de proverem capital intelectual para a criação de diversas empresas de engenharia, o estabelecimento de processos de contratação mais exigentes, enfatizados no estudo sobre o setor de P&G, provoca um maior desenvolvimento das empresas fornecedoras.

Grosso modo, a engenharia de projetos nos setores estudados é uma indústria ainda dependente da demanda pública, intrínseca também para a formação e manutenção do capital intelectual que as impulsionam. Por isso, estão suscetíveis às dificuldades de governança dos investimentos estatais e condicionadas a uma maior capacitação e desenvolvimento para atuarem no mercado internacional. A ampliação da escala e da diversificação das empresas aeronáuticas, por exemplo, vem permitindo que os profissionais envolvidos com pesquisa, desenvolvimento e engenharia sejam deslocados de um projeto para outro, dentro da própria empresa.

Por fim, a aplicação efetiva do conhecimento existente pode criar inovação e melhorar o desempenho dos negócios e a satisfação do cliente, enquanto o desinteresse em capturar e reutilizar o conhecimento mantido em projectos anteriormente realizados irá aumentar a probabilidade de reinventar a roda e, conseqüentemente, levar ao desperdício de recursos e a perda de lucros (Zhang *et al.*, 2009).

REFERÊNCIAS

ABDI *et al.* 1º **Workshop de Engenharia de Projeto**. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Estudo/RELATORIO%20FINAL%20_workshop_Engenharia%20de%20Projeto%20no%20Pa%C3%ADs_vf.pdf>.

_____. 2º **Workshop de Engenharia de Projeto**. Rio de Janeiro: [S.n.]. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Estudo/Relatorio_Workshop_Engenharia_Projetos.pdf>.

CALDEIRA, C. P. **Desafios do crescimento de organizações brasileiras intensivas em conhecimento**: estudo de caso em uma organização da indústria de engenharia consultiva. Rio de Janeiro: UFRJ, Instituto Coppead de Administração, 2012.

FREIRE, C. T. Um estudo sobre os serviços intensivos em conhecimento no Brasil. *In*: NEGRI, J. A. DE; KUBOTA, L. C.; SILVA, A. M. (Eds.). **Estrutura e dinâmica do setor de serviços no Brasil**. Brasília: Ipea, 2006. p. 26.

GUSSO, D. A.; NASCIMENTO, P. A. M. M. **Evolução da formação de engenheiros e profissionais técnico-científicos no Brasil entre 2000 e 2011**. [S.l.: s.n.].

IBGE. **Pesquisa Anual de Serviços – 2011**. [S.l.] IBGE, 2013. Disponível em: <www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/comercioeservico/pas/pas2011/default.shtm>.

PAULA, J. M. P. DE. Riscos em Obras públicas e o regime de contratação integrada. **Radar**: tecnologia, produção e comércio exterior, 2013.

RÜCKERT, I. N. J. Alguns aspectos das empresas estatais no Brasil. **Ensaios FEE**, v. 2, n. 1, p. 75–93, 1981.

SABBATINI, R. **Engenharia consultiva no Brasil**: desafios e oportunidades. Relatório de Acompanhamento Setorial. [S.l.] ABDI, 2011.

SALERNO, M. S. *et al.* **Uma proposta de sistematização do debate sobre falta de engenheiros no Brasil**. [S.l.] ABDI; Ipea; USP, set. 2013.

SILVA, A. M.; NEGRI, J. A. DE; KUBOTA, L. C. Estrutura e dinâmica do setor de serviços no Brasil. *In*: **Estrutura e dinâmica do setor de serviços no Brasil**. Brasília: Ipea, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2006. p. 20.

SILVA FILHO, R. L. L. *et al.* A evasão no ensino superior brasileiro. **Cadernos de Pesquisa**, v. 37, n. 132, p. 641-659, 2007.

TCU. **Consolidação dos trabalhos de fiscalização de obras públicas integrantes do orçamento da união referentes ao exercício de 2012**. [S.l.] TCU, 30 Out. 2012. Disponível em: <http://portal2.tcu.gov.br/portal/page/portal/TCU/imprensa/noticias/noticias_arquivos/Relat%C3%B3rio%20Fiscobras%202012.pdf>.

ANEXO

ANEXO A

Principais entendimentos do relatório inicial de engenharia de projetos

Desafios encontrado na retomada dos investimentos	Estrutura empresarial pulverizada, com pequenas empresas fragilizadas por anos de demanda intermitente e redução de quadros qualificados.
	Estrutura da oferta baseada em desastrosa concorrência em preços.
	Especialização em poucos segmentos, com destaque para projetos de construção civil (edificações e transporte rodoviário e, recentemente, também em óleo e gás).
	Especialização em serviços menos intensivos em soluções de engenharia básica e de detalhamento, e mais em gestão de projetos.
	Aumento da participação de grandes empresas estrangeiras do segmento, comandando, cada vez mais, a cadeia de serviços de engenharia, por meio da liderança em contratos do tipo "pacote completo" (tais como EPC ou DFBO), justamente no dinâmico segmento de petróleo e gás, relegando as empresas nacionais a papéis frequentemente coadjuvantes no processo e, desta forma, dificultando o acúmulo de capacitação e experiência que resultariam em ganhos futuros de competitividade para estas empresas e para o adensamento da cadeia industrial no país.
	Limitada oferta de mão de obra qualificada.
Proposição de políticas	Intensificar apoio à formação de engenheiros (graduação, pós-graduação) e à fixação/treinamento em empresas (tais como proposto pelo programa Ciência sem Fronteiras, lançado eqm 2011 e que prevê até 75 mil bolsas do tipo "sanduíche" para aprimoramento no exterior de graduandos, pós-graduandos e profissionais atuantes na indústria, com grande ênfase em diversas áreas da engenharia.
	Apoio à consolidação de empresas de capital brasileiro (obtenção de economias de escala ao nível da firma, com diversificação da atuação, ganhos de reputação, maior capacidade de atrair novos quadros qualificados.
	Rever marco jurídico das licitações que envolvam serviços de engenharia, de modo a limitar a concorrência apenas em preço.
	Aprofundar política de compras (pré-sal; PAC; Minha Casa, Minha Vida; entre outros programas), privilegiando empresas nacionais e/ou que contem com ampla participação de engenheiros brasileiros em todas as etapas.
	Sofisticar políticas de financiamento (engenharia "finamizável", apoio a empresas de engenharia).
	Atração de centros de P&D de ETNs.
	Ampliar o apoio à exportação de serviços de engenharia.
Desafios	Permanece a fragilidade competitiva de empresas independentes de serviços de engenharia. Grande parte dos esforços do segmento concentra-se nos departamentos (ou subsidiárias) de demandantes de serviços de engenharia, em especial das grandes empreiteiras. Este modelo gera dependência e limitações para o amplo desenvolvimento do segmento no Brasil.
	A desnacionalização crescente tem limitado a participação de empresas independentes nos segmentos integridos (EPC, DFBO etc.), o que promove a limitação na capacitação competitiva e tecnológica destas empresas.
	A falta de pessoal qualificado (mesmo com salários elevados e em crescimento) impõe sérias restrições competitivas para as empresas aqui instaladas, levando à perda de contratos para empresas estrangeiras. Permanece a formação lenta, insuficiente e intermitente de engenheiros qualificados, explicitando um problema estrutural e cuja solução envolve esforços de longo prazo.
	As incertezas legais e a burocracia dos processos de licitação também impõem grandes fragilidades competitivas para as empresas, uma vez que as licitações acabam sendo orientadas por disputas de preços, o que acirra a inerente tendência setorial à concorrência em preços, minando a capacidade de acumular experiência, conhecimento tácito e competitividade destas empresas independentes de engenharia consultiva.

Fonte: Sabbatini (2011).

Elaboração do autor.

ANEXO B

Principais entendimentos do 1º Workshop de Engenharia de Projeto

	<p><i>Falta de coordenação e previsibilidade da demanda interna</i> existente por serviços de engenharia de projetos no país:</p> <ul style="list-style-type: none"> • a principal questão relacionada ao fortalecimento de empresas de engenharia de projetos no país e, conseqüentemente sua capacitação, é a inexistência de uma <i>demanda consistente e continuada</i>, bem como a divulgação da informação desta demanda em tempo hábil, que permita a formação e a manutenção de equipes técnicas. Somente o exercício permanente da engenharia mantém equipes alocadas e atualizadas frente às rápidas mudanças tecnológicas; • a ausência de planejamento estratégico governamental acarreta a prática de uma <i>demanda intermitente</i>, com problemas de governança na cadeia de investimentos. A demanda por serviços de engenharia no país é desordenada e em escala reduzida; • faltam, também, estratégias por parte do poder público para o <i>uso do poder de compra</i> para o fortalecimento da engenharia nacional.
	<p><i>Fragilidade da estrutura de capital</i> das empresas nacionais para contratação de projetos de porte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • a fragilidade da estrutura de capital das empresas nacionais, bem como sua capacidade de endividamento <i>limita a possibilidade de contratar grandes projetos</i>. Adicionalmente, o porte dessas empresas <i>reduz, também, a capacidade de competir com as empresas estrangeiras</i> em vista dos custos internos das empresas nacionais e da dificuldade para oferecer produtos de qualidade; • <i>falta</i>, entre as empresas nacionais de engenharia consultiva, a prática de <i>cooperação ou associação</i> para maior poder de competição.
	<p><i>Mecanismos de financiamento inadequados</i> às características do setor:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>ausência de mecanismos com foco no financiamento da demanda</i> de serviços de engenharia de projeto realizados no país; • <i>insuficiência de instrumentos de financiamento e de garantias adequados para o desenvolvimento e fortalecimento das empresas</i> de engenharia consultiva nacionais com vistas à sua capacitação (por exemplo, <i>softwares</i>, sistemas de gestão, tecnologia da informação, treinamento, inovação). Atualmente as empresas interessadas são obrigadas, eventualmente, a recorrer a diferentes agentes de financiamento, que não se comunicam, que possuem regras próprias e sem sintonia com uma mesma estratégia.
Diagnóstico	<p><i>Carência de recursos humanos qualificados:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • carência de Recursos Humanos, em <i>quantidade e qualidade</i>, para atuar em engenharia de projeto.
	<p><i>Baixa atratividade do emprego</i> em engenharia de projeto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • a falta de atratividade do emprego em engenharia consultiva, em comparação com outros setores, <i>desloca o profissional de engenharia para outras áreas</i>, com a desvalorização da carreira; • <i>alta rotatividade</i> da mão de obra no setor. As empresas nacionais de engenharia têm dificuldade para manter suas equipes. A inconstância na demanda e a fragilidade das empresas de engenharia tornam difícil a manutenção de equipes prontas e treinadas para enfrentar novos projetos.
	<p><i>Inadequação do marco legal e ordenamento jurídico:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • a realização de licitações de empreendimentos sem a conclusão do pré-investimento (arts. 6 e 7 da Lei nº 8.666/1993) onera o investimento total. São frequentes os aditivos contratuais que, além de resultarem na <i>subordinação da atividade de engenharia de projeto à atividade de construção, reduzem as oportunidades de fortalecimento do conhecimento técnico</i>, inerente à engenharia de projeto; • as licitações públicas atribuem um <i>peso desproporcional ao preço em comparação ao mérito técnico</i>, não estimulando, portanto, a capacitação das empresas em determinados campos do conhecimento técnico e abrindo espaço para “aventuras” que costumam sair caro para o erário. É baixa a exigência de conteúdo local na engenharia de projeto; • nos contratos EPC (<i>Engineering Procurement and Construction</i>), a <i>atividade de construção prevalece sobre a de engenharia</i>. O peso desproporcional do C em relação ao E põe a atividade da engenharia, que opera com conhecimento, a reboque da construção física, o que pode comprometer a qualidade do projeto, além de implicar uma negociação que sacrifica financeiramente a engenharia de projeto; • as <i>compras de serviços em pacotes fechados</i> prejudicam a participação de empresas de engenharia brasileira que, pelo seu porte frequentemente menor, não conseguem competir com grandes grupos (geralmente de capital não nacional) que estão em melhores condições de oferecer todos os serviços contemplados; • o <i>baixo uso da capacidade da engenharia brasileira</i> resulta na frequente especificação de instalações e equipamentos não produzidos no país. O poder de arrasto da engenharia básica é conhecido. É nessa atividade que se especificam equipamentos e instalações e uma equipe estrangeira, ainda que não tenha vínculos com determinados fornecedores, tende a especificar itens que lhe são familiares.

(Continua)

(Continuação)

Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> • percepção pelas empresas de engenharia consultiva de um certo nível de <i>incerteza quanto ao cumprimento das obrigações contratuais</i> (por parte do contratante); • faltam marco legal e ordenamento jurídico específico que minimizem os efeitos prejudiciais ao desenvolvimento e ao fortalecimento da engenharia de projeto no país, decorrentes das questões já listadas. Por outro lado, há <i>falta de entendimento político da importância do assunto e da gravidade do problema</i>, o que prejudica o estabelecimento de marco legal e ordenamento jurídico.
	<p><i>Custo-Brasil:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • o Custo-Brasil onera os serviços da engenharia nacional, devido à <i>carga tributária, aos encargos trabalhistas, ao câmbio, a questões legais e à falta de escala</i>, o que reduz a competitividade na oferta dos serviços, tanto no mercado nacional quanto internacional.
Proposições	<p>Fortalecimento das empresas de engenharia consultiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> • fomentar a <i>formação de joint ventures</i>, fusão de empresas de maneira que tenham mais musculatura para concorrer em mercados altamente competitivos; • fomentar mecanismos de <i>manutenção e atualização do conhecimento</i> nas empresas de engenharia; • prover <i>apoio financeiro</i> para o desenvolvimento e fortalecimento das empresas de engenharia consultiva nacionais. Os instrumentos de apoio financeiro devem oferecer condições (juros, prazos, volume e garantias) compatíveis com as especificidades das empresas de consultoria do país; • financiar esforço conjunto para <i>desenvolvimento de software</i> dedicado à engenharia de projeto, de modo a evitar a dependência em técnicas de modelagem computacional estrangeiras; • criar <i>fundo garantidor</i> para empresas de engenharia. Garantir financiamento às empresas de engenharia e/ou para contratantes de serviços de engenharia de projeto; • criar incentivos à <i>exportação de serviços de engenharia</i>.
	<p>Fortalecimento de Recursos Humanos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>umentar a oferta de vagas</i> nos cursos de engenharia e em cursos de especialização em áreas específicas, sem comprometer a qualidade do ensino, bem como medidas que <i>reduzam a evasão</i> existente. Complementarmente, a ampliação do nº de engenheiros de projeto deverá estar ancorada em outras ações que orientem sua formação; • ações de apoio a empresas para <i>formação de engenheiros especializados (on the job learning)</i>; • <i>modificação da grade curricular</i> para atender às especificidades da demanda; • estimular a <i>cooperação universidade-empresa</i>; • criar <i>linha de financiamento para a qualificação profissional</i>.
Proposições	<p><i>Custo-Brasil:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>desonerar a carga tributária e os encargos trabalhistas</i> das atividades de engenharia consultiva (pré-investimento), considerando que as atividades de projeto e inovação resultam em investimento no país.

Fonte: ABDI *et al.* (2012).

Elaboração do autor.

ANEXO C

Principais entendimentos do 2º *Workshop* de Engenharia de Projeto

Setores	Petróleo e gás, naval	Aeronáutico	Infraestrutura de transporte
Proposições	<p>Com relação ao modelo de contratação:</p> <ul style="list-style-type: none"> necessidade de <i>privilegiar técnica x concorrência de preço</i>, como critérios de igual peso; evitar a contratação de uma única empresa de engenharia para a realização da empreitada total; incentivar a <i>contratação direta da engenharia</i>; incentivar contratação de ensaios localmente; política de desenvolvimento de fornecedores <i>flexibilizando exigência de experiência prévia/ índice financeiro</i>; incluir assistência técnica no escopo dos contratos para que a empresa de engenharia tenha <i>feedback operacional</i>. <p>Com relação à demanda:</p> <ul style="list-style-type: none"> para aumentar a sua previsibilidade, é preciso incluir, na regulamentação do setor de petróleo e gás e naval, <i>incentivos para abertura dos planos de investimento</i> (benefício para o processo de concessão). <p>Com relação ao conteúdo local:</p> <ul style="list-style-type: none"> contabilizar (com <i>maior peso</i>) serviço de engenharia nacional com foco no projeto básico ao tratar de conteúdo local; contabilizar exportação de serviço de engenharia nacional no <i>conteúdo local</i>; inserir requisitos de <i>conteúdo local</i> nos investimentos públicos em infraestrutura (principalmente naval); Considerar <i>conteúdo local</i> também de unidades afretadas. 	<p>Gargalos identificados:</p> <ul style="list-style-type: none"> custo da certificação; <i>dumping</i> países emergentes; dificuldade de definir a propriedade intelectual; falta de coordenação das políticas e da fiscalização do setor aeroespacial; <i>financiamento</i> de custos não recorrentes, a partir de prioridades governamentais. <p>Recomendações de política:</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>intensificar a competência da empresa líder</i> na engenharia de projetos, buscando novas competências (a utilização de materiais compostos, a integração de sistemas complexos, o domínio da tecnologia supersônica e a incorporação de componentes e sistemas relacionados com a sustentabilidade ambiental, entre outros); fortalecer as empresas nacionais de engenharia voltadas para a indústria aeronáutica, sobretudo do ponto de vista de escala empresarial visto possuírem <i>limitações financeiras</i> — e pequena integração com as etapas produtivas, com alto risco de desnacionalização; reivindicar maior <i>participação da engenharia de projetos nacional nos empreendimentos aeronáuticos</i> realizados por empresas estrangeiras; apoiar novos empreendimentos aeronáuticos em <i>nichos de mercado</i> que possibilitem o fortalecimento da engenharia de projetos, apoiando novos empreendimentos que tenham como objetivo projetar e produzir aeronaves no país; 	<p>Gargalos identificados:</p> <ul style="list-style-type: none"> possível excesso de <i>liabilities</i> na contratação de projetos de engenharia e gestão das obras. É preciso <i>tornar os riscos legais dos contratos compatíveis com as atribuições e a remuneração</i> recebida pelas empresas de engenharia de projeto e construção; tendência à <i>reduzida participação de professores com experiência prática</i> nas universidades públicas; <i>baixa participação das empresas em projetos de pesquisa</i>. <p>Oportunidades identificadas:</p> <ul style="list-style-type: none"> aproveitar as oportunidades do <i>Catálogo de oportunidades de investimentos</i>, da APEX e do MDIC, que reúne um conjunto de projetos de investimento previstos para os próximos anos. O catálogo mostra o <i>planejamento do governo</i> e permite às empresas ter alguma previsibilidade com relação a demanda; aprofundar uso da plataforma <i>Building Information Modelling (BIM)</i> pelos contratantes públicos. Trata-se de instrumento para melhorar o planejamento da execução das obras, reduzindo atrasos e desperdícios; aumentar o número de bibliotecas BIM; prever contratação de professores com dedicação parcial em disciplinas mais técnicas dos cursos de engenharia nas universidades públicas;

(Continua)

(Continuação)

Proposições	<p>Com relação ao financiamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> criar critérios para comprovar <i>índices de nacionalização</i> adequados do projeto básico, seguindo o modelo do Finame. Em outras palavras, “finamizar” o projeto básico; exigência de contrapartidas tais como a <i>contratação de projeto de engenharia nacional</i> para atender pleitos de financiamento. <p>Com relação à mão de obra:</p> <ul style="list-style-type: none"> associação/inserção da iniciativa privada em programas de formação de recursos humanos em nível de graduação e pós-graduação de forma a viabilizar a contratação e <i>formação continuada (on-the-job training)</i> dos profissionais; incentivar <i>projetos de iniciação científica</i> em áreas correlatas à engenharia de projeto. <p>Com relação à internacionalização: incentivar, por meio de medidas regulatórias e de financiamento, a <i>internacionalização de empresas de engenharia</i> controladas por capital nacional.</p>	<ul style="list-style-type: none"> utilizar o <i>poder de compra</i> do Estado de forma ativa (concentrado nas aquisições de aeronaves militares) como um dos principais instrumentos de política pública para o desenvolvimento da indústria aeronáutica brasileira; no caso particular do apoio à constituição de grandes fornecedoras nacionais que integrem engenharia e produção, criar um novo instrumento de <i>parceria estratégica</i>. Tal instrumento seguiria o modelo utilizado internacionalmente, isto é, acordos visando à <i>capacitação produtiva e tecnológica</i> de uma empresa nacional, para que esta venha a se tornar uma fornecedora de primeiro nível, no caso de serviços de engenharia e produção; política específica para o <i>desenvolvimento de novas tecnologias</i> aeronáuticas (plataformas demonstradoras de tecnologia) com a criação de instrumentos de subvenção, específico para apoiar o desenvolvimento de conjuntos de novas tecnologias identificadas como prioritárias, a partir de uma agenda tecnológica para o setor; <i>aprimorar, expandir e coordenar os programas de financiamento de projetos</i> aeronáuticos; coordenar e intensificar o <i>apoio à formação de engenheiros</i> aeronáuticos e de áreas afins, e também de técnicos em projetos aeronáuticos, por meio da ampliação de vagas nos cursos já existentes, da abertura de novos cursos, além da concessão de bolsas tipo “sanduíche” do programa Ciência sem Fronteiras. 	<ul style="list-style-type: none"> estimular a <i>atuação dos professores de engenharia em temas mais aplicados</i>. Alinhar estrutura de incentivos à produção acadêmica com esse objetivo; <i>oferecer benefício fiscal para empresas</i> receberem os professores; fomentar <i> cursos técnicos</i> que irão “abastecer” as engenharias; usar diplomacia para <i>exportar serviços de projeto de engenharia</i> aos parceiros comerciais e políticos do Brasil. <p>Recomendações de política:</p> <ul style="list-style-type: none"> reforçar a <i>gestão de portfólio de projetos nos órgãos públicos</i>, com aprovações intermediárias em função do nível de detalhamento dos projetos; criar um <i>banco de projetos</i> como forma de garantir a demanda por projetos em períodos de investimento mais baixo por parte do Estado, aportando maior qualidade e agilidade na execução de obras futuras, no momento em que os recursos se fizerem disponíveis; reforçar <i>contratação de projetos de engenharia com base em técnica</i> (envolve legislação e qualificação dos servidores públicos); considerar custo total do empreendimento, aumentando a “qualidade” do projeto, que representa, no máximo, entre 5 e 8% do total dos gastos, com objetivo de reduzir o custo da obra e da sua operação.
-------------	---	--	---

Fonte: ABDI *et al.* (2013).
Elaboração do autor.

ANEXO D
Etapas de um projeto segundo o setor

Etapas do projeto/setor	Conceitual	Básico	Detalhamento	Construção
	Gerenciamento ¹			
P&G	<p>Identificação das <i>características fundamentais</i> do empreendimento, incluindo sua rentabilidade.</p> <p>Prospecção de tecnologias disponíveis/desejáveis e estratégias de implantação.</p> <p>Em alguns casos, autorizações e relatórios de impacto ambiental também são necessários.</p> <p>São realizados estudos de pré-viabilidade que, em alguns casos, envolvem plantas-piloto.</p> <p>Delimitam os tipos de equipamento a serem utilizados e são, <i>grossomodo</i>, os primeiros determinantes para das relações com fornecedores de insumos, componentes, serviços e equipamentos para o sistema em questão.</p>	<p>São apresentados os <i>principais elementos técnicos</i> do projeto, as especificações e modo de operação dos equipamentos.</p> <p>São realizados projetos de <i>pré-detalhamento</i>, com mapeamento de fornecedores e estimativas iniciais de custos.</p> <p>Sinaliza eventuais inconsistências técnicas ou econômicas do projeto básico (que nesse caso deveria ser refeito).</p> <p>No Brasil, essa etapa é denominada FEED (<i>Front-End Engineering Design</i>) e dá base à elaboração de contratos para fases subsequentes.</p>	<p>É realizado o <i>aprofundamento da caracterização</i> de cada componente, serviço e equipamento do projeto básico, de modo que este possa ser efetivamente executado.</p> <p>É elaborado um <i>planejamento das operações de contratação, suprimentos, fabricação e prestação de serviços</i>.</p> <p>Envolve grande número de engenheiros responsáveis, tão maior quanto o número de especificações e de disciplinas técnicas demandadas.</p> <p>Envolve, também, constante troca de documentações e, em muitos casos, é a etapa mais demorada antes da montagem final.</p>	<p>As etapas finais, de suprimento, fabricação e montagem, envolvem capacidades de engenharia de gestão.</p> <p>A eficiência no processo de contratação, de organização de equipes, serviços terceirizados e controle de riscos associados a projetos de elevada complexidade e valor tornam essa etapa um importante diferencial nos projetos de engenharia de petróleo.</p>
Aeronáutico	<p><i>Initial Definition Phase (IDP)</i>: identificação dos requerimentos de alto nível e definição da configuração básica.</p>	<p><i>Joint Definition Phase (JDP)</i>: validação e detalhamento projeto inicial, incluindo desenho, interfaces e montagem.</p>	<p><i>Detail Design and Certification (DDC)</i>: detalhamento do projeto de todas as partes, componentes e peças da aeronave. Protótipos são manufaturados, testados e os produtos certificados.</p> <p>Outras etapas importantes colocadas pelo autor são a integração, ensaio e certificação. Esta, por sua vez, é necessária para uma aeronave entrar no mercado.</p>	<p><i>Serial production</i>: manufatura, venda e entrega das aeronaves aos clientes. As correções do projeto são realizadas nesta fase, particularmente nos estágios iniciais.</p> <p><i>Phase out</i>: suporte e planejamento do encerramento da linha de produto.</p>

(Continua)

(Continuação)

Infraestrutura de transportes	<p>Faz a definição conceitual do projeto e de seus objetivos, buscando garantir que haja clareza na definição do projeto, o máximo de informações para a contratação dos projetos básico e executivo.</p> <p>Ajuda a evitar grandes disparidades no <i>entendimento do objeto</i> por parte dos fornecedores de serviços de engenharia consultiva e da própria empresa contratante, principalmente quando esta tem várias áreas organizacionais diferentes envolvidas na definição dos projetos e condução do processo de contratação dos serviços de engenharia.</p> <p>É possível que nesta fase também sejam incluídas análises de viabilidade técnica e financeira do projeto.</p>	<p>Conjunto de elementos básicos que caracteriza uma obra ou um serviço de engenharia em diversas dimensões, principalmente o escopo do projeto.</p> <p>Deve desenvolver a alternativa escolhida, viável, técnica, econômica e ambientalmente, identificar os elementos constituintes e o desempenho esperado da obra, adotar soluções técnicas de modo a minimizar reformulações de escopo ou ajustes acentuados durante a execução, especificar todos os serviços a executar, materiais e equipamentos, e definir as quantidades e custos de serviços e fornecimentos, de tal forma a ensejar a determinação do custo da obra com precisão aceitável – de mais ou menos 15% (resolução CONFEA nº. 361/91).</p>	<p>Conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra (ABNT).</p> <p>Tratamento técnico e aprofundado do projeto básico, com as especificações detalhadas de materiais e insumos, das etapas e prazos a serem cumpridos (cronograma físico-financeiro), dos métodos e equipamentos a serem utilizados e dos custos a serem incorridos na execução.</p>	<p><i>A etapa de construção não foi abordada pelo autor.</i></p>
				Gerenciamento
				<p>Serviços completos e garantir que o projeto seja realizado de forma adequada, também podem gerenciar e controlar a sua execução.</p> <p>Etapa fundamental para garantir a qualidade da obra a ser executada.</p> <p>Requer competências gerenciais distintas, dado que seu objetivo só poderá ser atingido a partir da coordenação de atividades de outras empresas (principalmente às de construção) e da gestão efetiva da equipe da obra.</p>

(Continua)

(Continuação)

	Básico	Detalhamento	Construção
Construção naval	<p>Escolha ou na aquisição de uma determinada tecnologia.</p> <p>Busca atender as especificidades e necessidades do mercado e realiza o dimensionamento da embarcação a ser construída.</p> <p>São especificados os equipamentos-chave para esta embarcação e os principais fornecedores destes equipamentos.</p> <p>É feita a análise da viabilidade que permite definir as dimensões ótimas para o navio, assim como sua velocidade de serviço e a potência estimada para o motor principal.</p> <p>São definidas as diretrizes básicas a serem seguidas pelas demais disciplinas nas etapas seguintes, os parâmetros operacionais do processo, as variáveis de processo para determinação dos instrumentos necessários para o controle e automação do processo, e os sistemas de segurança a serem implementados.</p> <p>São também definidos o <i>arranjo (disposição)</i> dos equipamentos nas áreas disponíveis, as necessidades de modificações ou inclusão de novas estruturas, a seleção de materiais e dimensionamento preliminar (diâmetros) de tubulações, as necessidades de alterações ou inclusões de novos equipamentos ou sistemas elétricos, o dimensionamento preliminar de sistemas de ventilação e ar condicionado, entre outros.</p>	<p>Consiste em uma série de documentos (desenhos, memorial descritivo, lista de equipamentos etc.), que tem por finalidade trazer para o "mundo real" o projeto básico elaborado na fase anterior;</p> <p>São definidos: as peças e equipamentos projetados para atender as especificações do navio, as especificações dos insumos com adequação à capacidade do parque industrial local, quando possível, as tecnologias de processo e os <i>itens B e C</i>.</p> <p>Não é único, podendo existir várias formas de fazer a mesma coisa.</p> <p>É comum que um projeto básico feito num escritório de projetos navais seja usado mundialmente, e o projeto de detalhamento seja feito por quem vai construir cada embarcação.</p> <p>Regido por normas e regulamentos que normatizam a sua concepção e cálculo, como é o caso das regras das sociedades classificadoras.</p>	<p>É um nível a mais de detalhamento, no qual não só a forma real é representada, mas deve ser indicado como a mesma será construída.</p> <p>Requer a quantidade de partes existem em uma montagem, como será feita esta montagem, com quais processos, e qual deverá ser o sequenciamento da produção.</p>
	<p>Principais requisitos operacionais do navio: tipo do navio, capacidade de carga, equipamento de carga necessário, velocidade de serviço, autonomia, entre outros.</p> <p>Avaliação dos volumes de carga.</p> <p>Identificação das rotas de atuação e capacidades dos portos de atracação.</p>	<p>Definição do tipo, porte, tipo de propulsão, velocidade de serviço, opções sobre equipamento de carga, meios auxiliares de manobra.</p> <p>Determinação das dimensões principais e de alguns coeficientes de forma, obtenção dos elementos necessários e suficientes para poder estimar os custos de construção e exploração do navio.</p> <p>Definição do projeto estrutural.</p> <p>Especificação de materiais, peças e equipamentos, definição do item A.</p> <p>Definição da tecnologia de produto.</p> <p>Avaliação de viabilidade.</p>	<p>Obtenção dos elementos que definem as características gerais do navio e dos seus equipamentos principais e que serão anexados ao contrato de construção estabelecido entre o armador e o construtor.</p> <p>Os planos-chave do navio são avaliados pela classificadora.</p> <p>Aprovação do projeto pela classificadora.</p>

Fonte: Capítulos subsequentes deste livro.

Nota: ¹ A envergadura das atividades de gerenciamento varia segundo a forma de contratação. No Brasil, enquanto os contratos de EPC (*Engineering, Procurement and Construction*) podem compreender as etapas de engenharia de detalhamento e construção, já é possível se ter, em um só contrato de obra pública, desde a etapa de projeto básico, conforme trazido pelo RDC e as práticas internacionais. Além disso, existem também casos específicos nos quais, desde a etapa conceitual, é delegada à uma empresa.

ENGENHARIA DE PROJETOS NA INDÚSTRIA AERONÁUTICA BRASILEIRA

Marcos José Barbieri Ferreira¹
Rodrigo Coelho Sabbatini²

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta um diagnóstico da competitividade da engenharia aeronáutica no Brasil e é documento resultante das informações obtidas a partir de uma pesquisa junto às principais empresas ofertantes e demandantes de serviços de engenharia de projetos na indústria aeronáutica brasileira. Em conjunto foi realizado um amplo estudo em fontes secundárias, visando subsidiar a análise da dinâmica competitiva e do mapeamento internacional deste segmento, além de complementar as informações obtidas junto às empresas brasileiras. Este texto também busca sintetizar e incorporar as discussões realizadas no âmbito das reuniões técnicas e do 2º Workshop de Engenharia de Projetos no Brasil. Estas atividades foram realizadas no segundo semestre de 2012 e no primeiro semestre de 2013, sob a coordenação geral da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), e contou com a participação de especialistas do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), além de empresários e executivos do setor. Por sua vez, a análise e sistematização desse amplo conjunto de informações neste capítulo ficaram a cargo do Núcleo de Economia Industrial e da Tecnologia (NEIT) do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Este trabalho objetiva fornecer uma análise sobre a competitividade do segmento de engenharia aeronáutica no Brasil, que permita avançar no entendimento dos seus pontos fortes e das suas deficiências, de forma a orientar a formulação, implementação e avaliação de políticas públicas que visem o fortalecimento desse segmento. A engenharia aeronáutica apresenta um papel central e determinante na manutenção e ampliação da competitividade da indústria aeronáutica brasileira como um todo, particularmente no momento atual, em que esta indústria enfrenta um processo de ruptura da trajetória tecnológica até então vigente.

1. Consultor da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI).

2. Consultor da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI).

O capítulo está estruturado em cinco seções, além desta introdução. A segunda seção realiza uma breve discussão sobre a importância da engenharia de projetos na dinâmica competitiva e tecnológica da indústria aeronáutica mundial. A terceira realiza uma análise de como este segmento de mercado está estruturado em escala global e, a partir disto, é apresentada uma breve tipologia, que objetiva sistematizar a estrutura de oferta dos serviços de engenharia aeronáutica. Essa seção ainda busca avançar na compreensão do recente e significativo processo de internacionalização dos serviços de engenharia aeronáutica. A quarta apresenta uma análise do segmento de engenharia de projetos aeronáuticos no Brasil, a partir de uma detalhada análise das principais empresas que compõem este segmento, descrevendo a evolução das suas estratégias e estruturas. Por sua vez, esta análise está dividida em três seções, cada uma delas abrangendo uma categoria de atores: as empresas integradoras e a demanda por serviços de engenharia aeronáutica; as empresas ofertantes de serviços de engenharia aeronáutica, e os nichos de mercado em que as empresas se posicionam como ofertantes e demandantes dos serviços de engenharia aeronáutica. Por fim, na quinta e última seção, são apresentadas as principais proposições de políticas públicas – tanto os objetivos como os instrumentos para concretizá-las –, que visam o fortalecimento do segmento de engenharia de projetos aeronáuticos no Brasil e, conseqüentemente, da indústria aeronáutica brasileira como um todo.

2 A DINÂMICA DA INDÚSTRIA AERONÁUTICA E A ENGENHARIA DE PROJETOS

A indústria aeronáutica, desde sua origem, tem nos projetos de suas aeronaves a sua principal competência (*core competence*). Muito mais do que produzir, projetar aeronaves é a determinante-chave da competitividade desta indústria.

Inicialmente, a concepção e o desenvolvimento das aeronaves estavam diretamente vinculados às competências individuais de seus projetistas. Nas primeiras décadas do século XX, muitos destes projetistas – em geral associados a investidores – construíram as primeiras empresas aeronáuticas do mundo para industrializar, isto é, produzir em série, suas aeronaves.³ A importância destes projetistas pode ser constatada no fato de que grande parte das empresas por eles fundadas e das aeronaves por eles produzidas levavam seus nomes, com destaque para os projetistas norte-americanos Boeing, Douglas e Sikorsky; os franceses Breguet e Dassault; os alemães Focke e Heinkel; e o holandês Fokker. Mesmo na antiga União Soviética, com uma economia centralmente planejada, as aeronaves também foram designadas pelo nome dos seus projetistas-chefes, como Mikoyan, Sukhoi e Ilyushin.

3. Alguns desses projetistas, de acordo com a teoria econômica, podem ser identificados como empresários schumpeterianos, isto é, indivíduos cuja competência e liderança encaminharam novos empreendimentos, objetivando, fundamentalmente, a introdução de inovações; no caso, a industrialização de seus projetos de aeronaves (Schumpeter, 1984, p. 48-66).

A evolução da indústria aeronáutica, ao longo das décadas, foi marcada pela crescente dimensão e complexidade das aeronaves e pelo contínuo aumento das escalas empresariais, resultando na diminuição da influência dos projetistas individuais. Sendo assim, o protagonismo em relação à elaboração dos projetos aeronáuticos foi sendo gradualmente transferido para os departamentos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e de engenharia das grandes fabricantes de aeronaves, que passaram a ter uma importância decisiva dentro das estruturas empresariais.

O desenvolvimento e a implementação de um novo projeto aeronáutico vêm atingindo valores cada vez mais elevados, de maneira que um projeto mal sucedido passa a comprometer a sobrevivência da própria empresa, resultando no abandono do mercado ou mesmo na sua falência. Este foi o caso da britânica de Havilland, na década de 1950, cujos jatos comerciais Comet apresentaram sérios problemas técnicos; e da empresa sueca Saab que buscou ocupar a aviação regional, nos anos 1990, com o avião turboélice Saab 2000, enquanto o mercado se voltou para as aeronaves a jato. Por outro lado, um projeto bem-sucedido, em geral, possibilita que a empresa aeronáutica se posicione entre as líderes de seu segmento de mercado. O exemplo emblemático é o do modelo 707, a partir do qual a Boeing se consolidou como a maior fabricante de aeronaves comerciais a jato do mundo (Ferreira, 2009).

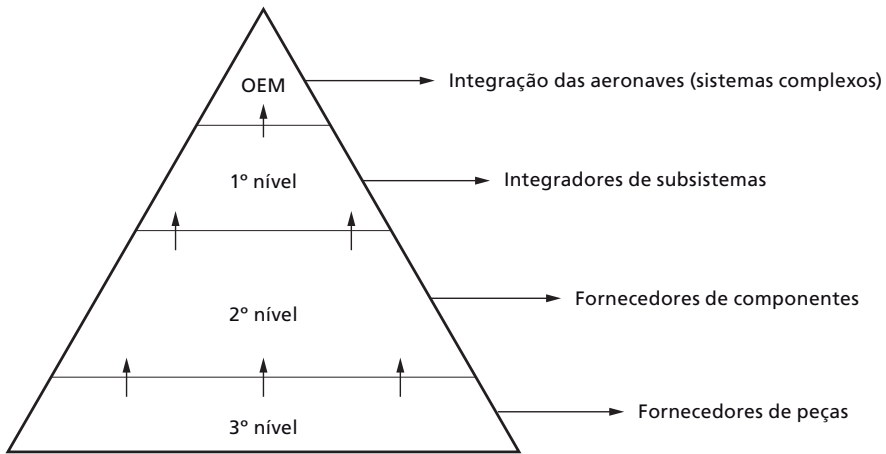
Em decorrência deste padrão de concorrência, as empresas aeronáuticas estão voltadas prioritariamente para a elaboração dos projetos de suas aeronaves, abrangendo desde a concepção até a entrega da mesma para o cliente final: concepção, definição, detalhamento, integração, ensaio e certificação.⁴

A engenharia de projetos ocupa uma posição central, não apenas nas estruturas empresariais das grandes fabricantes de aeronaves, mas de toda cadeia produtiva da indústria aeronáutica. As aeronaves vêm incorporando uma quantidade crescente de componentes e sistemas cada vez mais sofisticados, a maioria dos quais desenvolvidos e produzidos por terceiros, mas que precisam se adequar uns aos outros dentro de uma arquitetura integral. Desta maneira, são as grandes fabricantes de aviões e helicópteros que especificam as características técnicas destes componentes e sistemas, coordenando – a partir dos projetos básicos de suas aeronaves – toda rede de fornecedores nacionais e estrangeiros. Segundo a metodologia de Chase e Aquilano (1995), a indústria aeronáutica é uma indústria “puxada” por projetos, isto é, toda cadeia produtiva é coordenada pelo último elo, no caso as grandes integradoras aeronáuticas.

4. Cabe ressaltar a importância da certificação — a última etapa de um projeto aeronáutico — como um elemento de competitividade, dado que sem esta, uma aeronave não poderá sequer entrar no mercado.

FIGURA 1

Cadeia produtiva da indústria aeronáutica: comando dos projetos



Elaboração dos autores.

A proeminência dos projetos aeronáuticos faz com que a evolução da indústria aeronáutica possa ser descrita por meio do processo de desenvolvimento e seleção destes projetos. No segmento comercial, o progresso tecnológico é estabelecido por meio dos projetos aeronáuticos dominantes, sendo estes descritos como o aprimoramento, a sistematização e a consolidação em um único projeto aeronáutico das inovações até então implementadas, de forma desconexa, em diferentes modelos de aeronaves. Por definição, projeto dominante é aquele que adquire a fidelidade do mercado, o qual os demais concorrentes precisam adotar para terem uma participação, ainda que modesta, no mercado aeronáutico (Ferreira, 2009 *apud* Utterback, 1996).

Na aviação comercial, o Douglas *DC-3* foi o primeiro exemplo de projeto dominante. Segundo Utterback:

Ele [o Douglas *DC-3*] não foi o maior, nem o mais rápido, nem o avião com maior raio de ação a voar quando foi lançado, mas era simplesmente o único avião econômico, grande e rápido, capaz de voar longas distâncias. O *DC-3* atendeu às necessidades de mercado de maneira tão eficaz que, na verdade, ele forneceu os conceitos básicos para o projeto de aeronaves comerciais desde o instante de sua criação, na metade da década de 30 (Utterback, 1996, p. 93).

Com a entrada em operações dos aviões a jato, na década de 1950, um novo projeto dominante foi estabelecido, o do *Boeing 707*.

No momento atual observa-se uma ruptura na trajetória evolutiva da indústria aeronáutica, ocasionada pela introdução de um amplo conjunto de inovações

tecnológicas – algumas de caráter disruptivo, como a predominante utilização dos materiais compostos. Em grande parte, estas inovações estão sintetizadas no projeto do *Boeing 787* que, segundo Ferreira “tende a ser o novo projeto dominante da aviação comercial” (2012, p. 11).

Nos projetos de aeronaves militares, por sua vez, a evolução do progresso técnico é determinada pelos demandantes de última instância, isto é, as Forças Armadas. Em decorrência da sua importância estratégica, as aeronaves militares precisam ser tecnologicamente equivalentes ou superiores que as utilizadas pelos seus reais ou potenciais adversários, particularmente na aviação de combate. As Forças Armadas não apenas estabelecem as especificações básicas dos projetos aeronáuticos militares, como, em alguns casos, também indicam quais fornecedores irão compor a cadeia produtiva, particularmente os fabricantes de componentes críticos, como aviônicos, sensores e motores.

Em suma, na aviação comercial se estabelece um projeto aeronáutico dominante, selecionado e sancionado pelo mercado, enquanto na indústria aeronáutica militar o projeto é determinado pelas necessidades estratégicas das Forças Armadas demandantes. Por exemplo, enquanto os projetos supersônicos estão difundidos na aviação militar desde o final dos anos 1950, na aviação comercial o avião franco-britânico *Concorde* – que incorporou a tecnologia supersônica na aviação comercial – não foi sancionado pelo mercado como um novo projeto dominante.

As empresas aeronáuticas – independente do segmento em que atuam, comercial ou militar – têm nos projetos de suas aeronaves a sua principal vantagem competitiva, sendo o fator de diferenciação preponderante em relação aos seus concorrentes. Por conta disso, desde a origem desta indústria, o desenvolvimento dos projetos é uma atividade realizada internamente pelas empresas aeronáuticas, se constituindo na sua principal competência (*core competence*).

O fato da indústria aeronáutica estar centrada em projetos faz com que as questões relacionadas à propriedade intelectual tenham uma grande relevância, particularmente no segmento civil. De um lado, a necessidade de proteger os desenvolvimentos alcançados, principalmente quando estes são realizados em conjunto ou, então, transferidos para terceiros.⁵ De outro lado, a possibilidade de utilizar as informações tecnológicas contidas nos documentos de patentes como instrumentos de identificação de trajetórias tecnológicas e estratégias empresariais.

5. A China também tem recursos de engenharia significativos, mas as fabricantes de aeronaves estão preocupadas com proteção de propriedade intelectual, por isso este país tem uma participação muito pequena neste mercado.

3 ESTRUTURA DE MERCADO MUNDIAL

As fabricantes de aeronaves não transferem a engenharia responsável pelo desenvolvimento dos seus projetos para outras empresas, caso contrário, perderiam suas competências únicas e distintivas. Contudo, ao longo das últimas décadas verifica-se que parte dessa engenharia de projetos vem sendo transferida, de maneira crescente, para terceiras empresas. Esta contradição é explicada pelo fato das empresas integradoras não transferirem a totalidade dos seus projetos aeronáuticos para terceiros, apenas parte destes e, mesmo assim, de menor relevância tecnológica e econômica. O objetivo primordial desta estratégia é o enfrentamento de dois importantes desafios: a intermitência da demanda e os crescentes custos de desenvolvimento das aeronaves.

A intermitência na demanda é uma das principais características dos projetos de engenharia aeronáutica.⁶ O desenvolvimento de uma nova aeronave necessita de um grande volume de serviços de engenharia, envolvendo desde a concepção inicial até o detalhamento de cada um dos componentes, passando pela integração de um amplo e sofisticado conjunto de sistemas – produzidos por empresas especializadas – que compõe essa nova aeronave. Contudo, esta demanda é concentrada no tempo, as fases mais críticas de desenvolvimento, em geral, não passam de dois anos. Desta maneira, as empresas aeronáuticas têm de lidar com o contínuo desafio de adequar a própria capacidade de engenharia aos ciclos de desenvolvimento de suas aeronaves.

Durante o ciclo de expansão da demanda por serviços de engenharia, as empresas aeronáuticas correm o risco de se depararem com a falta de profissionais próprios – que atendam às necessidades dos projetos – e a dificuldade de se contratar uma mão de obra altamente qualificada em um curto prazo de tempo. Por sua vez, na fase de retração dessa demanda, observa-se a desmobilização de uma parcela significativa dos engenheiros e técnicos envolvidos nas atividades de desenvolvimento, gerando uma significativa elevação dos custos fixos, além do risco de migrarem para outros departamentos, se afastando da fronteira do conhecimento tecnológico. Contudo, se a empresa demitir estes funcionários, estará abrindo mão de uma parcela de seu principal atributo de competitividade, no caso os profissionais responsáveis pela elaboração dos projetos aeronáuticos, havendo, ainda, o risco maior destes serem contratados por empresas concorrentes.

A ampliação da escala e da diversificação das empresas aeronáuticas permite que os profissionais envolvidos com pesquisa, desenvolvimento e engenharia sejam deslocados de um projeto para outro, dentro da própria empresa. Entretanto, esta ampliação dos espaços de manobra internos à empresa não é suficiente para solucionar as questões relacionadas com a intermitência da demanda. O desenvolvimento dos

6. Na realidade, a intermitência da demanda é uma das principais dificuldades enfrentadas pela totalidade das empresas que trabalham com engenharia de projetos nos diferentes setores econômicos (Sabbatini, 2011).

projetos aeronáuticos não ocorre de forma linear e nem sempre segue o cronograma estipulado; assim, em determinados períodos, essa intermitência pode chegar a ser ainda maior nos grandes conglomerados aeroespaciais, em decorrência de uma possível sobreposição dos ciclos de desenvolvimento.

Para fazer frente a essa questão da intermitência da demanda, durante os ciclos de expansão as grandes fabricantes de aeronaves vêm contratando parte da engenharia de projetos de terceiros. Contudo, este processo se intensificou a partir da década de 1990, em decorrência de três novos acontecimentos:

- a) o avanço das tecnologias de informação e comunicação (TICs) possibilitou a migração dos projetos de aeronaves para a tecnologia digital.⁷ Isto permitiu que partes dos projetos aeronáuticos pudessem ser realizados por escritórios localizados em diferentes localidades e de forma simultânea;
- b) o fim da Guerra Fria diminuiu as restrições quanto à transferência de partes dos projetos aeronáuticos para outras firmas, principalmente estrangeiras;
- c) a flexibilização da legislação trabalhista – na maioria dos países-sedes das empresas contratantes – ocorrida dentro do contexto de maior liberdade econômica promovida pelas políticas neoliberais, possibilitou a criação de novas formas de contrato de trabalho, além de facilitar a contratação de trabalhadores estrangeiros.

No entanto, dada a importância estratégica da engenharia de projetos para a competitividade das empresas aeronáuticas, esses serviços de engenharia passaram a ser contratados por meio do modelo homens-horas de trabalho (*job shoppers*). Este modelo de contrato permite que as empresas demandantes tenham total controle sobre os serviços requisitados, não apenas especificando quais etapas ou atividades serão realizadas pelos terceiros, mas, principalmente, pelo fato destes funcionários terceirizados estarem diretamente subordinados às contratantes. Cabe destacar que uma grande parte dos engenheiros e técnicos das prestadoras de serviço é deslocada diretamente para as unidades de engenharia das empresas demandantes, atuando temporariamente como funcionários dessas empresas.

As estratégias empresariais de concentrar os esforços nas etapas de maior valor agregado, adotadas a partir da década de 1990, intensificaram o processo de terceirização dos serviços de engenharia das empresas aeronáuticas. Inicialmente, algumas atividades de menor importância estratégica foram totalmente transferidas para terceiros, independente da variação da demanda. Com o passar do tempo, um conjunto cada vez maior de atividade de engenharia, cada vez mais complexas, foi sendo transferido para outras empresas, de forma temporária ou permanente.

7. O *Boeing 777*, avião que entrou em operação em 1994, foi o primeiro grande projeto aeronáutico comercial desenvolvido digitalmente, sem o uso de protótipos físicos (Aerostrategy, 2009).

QUADRO 1
Serviços de engenharia aeronáutica terceirizados: categorias

Projeto e desenvolvimento	Análise de engenharia e simulação	Engenharia de manufatura	Publicações técnicas
Desenvolvimento colaborativo de novo produto (DCNP)	Análise estrutural	Planejamento de processo	Manual de manutenção de aeronaves
Projeto preliminar	Análise de fadiga e tolerância	Reengenharia de processo	Manual de sistemas e subsistemas
Projeto detalhado	Análise de fluido dinâmico	Planejamento de qualidade	Manual de manutenção dos componentes
Projeto de instalação de sistemas	Análise cinemática	Simulação de produção	Manual de reparo estrutural
Reprojetos	Análises térmicas e termodinâmicas	Programação CNC e CMM	Relatórios dos testes de certificação
Maquetes digitais	Análise de confiabilidade e otimização	Projeto de ferramentaria	Catálogo ilustrado de peças
Engenharia de performance	Análise de elementos finitos (FEM)	Gabaritos de montagem	Conversão SGML
Modelagem de montagens	Ensaio e certificação	Prototipagem	Boletins de serviço
Modelagem de custos	Análises linear e não linear	Gerenciamento e qualificação de fornecedores	

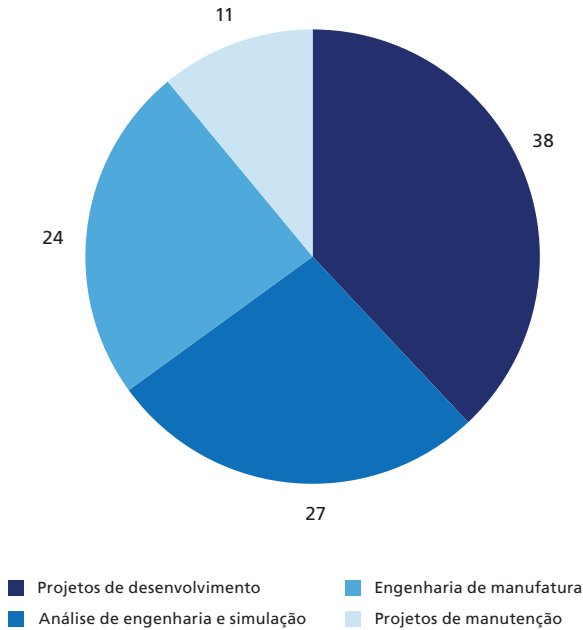
Elaboração dos autores.

Como resultado desse amplo e contínuo processo de terceirização, um crescente volume e uma grande variedade de serviços de engenharia aeronáutica vêm sendo transferidos para terceiros. Segundo estimativas, este mercado de serviços de engenharia para indústria aeronáutica representa cerca de 4% do mercado mundial de todos os serviços de engenharia industrial (Zinnov, 2012). Este mercado se apresenta relativamente maduro e estável, mas altamente fragmentado, pois abrange uma grande diversidade de serviços, como pode ser observado no quadro 1 e no gráfico 1. Desde etapas mais simples, como as publicações técnicas, até atividades que envolvem um elevado nível de complexidade; por exemplo, os projetos de detalhamento de grandes aeroestruturas e os projetos de integração de sistemas.

Um crescente número de empresas de engenharia vem conquistando a capacidade de lidar com pacotes de trabalho mais sofisticados que vão bem além dos tradicionais contratos de venda de homens-horas de trabalho. Em geral, estes serviços mais sofisticados são realizados por meio da contratação de um projeto fechado (*work-package*), que estabelece compromissos *ex ante* sobre preço, prazo e qualidade. Algumas empresas de engenharia mais avançadas chegam a oferecer soluções completas para projetos de engenharia aeronáutica, os denominados *end-to-end design*, que envolvem desde a concepção até a certificação.

Independente das atividades terceirizadas e do modelo de terceirização, é importante ressaltar que as principais competências da engenharia de projetos são mantidas internamente (*in situ*) pelas grandes empresas aeronáuticas. Em suma, estas empresas somente transferem as atividades de engenharia de menor importância estratégica e cujo cálculo econômico da terceirização se mostre vantajoso. De acordo com o resultado de uma pesquisa realizada junto às maiores empresas aeroespaciais do mundo, cerca de 40% dos serviços de engenharia são realizados internamente (Accenture, 2010).

GRÁFICO 1
Distribuição dos serviços de engenharia aeronáutica nas grandes empresas aeroespaciais do mundo (2010)¹
(Em %)



Fonte: adaptado da Accenture (2010).

Elaboração dos autores.

Nota: ¹ Dados de questionários realizado junto às 31 maiores empresas aeroespaciais do mundo.

Atualmente, os serviços de engenharia aeronáutica são fornecidos por um extenso número de empresas com características bastante heterogêneas, e que estão espalhadas por diversos países. Não obstante, do ponto de vista analítico, estas empresas podem ser reunidas em três grandes grupos, descritos a seguir.

3.1 Fornecedores de primeiro nível

O primeiro grupo é formado pelas grandes fornecedoras de primeiro nível, em geral parceiras de risco na produção de aerestruturas, que posteriormente passam a fornecer serviços de engenharia. Por meio das parceiras de risco (*risk-sharing agreements*), alguns grandes fabricantes de aeronaves transferiram para seus fornecedores parte das responsabilidades tecnológicas e financeiras envolvidas no desenvolvimento de determinados sistemas e componentes, particularmente aerestruturas. Nestes casos, as fabricantes de aeronaves se concentraram na determinação das especificações básicas (*initial definitions*), enquanto as etapas de detalhamento dos projetos passaram a ser realizadas pelos seus fornecedores. Como resultado, uma parcela crescente da engenharia de projetos passou a estar incorporada nos sistemas e componentes produzidos pelos seus parceiros de risco. Nestes casos os fornecedores mudaram da categoria de projetos “construir segundo um projeto já pronto” – *built to print*, para a categoria “projetar e construir” – *design and build* (Shenhar, 1993).

A partir dessas competências adquiridas no desenvolvimento de sistemas e componentes, muitas dessas empresas vêm diversificando suas atividades, criando departamento ou subsidiárias voltados exclusivamente para prestação dos serviços de engenharia. Este grupo compreende desde unidades de médio porte, como a norte-americana D3 Technologies (LMI Aerospace Group), com cerca de 400 funcionários, até grandes empresas, como a francesa Safran Engineering Services (Safran Groupe), com mais de 3 mil funcionários. Outra característica é que a maioria destas empresas fazem parte de amplos conglomerados aeroespaciais.

3.2 Grandes empresas de engenharia

O segundo grupo é composto pelas grandes empresas de engenharia, em sua maioria, diversificadas empresas de projetos que prestam serviços para um grande número de setores industriais – tais como automobilística, petróleo e gás, naval e construção civil – e que também passaram a atuar na indústria aeronáutica. Estas empresas são constituídas por um grande número de funcionários, formados, na sua quase totalidade, por técnicos e engenheiros com formação interdisciplinar e visão generalista. Cabe destacar a notável expansão das empresas indianas, que em um tempo relativamente curto vêm se posicionando entre as líderes mundiais no fornecimento de serviços de engenharia, inclusive em engenharia aeronáutica. Entre estas empresas indianas, seis estão listadas entre as maiores do mundo: Wipro, Infosys, Infotech, HCL, Tata e QuEST.⁸

Nesse segundo grupo também se destaca o desempenho de algumas grandes empresas de engenharia norte-americanas e europeias – entre elas as francesas Altran

8. Em 2011, a empresa indiana QuEST Global Engineering adquiriu a britânica GKN Aerospace Engineering (grupo GKN), empresa voltada para o setor aeronáutico com cerca de 280 funcionários.

e Assystem; a alemã P3 Engineering; e as norte-americanas Belcan e CDI – que têm expandido seu alcance por meio do estabelecimento de uma rede global de centros de engenharia. Além disso, algumas destas empresas vêm apresentando elevada competência na elaboração de projetos aeronáuticos de maior complexidade, demonstrando capacidade de lidar com pacotes de trabalho mais sofisticados.

Cabe ainda salientar que a quase totalidade das empresas que compõem este grupo não atua na produção de componentes e sistemas aeronáuticos, concentrando-se fundamentalmente nas atividades de desenvolvimento e engenharia.

3.3 Médias e pequenas empresas de engenharia aeronáutica

O terceiro grupo é formado pelas médias e pequenas empresas de engenharia que estão voltadas, quase que exclusivamente, para as atividades de engenharia na indústria aeronáutica. Na maioria dos casos essas empresas realizam serviços que necessitam de uma elevada especialização e, com isso, apresentam maior valor agregado. Além dos projetos destinados às novas aeronaves, destacam-se os serviços de modificações estruturais e integração de sistemas em aeronaves modernizadas ou adaptadas – pois, na maioria dos casos, estes projetos são integralmente realizados pelas empresas de engenharia subcontratadas.⁹

A maioria das empresas do terceiro grupo é *spin-off* das grandes fabricantes de aeronaves, mas poucas delas atuam na produção dos componentes e sistemas que projetam, havendo pequena integração vertical. Algumas dessas empresas também são subcontratadas pelas grandes firmas do primeiro ou segundo grupo para realizar serviços específicos. Entre as principais empresas deste terceiro grupo cabe ressaltar a arrojada atuação da brasileira Akaer.

TABELA 1
Maiores empresas de serviços de engenharia aeronáutica do mundo (2012)

Empresas de engenharia (grupos ¹)	Países	Funcionários	
		Aeroespacial ²	Total ³
Belcan Engineering (Belcan Corp)	EUA	3.500	11.000
CDI Aerospace & Industrial Equipment (CDI Corp)	EUA	1.000	10.000
D3 Technologies (LMI Aerospace)	EUA	400	1.700
Altran Technologies	França	3.000	17.000
Assystem Aerospace (Assystem)	França	2.500	10.200
Safran Engineering Services (Safran Groupe)	França	3.000	3.000
LAtecis (Groupe Latécoère)	França	400	500
P3 Engineering Solutions (P3 Group)	Alemanha	nd	1.400

(Continua)

9. Além das empresas de engenharia especializadas, também estão incluídas no terceiro grupo algumas poucas empresas de *maintenance, repair, and overhaul* (MRO) que realizam modificações estruturais.

(Continuação)

Empresas de engenharia (grupos ¹)	Países	Funcionários	
		Aeroespacial ²	Total ³
Aernnova Ingeniería (Grupo Aernnova)	Espanha	nd	720
Wipro Product Engineering Services (Wipro Group)	Índia	nd	18.000
HCL Engineering and R&D Services (HCL Technologies)	Índia	nd	17.500
Infotech Enterprises	Índia	nd	10.000
Infosys Engineering and Technology Services (Infosys Limited)	Índia	nd	8.000
Tata Technologies (Tata Group)	Índia	nd	8.000
QuEST Global Engineering (Quest Group)	Índia	nd	3.500

Fonte: relatórios anuais das empresas.

Elaboração dos autores.

Notas: ¹ Grupos econômicos dos quais fazem parte.

² Número estimado de funcionários que podem prestar serviços de engenharia (engenheiros e técnicos) ao setor aeroespacial.

³ Número estimado de funcionários que prestam serviços de engenharia (engenheiros e técnicos).

Uma das principais características que pode ser observada no mercado de prestação de serviços de engenharia para a indústria aeronáutica é o seu elevado grau de internacionalização, que responde por cerca de um terço da oferta de serviços de engenharia para as grandes empresas aeronáuticas, como pode ser observado no gráfico 2. Na maioria dos casos, a internacionalização busca conseguir maiores benefícios de custos, além de também ser utilizada para mitigar os riscos cambiais. A internacionalização abrange dois diferentes processos, de um lado a tradicional exportação dos serviços de engenharia, em geral serviços especializados adquiridos de países próximos, de outro o denominado de *offshore outsourcing*.¹⁰ Este último processo é relativamente recente¹¹ e ocupa uma parcela cada vez maior, sendo predominante no mercado serviços de engenharia aeronáutica. O *offshore outsourcing* ocorre por meio de dois movimentos simultâneos: por um lado, as grandes empresas de engenharia vêm estabelecendo escritórios nos países desenvolvidos para captar serviços dos seus principais clientes; por outro lado, transferem grande parte destes serviços para os seus escritórios localizados nos países emergentes cuja mão de obra, além de qualificada, também apresenta um custo muito mais baixo.¹² Em muitos casos o *offshore outsourcing* compreende a transferência de técnicos e engenheiros dos escritórios localizados nos países emergentes para trabalharem *in loco* nas unidades de tecnologia e engenharia dos clientes estabelecidos nos países desenvolvidos.

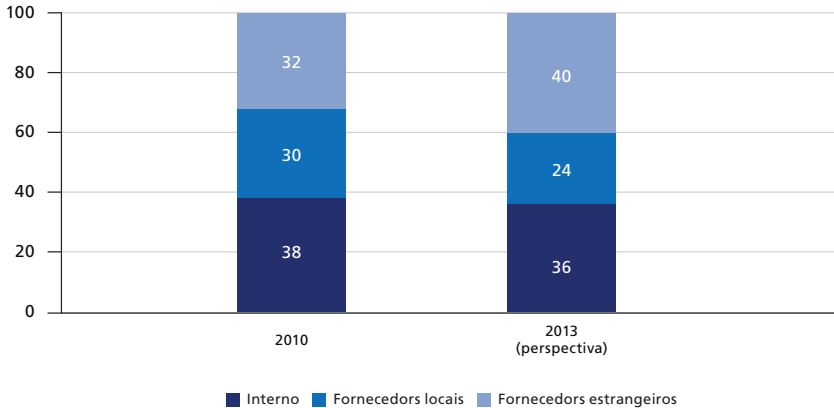
10. A definição ampla de *offshore outsourcing* segundo Maskell et al. (2007, p. 239): "a firm's delegation of in house value chain activities to independent suppliers located in low cost environments outside its home country".

11. Em 1993, a Boeing estabeleceu um *engineering design center* em Moscou, sendo a primeira empresa aeronáutica a transferir para o exterior parte de suas atividades de desenvolvimento. Este escritório iniciou suas atividades com 10 engenheiros e atualmente conta com mais de 2 mil funcionários (The Boeing Co., 2013).

12. Observa-se um provável *dumping* praticado por diversas empresas de serviços de engenharia aeronáutica localizadas em países emergentes, particularmente as indianas, dado que, em alguns casos, os preços de hora/serviço cobrados por estas empresas estão abaixo dos custos de hora/uso dos *softwares* de engenharia mais sofisticados, como o Catia.

GRÁFICO 2

Fonte dos serviços de engenharia das principais empresas aeroespaciais do mundo¹ (2010 e 2013): perspectivas
(Em %)



Fonte: adaptado da Accenture (2010).

Elaboração dos autores.

Nota: ¹ Dados de questionários realizado junto às 31 maiores empresas aeroespaciais do mundo.

As companhias aeronáuticas norte-americanas são as principais “importadoras” dos serviços de engenharia, enquanto as empresas indianas e russas estão entre as maiores ofertantes. Atualmente, a Índia responde por mais de 30% da oferta mundial de serviços de engenharia aeronáutica, possuindo uma ampla base de técnicos e engenheiros das mais diversas áreas. A Índia também é a sede das maiores e mais diversificadas empresas de prestação de serviço do mundo,¹³ além de ter atraído as subsidiárias das grandes empresas de engenharia estrangeiras. Por sua vez, a Rússia tem uma excelente qualificação em engenharia aeroespacial, particularmente em aerodinâmica, sendo este um legado da Guerra Fria.

A engenharia aeronáutica está se tornando globalmente integrada, contudo, cabe esclarecer que o processo de internacionalização está concentrado nos segmentos comerciais da indústria aeronáutica. O segmento militar – que responde por cerca de metade do faturamento desta indústria – possui severas restrições ao *offshore outsourcing* da sua estrutura produtiva. A maioria dos países que sediam a produção de aeronaves militares impõe exigências de conteúdo local, além de barreiras quanto à transferência de tecnologia,¹⁴ particularmente em uma atividade tão estratégica, como a engenharia de projetos. Contudo, observa-se um discreto crescimento da interna-

13. Entre estas se destacam a Tata Consultante Service (TCS), com 250 mil funcionários; a Infosys, com 153 mil; e a Wipro, com 140 mil. Todas elas prestam uma grande variedade de serviços para setores bastante diversificados como financeiro, telecomunicações, mídia, entretenimento, logística, indústria e setor público.

14. O International Traffic in Arms Regulations (Itar), criado pelos EUA no ano de 1976, impõe um conjunto de regras de controle e restrição de exportação e importação de produtos e serviços relacionados com a indústria de defesa.

cionalização dos serviços de engenharia aeronáutica no segmento militar vinculados ao cumprimento dos acordos de compensação (*offsets*) produtivos e tecnológicos.

4 ESTRUTURA DE MERCADO BRASILEIRA

A análise da estrutura de mercado do segmento de engenharia de projetos aeronáuticos no Brasil está dividida em três subseções, cada uma delas abrangendo uma diferente categoria de atores: as empresas integradoras e a demanda por serviços de engenharia aeronáutica; as empresas ofertantes de serviços de engenharia aeronáutica; e, por fim, os nichos de mercado em que as empresas se posicionam como ofertantes e demandantes dos serviços de engenharia aeronáutica.

4.1 Empresas integradoras e a demanda por serviços de engenharia aeronáutica

A estrutura de mercado da indústria aeronáutica brasileira está concentrada em uma única grande empresa fabricante de aviões de controle nacional, a Embraer S.A. Esta empresa possui uma ativa participação na indústria aeronáutica mundial, ocupando uma posição de liderança em um dos segmentos mais competitivos, o de aeronaves comerciais. No âmbito nacional, a Embraer responde por aproximadamente 80% de todas as receitas obtidas pela indústria aeronáutica brasileira. Esta característica estrutural faz com que a demanda por serviços de engenharia aeronáutica esteja concentrada nesta empresa líder e nas fornecedoras de primeiro nível, que compõem sua cadeia produtiva. Cabe ainda destacar a participação da fabricante de helicópteros Helibras, subsidiária da Eurocopter (grupo EADS), que está ampliando suas atividades produtivas no país e, com isso, demandando serviços de engenharia aeronáutica.

A seguir é apresentada uma análise mais aprofundada da demanda de serviços de engenharia aeronáutica no Brasil, elaborada a partir de experiências prévias dos pesquisadores e, principalmente, das entrevistas realizadas junto aos representantes da Embraer e da Helibras.¹⁵

4.1.1 Embraer

A Embraer foi fundada em 1969 a partir de uma política de Estado que visava à constituição de uma moderna e capacitada empresa aeronáutica no Brasil. Inicialmente, o objetivo da Embraer era industrializar o projeto do *Bandeirante*, um bimotores turboélice de pequeno porte desenvolvido no Centro Técnico de Aeronáutica

15. Cabe citar o projeto da Axis Aerospace, instalada no município de Tupaciguara (MG), e que busca desenvolver a aeronave executiva *AX-2 Tupã*, um avião executivo turboélice de seis lugares. A estratégia é que esta aeronave se diferencie das demais por meio dos baixos custos de aquisição e operação. Contudo, todo este projeto ainda se encontra em fase de estudos.

(CTA) pelo Instituto de Pesquisas e Desenvolvimento (IPD).¹⁶ Esse forte vínculo com o CTA se refletiu no modelo de negócio que foi concebido para a Embraer, isto é, uma empresa aeronáutica de projetos e montagem. Para tanto, a Embraer se dedicou, desde o início das suas atividades, ao domínio das tecnologias-chave que determinam o avião como um produto final, com destaque para o segmento de projetos. Segundo Ferreira (2009, p. 128), esse enfoque provou ser indispensável à autonomia tecnológica e empresarial da Embraer, capacitando a empresa a gerir seu próprio negócio e a criar oportunidades de mercado em cada novo projeto.

Nesta primeira fase, além do acordo com o IPD/CTA para refinar o projeto e produzir o bimotor *Bandeirante*, a Embraer também buscou estabelecer parcerias estratégicas, particularmente com firmas estrangeiras, para absorver tecnologia e, a partir disso, desenvolver capacitações próprias. O primeiro acordo tecnológico foi realizado em 1970 com a empresa italiana Aermacchi, para produção sob licença do jato de treinamento militar *Xavante*. Esta parceria foi fundamental para capacitar a Embraer na produção de aeronaves a jato. Em 1971, o Ministério da Aeronáutica decidiu transferir para a Embraer o programa do avião agrícola *Ipanema*, que estava sendo desenvolvido pelo IPD/CTA com verbas fornecidas pelo Ministério da Agricultura. No ano de 1974, em contrapartida à aquisição dos caças supersônicos *Northrop F-5 Tiger II* pela Força Aérea Brasileira (FAB), a Embraer recebeu tecnologia para produzir, no país, alguns componentes estruturais das aeronaves adquiridas. Por fim, no ano de 1975, a empresa assinou um acordo de cooperação com a empresa norte-americana Piper Aircraft, para produção local de uma extensa linha de monomotores e bimotores a pistão. Inicialmente estas aeronaves foram produzidas a partir de *kits* desmontados (CKD) fornecidos pela empresa norte-americana e, gradualmente, a produção foi sendo nacionalizada. A parceria com a Piper foi utilizada pela empresa brasileira para se capacitar no processo produtivo, isto é, aprender a produzir uma grande quantidade de aviões em série, como aponta o presidente da Embraer na época, Ozires Silva:

Um dos nossos objetivos era descobrir como a Piper empregava um número tão reduzido de homens na atividade produtiva. Nossos cálculos mostravam que tinham proporcionalmente metade do pessoal que usualmente empregávamos no Brasil para realizar as mesmas tarefas (Silva, 2008, p. 132).

Apesar dos avanços no segmento produtivo, o objetivo prioritário da empresa era conquistar competência e capacitação no segmento de projeto das aeronaves, pois esta era a única tecnologia que não poderia ser obtida de maneira satisfatória fora das fronteiras brasileiras. A construção desta competência permitiu que, em 1976, a Embraer apresentasse a primeira aeronave desenvolvida internamente,

16. O IPD foi criado em 1954, dentro da estrutura do CTA, com o objetivo de estudar os problemas técnicos, econômicos e operacionais relacionados à aeronáutica, cooperar com a indústria e buscar soluções adequadas às atividades da aviação nacional. Na prática, o IPD priorizava o projeto e o desenvolvimento de novas aeronaves.

o bimotor *EMB-121 Xingu*. Apesar de não ter sido um sucesso comercial, a aeronave, moderna e de *design* avançado, demonstrava que a empresa brasileira havia se capacitado na engenharia de projetos. Desta maneira, a Embraer passou a dominar o ciclo completo da indústria aeronáutica: concepção, especificação, integração e certificação.

A década de 1980 marcou a consolidação – técnica e comercial – da Embraer como empresa aeronáutica, graças a dois novos projetos desenvolvidos internamente: o turboélice de treinamento militar *EMB-312 Tucano*, apresentado em 1980; e o avião de transporte regional de trinta assentos *EMB-120 Brasília*, lançado em 1983. O *Tucano* foi desenvolvido de acordo com as especificações da FAB, que realizou uma grande encomenda inicial. Na sequência, esta aeronave se consagrou no mercado internacional, tendo sido exportada para as forças aéreas de dezesseis países, entre elas a da França e da Grã-Bretanha. O *Brasília*, um bimotor turboélice de alto desempenho, conquistou uma posição de destaque no mercado internacional, chegando a ocupar mais de 40% do seu segmento de mercado.

Ainda na década de 1980, a Embraer participou do desenvolvimento do jato de ataque *AMX*, em conjunto com as empresas italianas Aermacchi e Aeritalia.¹⁷ Esta aeronave não apresentou sucesso comercial, sendo encomendada apenas pelas Forças Aéreas Brasileira e Italiana. Contudo, permitiu um grande salto tecnológico para a Embraer, capacitando a engenharia da empresa a projetar e fabricar aeronaves de maior sofisticação tecnológica, além de também se capacitar no desenvolvimento conjunto com firmas estrangeiras.

No início dos anos 1990, a Embraer enfrentou uma grave crise financeira, que somente foi equacionada no ano de 1994, quando o governo federal saneou a empresa e transferiu seu controle, até então estatal, para o capital privado. Apesar da forte crise em que estava inserida, a Embraer decidiu levar à frente o projeto *ERJ-145*, um moderno jato regional de cinquenta assentos, com alto desempenho e baixo custo operacional. Entretanto, cabe salientar que uma das premissas básicas adotadas no projeto desta aeronave era abrandar os custos de desenvolvimento e produção, por isso o projeto do *ERJ-145* passou a incorporar componentes estruturais desenvolvidos para outras aeronaves, como as seções de fuselagem do *Brasília* e o nariz similar ao do *CBA-123* (Rodengen, 2009; Dorna, 2003). Além disso, a empresa norte-americana Boeing também foi contratada para auxiliar no aprimoramento do projeto básico da nova aeronave (Pereira, 1997). Ainda assim, a Embraer necessitava de um elevado volume de recursos para desenvolver o *ERJ-145*, que seria o maior e mais sofisticado avião produzido pela empresa.

17. A Embraer ficou responsável por 30% das atividades de manufatura do *AMX*, fornecendo as asas, as tomadas de ar, os pilones, os tanques de combustível e o trem de pouso principal, além de realizar a montagem final e a integração de sistemas das aeronaves destinadas à FAB.

Dentro desse contexto de severas restrições financeiras, a Embraer inovou, buscando parceiros de risco para o projeto – na realidade selecionou três empresas fornecedoras de aeroestruturas e uma de interior – para que dividissem os riscos financeiros do novo avião.¹⁸ Em paralelo, a Embraer também avançou na contratação de serviços de engenharia, com o objetivo de complementar algumas atividades realizadas internamente, dado que seu contingente de funcionários havia sido reduzido para menos de um terço do total, ao longo do seu processo de saneamento.¹⁹ Em suma, a Embraer preservou sua elevada competência técnica, particularmente em projeto, mas necessitava da capacidade complementar das empresas de engenharia.

O *ERJ-145* entrou em operação no ano de 1996, transformando-se em um grande sucesso de vendas. O êxito comercial da aeronave não apenas permitiu a recuperação financeira da Embraer, como também levou a empresa brasileira a uma posição de destaque na indústria aeronáutica mundial.

Na década seguinte, a Embraer apresentou um grande avanço ao desenvolver, de forma eficiente e simultânea, uma completa família de aeronaves comerciais – com quatro novos modelos: *EMB-170/175/190/195*. O objetivo central era ocupar o mercado de aeronaves de 70 a 120 assentos, de uma única vez e de forma rápida, dado que nenhuma outra empresa estava atuando neste segmento. Por conta disso, todo projeto, da concepção ao voo, foi executado em apenas 38 meses, um período extremamente curto para o padrão da indústria aeronáutica. Estes aviões, também denominados *E-Jets*, incorporaram as mais modernas inovações tecnológicas da indústria aeronáutica, se caracterizando pelo seu elevado desempenho operacional, assim como conforto e segurança. Outra importante característica deste projeto foi o aprofundamento das parcerias de risco que, além do maior número de parceiros, também passou a compreender as atividades relacionadas ao desenvolvimento das aeronaves.²⁰ Com relação à engenharia de projetos, contata-se uma significativa ampliação na terceirização destes serviços: maior número de empresas contratadas, maior volume de trabalho demandado e a crescente importância e complexidade dos serviços adquiridos. Entre as prestadoras de serviços de engenharia contratadas, cabe ressaltar a expressiva participação da empresa nacional Akaer ao longo de todo este programa.

A década de 2000 também foi marcada por uma maior diversificação das atividades, por meio da retomada de programas militares e da entrada no segmento

18. Os parceiros de risco responderam por quase 40% dos custos de desenvolvimento da nova aeronave, enquanto o BNDES bancou outros 30%.

19. De 1989, quando a empresa tinha 12.607 funcionários, até 1996, quando restavam 3.849 funcionários, a Embraer perdeu aproximadamente 70% da sua força de trabalho (Embraer, 2013).

20. Cabe destacar que a quase totalidade dos parceiros de risco foi formada por grandes empresas estrangeiras, algumas das quais instalaram unidades produtivas no Brasil.

de jatos executivos. Inicialmente, houve um trabalho incremental na área de engenharia, pois estes projetos utilizaram plataformas dos aviões comerciais – caso dos aviões militares vigilância eletrônica *E-99* e *R-99*, e dos jatos executivos *Legacy* e *Lineage* – ou foram derivados de projetos anteriores, caso do *EMB-314 Super Tucano*. Nos anos mais recentes, a Embraer tem concentrado seus esforços de desenvolvimento e engenharia em projetos destes dois segmentos, envolvendo também uma ampla contratação de serviços de engenharia.

Na aviação executiva, a engenharia da própria Embraer apresenta uma participação proporcionalmente maior, por conta das menores dimensões das aeronaves e da estratégia da empresa, que reduziu a participação dos fornecedores nestes projetos, inclusive das prestadoras de serviços.

Em contraposição, no projeto do avião de transporte militar de grande porte *KC-390*, observa-se uma maior demanda por serviços de engenharia, não apenas pelas elevadas dimensões do programa, mas também por ser a primeira vez que a Embraer decidiu terceirizar algumas atividades de engenharia de projetos, ainda na fase das definições iniciais. Cabe enfatizar que o *KC-390* é, atualmente, o principal modelo em desenvolvimento pela Embraer, sendo a maior aeronave já projetada pela empresa. Somente os custos de desenvolvimento – que estão sendo totalmente bancados pela FAB – estão estimados em cerca de US\$ 1,3 bilhão. Neste programa observa-se, ainda, uma significativa participação dos parceiros de risco, além da constituição das parceiras estratégicas.²¹

Não obstante, cabe destacar o avanço das empresas estrangeiras no fornecimento de serviços de engenharia para o avião *KC-390*. A subsidiária local da espanhola Aernnova está assumindo uma participação significativa nos programas de engenharia, dividindo os principais pacotes de serviços – a engenharia de projetos das grandes aeroestruturas – com a brasileira Akaer. Por fim, cabe destacar a recente contratação da empresa portuguesa Ceiiia²² para desenvolver a engenharia de projetos de componentes estruturais do *KC-390*, basicamente os componentes que serão produzidos pela OGMA, subsidiária portuguesa da Embraer. Em contrapartida, a Ceiiia está instalando uma unidade de engenharia aeronáutica no município de São José dos Campos (SP).

Ainda na aviação militar, a Embraer participa, em conjunto com a empresa israelense Elbit, dos programas de modernização dos 43 aviões de caça *AMX*, da

21. As parcerias estratégicas compreendem os acordos de *offset* com empresas aeronáuticas sediadas em países cujos governos já assinaram compromissos de aquisição do *KC-390*, se tornando, assim, parceiras da FAB no projeto da aeronave. Em geral, são empresas de médio porte que possuem uma participação restrita na indústria aeronáutica mundial.

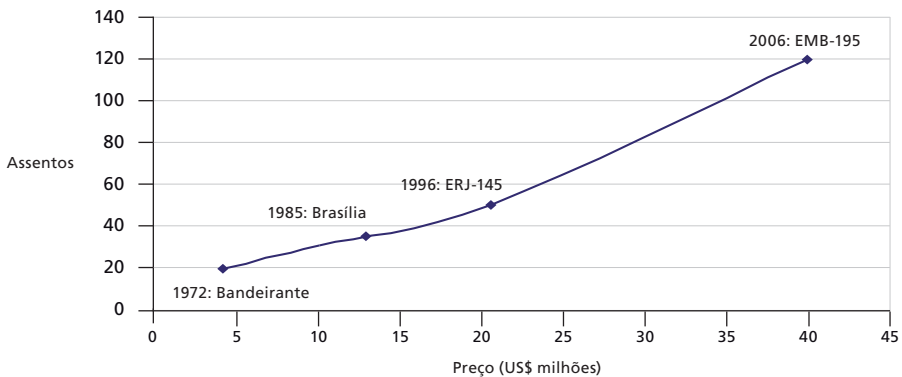
22. A Ceiiia (Centro para a Excelência e Inovação da Mobilidade) é uma empresa privada portuguesa, com participação estatal, criada em 2008 e voltada para o desenvolvimento de projetos de engenharia para as indústrias automobilística e aeronáutica, tendo como principais clientes as italianas Pininfarina e AgustaWestland. Em 2012, empregou cerca de 150 funcionários e faturou aproximadamente US\$ 20 milhões (Silveira, 2013).

FAB, e 12 caças *A-4 Skyhawk*, da Marinha do Brasil. Estes programas, estimados em US\$ 400 milhões e US\$ 140 milhões, respectivamente, envolvem a substituição de todos aviônicos e sistemas elétricos das aeronaves, juntamente com a incorporação de novos radares, sensores e sistemas de autoproteção. Apesar da pequena escala, estes programas vêm resultando na demanda por serviços de engenharia de elevada complexidade.

A partir do que foi apresentado, observa-se que a Embraer está apresentando um avanço extraordinário ao longo das suas quatro décadas de existência, consolidando-se como uma das mais importantes empresas aeronáuticas do mundo, dada sua elevada capacitação tecnológica e destacada competência empresarial. Não obstante, observa-se que a capacitação tecnológica da Embraer – particularmente em projetos aeronáuticos – foi um aprendizado de longo prazo, alcançado graças aos esforços cumulativos realizados nas próprias atividades de projeto (*learning by desing*) e produção das aeronaves (*learning by doing*). Como resultado desta opção estratégica, a empresa produz aviões cada vez maiores e mais sofisticados, como pode-se ver no gráfico 3.

GRÁFICO 3

Aviões comerciais da Embraer: evolução do preço¹ x capacidade² (1972-2006)
(Em US\$ milhões)



Fonte: Ferreira (2009).

Notas: ¹ Preço por aeronave com base em contratos efetivados e valores atualizados para 2008.

² Capacidade de transporte das aeronaves comerciais: número de assentos.

Todo este processo de aprendizagem fez com que a Embraer incorporasse uma visão cada vez mais abrangente da engenharia de projetos, adotando um planejamento sistêmico no desenvolvimento das novas aeronaves. No programa dos *E-Jets* introduziu o *Desenvolvimento Integrado de Produto* (DIP), que englobava desde a concepção do avião até sua operação pelo cliente (Araújo e Cruz, 2000). Não obstante, o DIP foi sendo ampliado continuamente, tanto que mais recentemente sua denominação foi alterada para *Desenvolvimento Integrado de Produto*

Ambientalmente Sustentável (Dipas), incorporando, também, as preocupações ecológicas, inclusive o descarte das aeronaves.

Atualmente, o Dipas está dividido em cinco fases:

- 1) *Initial Defenition Phase* (IDP): identificação dos requerimentos de alto nível e definição da configuração básica.
- 2) *Joint Definition Phase* (JDP): validação e detalhamento do projeto inicial, incluindo desenho, interfaces e montagem.
- 3) *Detail design and certification*: detalhamento do projeto de todas as partes, componentes e peças da aeronave. Protótipos são manufaturados, testados e os produtos certificados.
- 4) *Serial production*: manufatura, venda e entrega das aeronaves aos clientes. As correções do projeto são realizadas nesta fase, particularmente nos estágios iniciais.
- 5) *Phase out*: suporte e planejamento do encerramento da linha de produto.

A engenharia de projetos é um dos elementos-chave na competitividade da Embraer. Neste sentido, a empresa também implantou programas visando uma maior qualificação dos profissionais envolvidos com o segmento de projetos. Em 2001, lançou o Programa de Especialização em Engenharia (PEE), em nível de mestrado profissionalizante, por meio de uma parceria com o ITA, tendo formado cerca de 1.200 engenheiros desde então. No ano de 2013 criou o Programa Projetista Embraer (PPE) para alunos recém-formados do nível técnico, em parceria com o Centro Paula Souza, por meio da Faculdade Tecnológica (FATEC) de São José dos Campos (SP). A expectativa é que a maioria destes profissionais seja posteriormente contratada pela própria Embraer.

Apesar da decisiva importância da engenharia de projetos, desde o início dos anos 1990, a Embraer transfere parte dessas atividades para terceiros, o que possibilitou a constituição, no Brasil, de empresas especializadas em engenharia de projetos aeronáuticos. Desde o início, estas contratações estavam voltadas para complementar os serviços de engenharia da Embraer nos períodos de expansão da demanda. Além disso, a estratégia de concentrar os esforços nas suas atividades estratégicas está resultando na terceirização – temporária ou permanente – de um crescente número de atividades de engenharia, cada vez mais complexas.

As transferências de serviços de engenharia aeronáutica realizada pela Embraer apresentam duas características que diferenciam esta empresa de suas principais concorrentes globais:

- 1) *Contratação por projeto*: a aquisição de serviços de engenharia aeronáutica no país é realizada por meio da contratação de projetos específicos com preços, prazos e requisitos de qualidade previamente determinados, o modelo de “pacotes fechados”. Cabe ressaltar que em determinados projetos, times de funcionários das prestadoras de serviço podem ser temporariamente deslocados para trabalhar nas próprias unidades de engenharia da Embraer, mas sob comando direto da empresa contratada. A principal razão que leva a Embraer a adotar este modelo de contratação é a legislação brasileira, pois esta inviabiliza a contratação de funcionários pelo regime de homens-horas de trabalho, que é o modelo predominante no mercado mundial.²³
- 2) *Predomínio das prestadoras de serviços locais*: ao contrário da crescente internacionalização do mercado mundial de engenharia aeronáutica, particularmente com o avanço do modelo *offshore outsourcing*, a Embraer concentra a aquisição desses serviços no país. Entre as principais motivações deste diferencial, destacam-se: *i)* as vantagens decorrentes da proximidade física, dado que não precisa enfrentar as barreiras da distância, do fuso-horário e do idioma; *ii)* a confiança derivada do longo histórico de relacionamento, pois a quase totalidade das prestadoras de serviço em engenharia aeronáutica é *spin-off* da própria Embraer; *iii)* o modelo de negócio das empresas brasileiras de engenharia aeronáutica, cuja competência está centrada na venda de soluções completas; e *iv)* as restrições legais sobre a contratação temporária de profissionais estrangeiros, que dificultam e elevam os custos da mão de obra importada.²⁴

As prestadoras de serviços de engenharia aeronáutica compreendem um pequeno grupo de empresas de médio porte, na sua maioria *spin-offs* da própria Embraer. Em geral, estas empresas apresentam uma elevada competência em engenharia de projetos, além de uma razoável capacitação financeira, dado que os critérios de seleção da Embraer são bastante rígidos.

Apesar de procurar localizar suas atividades de engenharia no país – nos períodos de exacerbação da demanda ou de câmbio altamente valorizado – a Embraer vem realizando contratações temporárias de trabalhadores estrangeiros (*job shoppers*). Todavia, são contratações esporádicas e destinadas às atividades marginais.

Constata-se que a Embraer está avançando na terceirização dos seus serviços de engenharia para empresas especializadas. Contudo, é importante ressaltar que

23. De acordo com a Instrução Normativa do Ministério do Trabalho e Emprego nº. 03/97, a contratação de terceiros somente poderá ser efetuada se o fornecedor de serviços tiver atividade-fim diferente das atividades essenciais de quem o contratou.

24. Para melhor análise ver o Estatuto do Estrangeiro, Lei nº. 6.815/80.

a Embraer não transfere suas atividades estratégicas de engenharia, no caso as áreas-chave que envolvem a concepção da aeronave como produto final e as que permitem a integração dos diversos sistemas da aeronave. Na realidade existe uma gradação entre os serviços que não são transferidos para terceiros, por exemplo, a concepção básica da aeronave ou mesmo o detalhamento do projeto do “nariz do avião”,²⁵ até atividades de engenharia que estão totalmente terceirizadas, como os desenhos de peças para catálogos. Entretanto, na maioria dos casos verificam-se situações intermediárias, isto é, serviços de engenharia que podem ou não ser transferidos para terceiros, como o detalhamento de projeto de seções da fuselagem ou a análise de fadiga estrutural.

Além disso, a Embraer também busca se capacitar em serviços de engenharia aeronáutica que incorporem novas tecnologias. Isto é de fundamental importância para a manutenção da competitividade da empresa, particularmente neste momento de ruptura ocasionado pela crescente introdução de inovações tecnológicas. Entre as novas capacidades que estão sendo incorporadas pela Embraer destacam-se os esforços no desenvolvimento de grandes componentes estruturais, particularmente as asas da nova versão do *E-Jets* (denominada *E2*), que serão bem mais longas, finas, flexíveis, aerodinâmicas e produzidas com novo tipo de material, demandando, assim, uma elevada capacitação em engenharia de projetos (Embraer, 2013). Outro importante conjunto de esforços – não relacionado com a engenharia de projetos – está concentrado no desenvolvimento do *software* de controle de voo do *KC-390*, que está sendo elaborado no Brasil pela primeira vez.

4.1.2 Helibras

A criação da Helibras no ano de 1978 é resultado de uma decisão estratégica do governo federal, que visava à implantação de uma empresa fabricante de helicópteros no país. Anteriormente, o Ministério da Aeronáutica havia descartado a possibilidade da Embraer produzir helicópteros,²⁶ devido à diferença e complexidade das tecnologias envolvidas, do grande volume de recursos orçamentários que teria de desembolsar, além de evitar a centralização das operações em uma única empresa e em uma mesma localidade. Por conta disso, o modelo de negócios escolhido foi a constituição de uma *joint venture* com uma empresa estrangeira – a francesa Aerospatiale²⁷ – que seria responsável por fornecer a tecnologia e também

25. O projeto de detalhamento do “nariz da aeronave” sempre é realizado pela Embraer, dada sua importância aerodinâmica, além do elevado número de sistemas e subsistemas que se concentram nesta seção de fuselagem.

26. No início dos anos 1970, a Embraer cogitou fabricar helicópteros, tendo iniciado negociações com a francesa Aerospatiale para produção local do helicóptero leve *Gazelle*, que chegou a receber a denominação de *EMB-600*.

27. Em 1992, as divisões de asas rotativas da Aerospatiale e da Dasa (então grupo Daimler Chrysler Aerospace) se uniram criando a Eurocopter, que no ano 2000 passou a fazer parte do grupo EADS.

teria uma participação minoritária de 45% no capital da fabricante brasileira.²⁸ Cabe ressaltar que o IPD/CTA se manifestou contrário ao modelo, pois aspirava trilhar em helicópteros o caminho do desenvolvimento tecnológico autônomo, assim como estava fazendo no segmento de aviões (Viegas, 1989).

A criação da Helibras estava centrada na produção local de um projeto estrangeiro, o recém-lançado helicóptero leve francês *AS-350 Ecureuil*, aqui denominado *HB-350 Esquilo* e, posteriormente, da sua versão biturbina *HB-355*. O objetivo era que houvesse uma gradativa nacionalização das aeronaves produzidas no país. Em contrapartida, os governos federal e estadual concederam uma série de isenções fiscais, além do apoio das Forças Armadas Brasileiras, que realizaram grandes encomendas deste modelo de aeronave ao longo dos anos 1980 e 1990. A produção nacional também se voltou aos mercados comercial e de serviços públicos.²⁹ O resultado é que, depois de três décadas, as aeronaves produzidas na unidade de Itajubá (MG) representavam cerca de um terço de todos os helicópteros a turbina em uso no território nacional (Ferreira, 2008).

Apesar do grande sucesso comercial, a estrutura produtiva da Helibras avançou muito pouco ao longo do período 1978-2008. A produção nacional estava concentrada em um único modelo de helicóptero, o *Esquilo*, nas suas duas versões. Por sua vez, as atividades locais estavam voltadas para montagem e customização das aeronaves. Desta maneira, os serviços de engenharia realizados pela Helibras se limitavam a pequenas adaptações no projeto original, particularmente voltadas para a integração de opcionais. Por conseguinte, os testes e as certificações de todos novos componentes incorporados nas aeronaves também passaram a ser realizados no Brasil. A Helibras também realizou pequenos serviços de customização para alguns dos modelos de helicóptero importados da Eurocopter, com destaque para as adaptações realizadas nos 36 helicópteros *AS-565 Pantera* encomendados pelo Exército Brasileiro e que foram montados no Brasil a partir da vinda de *kits* desmontados (CKD) da França.

Durante estas três décadas, a Helibras passou por uma série de mudanças patrimoniais, mas foi no ano de 2008 que o grupo Eurocopter assumiu o controle da empresa, adquirindo a maior parte das suas ações, tanto que atualmente controla 85,6% do capital dela. A Helibras representa cerca de 3% do faturamento mundial da Eurocopter, não obstante, se destaca por ser uma das quatro subsidiárias que realizam atividades produtivas e a única em que o controle ainda é compartilhado com um grupo local.

28. Pelo lado nacional, o governo do estado de Minas Gerais — que desenvolvia uma política de incentivos à criação de polos industriais no estado — passou a responder por 45% do capital da nova empresa, com a condição de que esta fosse instalada no estado. Por fim, a empresa Serviços Aerofotogramétricos Cruzeiro do Sul se juntou à criação da Helibras, participando com 10% do capital.

29. Os helicópteros são utilizados nos serviços públicos, particularmente nas atividades de policiamento e resgate.

No ano de 2008, o Ministério da Defesa assinou um acordo com o consórcio Helibras-Eurocopter para produção local do helicóptero *EC-725*, atualmente a maior aeronave produzida pela Eurocopter, com capacidade para 2 pilotos e 29 passageiros. Pelo acordo, as Forças Armadas Brasileiras, em conjunto, fizeram uma encomenda de cinquenta unidades do *EC-725*, no valor total de US\$ 2,6 bilhões, para ser entregue entre 2010 e 2016.³⁰ Em contrapartida, o Ministério da Defesa, por meio do COPAC,³¹ estabeleceu um amplo, rigoroso e detalhado plano com o objetivo de uma real transferência de tecnologia para a subsidiária brasileira e para o conjunto das empresas que passariam a compor a cadeia produtiva da nova aeronave no Brasil. O acordo de *offset* exigiu que, ao longo do programa, o índice de nacionalização atingisse 50%, incluindo peças, partes e componentes de maior complexidade tecnológica, com ênfase no desenvolvimento da engenharia local. Para isto, os recursos que estão sendo investidos por toda a cadeia industrial – composta pela Helibras e por seus fornecedores –, estão estimados em US\$ 400 milhões.

Esse programa permite um salto, tanto quantitativo como qualitativo, na Helibras. Uma nova e moderna planta industrial foi construída e o número de funcionários triplicou em cinco anos, alcançando, em 2013, mais de 750 empregados. Um dos pontos-chave deste programa está ligado ao transbordamento do dinamismo tecnológico para toda cadeia produtiva, tanto que já foram estabelecidos contratos com dezesseis fornecedores brasileiros visando à capacitação tecnológica. Esses contratos abrangem a usinagem de peças críticas, a produção de aeroestruturas em alumínio e materiais compostos, o desenvolvimento de *softwares* dedicados, a integração de aviônicos e a montagem das turbinas, ambos no Brasil.

Contudo, um dos pontos-chave do programa *EC-725* é o desenvolvimento da engenharia local, tanto que a área de engenharia da Helibras passou de 8 para 72 funcionários, possibilitando a constituição de um moderno centro de engenharia na empresa. A maior parte dos engenheiros contratados é formada na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), ITA, UFSCar e UFMG. As atividades de engenharia da Helibras estão voltadas, fundamentalmente, para a customização e modernização das aeronaves, ressaltando que, ao contrário do que ocorria anteriormente, são alterações que envolvem amplas e significativas intervenções nos projetos originais dos helicópteros. Com relação à customização das aeronaves, destaca-se a versão naval do *EC-725* que está sendo desenvolvida para Marinha do Brasil. Além de ser o primeiro *EC-725* para missão naval em todo mundo, este projeto

30. A encomenda inicial do programa *EC-725* destinará dezesseis aeronaves para a Marinha, dezesseis para o Exército e dezoito para a Força Aérea.

31. Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate (COPAC), órgão responsável por fornecer o acompanhamento técnico nas aquisições de aeronaves militares da FAB, além de acompanhar os programas de contrapartida (*offsets*) advindas destas aquisições. Com relação ao programa *EC-725*, a COPAC mantém, dentro da Helibras, um Grupo de Acompanhamento de Contrato (GAC), compostos por uma equipe com cerca de quinze militares das diversas áreas envolvidas com o programa.

incorpora uma grande quantidade de sistemas de alta complexidade, como radar de vigilância, sistemas de autodefesa, sensores infravermelhos e mísseis ar-mar. A Helibras também está coordenando o abrangente programa de modernização dos helicópteros *AS-565 Pantera* do Exército Brasileiro. O programa, estimado em quase R\$ 500 milhões, envolve a troca das turbinas, aviônicos, sistemas elétricos e eletrônicos, havendo, assim, uma grande demanda da engenharia para incorporação destes novos sistemas a um projeto original dos anos 1980.

Além de utilizar sua própria engenharia, a Helibras também contrata a empresa Akaer para auxiliar no desenvolvimento dos projetos estruturais e elétricos das novas versões. A Akaer é contratada por meio do modelo de “pacotes fechados” de engenharia e mantém cerca de uma dezena de funcionários trabalhando diretamente na planta da Helibras, em Itajubá (MG), além dos serviços de engenharia realizados no escritório de São José dos Campos (SP).

No início de 2013, o Centro de Engenharia da Helibras recebeu, da Eurocopter, o *Design Authorized Organization Certificate*, que o coloca no mesmo nível dos outros três centros do grupo, instalados na França, na Alemanha e na Espanha. A meta de longo prazo do programa *EC-725* é a capacitação tecnológica da Helibras em engenharia de projetos, para que, em uma segunda etapa, até 2020, possa desenvolver um helicóptero de projeto nacional que integre o portfólio mundial da Eurocopter. Apesar de ter apresentado grandes e recentes avanços, a área de engenharia da Helibras ainda está voltada para a integração de sistemas e adaptações dos projetos originais, nunca tendo participado da elaboração de um novo projeto.

Para atingir este ambicioso objetivo – o domínio da engenharia de projetos –, além das capacitações que estão sendo desenvolvidas internamente pela Helibras, o contrato de *offset* com o Ministério da Defesa também resultou em dois importantes projetos que visam à capacitação da indústria nacional na tecnologia de helicópteros. O primeiro é a constituição do Centro de Tecnologias para Helicópteros (CTH), cuja criação foi proposta pela UNIFEI e conta com o apoio da Helibras e também da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI). O CTH tem por objetivo realizar pesquisas e fornecer suporte ao desenvolvimento das tecnologias aeronáuticas em asas rotativas.³² No segundo projeto, o contrato de *offset* possibilitou a participação do Onera – o centro de pesquisas aeroespaciais da França –, juntamente com CTA, UNIFEI e Brascopter³³ no desenvolvimento do *Alpha One*, um helicóptero de dois lugares que deverá servir para o desenvolvimento e a avaliação das tecnologias relacionadas com as aeronaves de asas rotativas.

32. Orçado em cerca de R\$ 200 milhões, o CTH será financiado com recursos da FINEP e do BNDES. Por sua vez, o desenvolvimento do projeto realizado pela UNIFEI, no valor de R\$ 6 milhões, está sendo financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

33. Empresa de engenharia criada em 2005 na incubadora do *Cluster Aeroespacial* do Cecompi, em São José dos Campos (SP), e que está voltada exclusivamente para o desenvolvimento de projetos e tecnologias em aeronaves de asas rotativas.

4.2 Empresas ofertantes de serviços de engenharia aeronáutica

A oferta de serviços de engenharia aeronáutica no Brasil está restrita a um pequeno número de médias e pequenas empresas, cujas atividades estão majoritariamente voltadas para a indústria aeronáutica. De acordo com a tipologia anteriormente apresentada, no primeiro grupo (originado das grandes fornecedoras de aeroestruturas) apenas uma empresa se destaca no Brasil, a subsidiária do grupo espanhol Aernnova, que recentemente inaugurou uma unidade específica para prestação de serviços em engenharia aeronáutica no país. No segundo grupo (formado pelas grandes, diversificadas e internacionalizadas empresas de engenharia), não há integrantes no Brasil, nem de empresas nacionais, nem dos escritórios de empresas estrangeiras. O terceiro grupo (constituído pelas pequenas e médias empresas de engenharia que apresentam razoável grau de capacitação e especialização na indústria aeronáutica) engloba a quase totalidade das empresas brasileiras do setor. Não obstante, é um número muito pequeno de empresas, das quais três vêm se destacando ao longo da última década, tanto pelo porte dos empreendimentos, quanto pela qualificação dos serviços prestados: Akaer, Acho Solutions e Ambra Solutions. Além destas, duas outras empresas de pequeno porte também merecem ser citadas: LHColus e Fibraforte.

A seguir é apresentada uma análise mais aprofundada da oferta de serviços de engenharia aeronáutica no Brasil, elaborada a partir das entrevistas realizadas junto aos representantes das quatro empresas líderes e das duas pequenas empresas, anteriormente citadas.

4.2.1 Akaer

A Akaer é a maior e mais avançada empresa de engenharia aeronáutica do Brasil, tendo se especializado no desenvolvimento de aeroestruturas, gerenciamento de projetos aeronáuticos e, mais recentemente, nos projetos de integração de sistemas. Formada em 1992 por três ex-funcionários da área de engenharia da Embraer, juntamente a um sócio-capitalista, a Akaer se originou como uma *spin-off*. No ano seguinte, em 1993, a empresa foi contratada para participar do projeto *ERJ-145*, dado que a Embraer necessitava complementar sua capacidade de engenharia e a Akaer apresentava um quadro de engenheiros e técnicos altamente qualificado, alguns dos quais ex-funcionários da Embraer que já haviam participado deste mesmo projeto em sua fase inicial. A partir de 1994 a Akaer buscou diversificar sua área de atuação participando de dois importantes projetos no setor espacial: a elaboração da estrutura do satélite *CBERS*³⁴ e o desenvolvimento da *Plataforma de Lançamento do Veículo Lançador de Satélites* (VLS) de Alcântara.

34. *China-Brazil Earth-Resources Satellite* (CBERS).

Em 1998 foi convidada pela Embraer, com anuência da FAB, para desenvolver o projeto dos componentes estruturais do treinador militar *EMB-314 Super Tucano*. No ano seguinte, a Akaer voltou a ser contratada pela Embraer, agora para participar do desenvolvimento da nova família de jatos comerciais, os *E-Jets*.³⁵ Dado o elevado volume de trabalho – particularmente o projeto das seções de fuselagem –, a Akaer concentrou todos seus esforços neste programa por mais de quatro anos, atendendo também a demanda de alguns parceiros de risco da Embraer, particularmente da francesa Latécoère. Desde então, a Akaer participa de praticamente todos os projetos aeronáuticos da Embraer, sendo contratada diretamente por ela ou pelos parceiros de risco da empresa líder. Entre estes programas se destacam os relacionados aos jatos executivos: componentes estruturais dos *Phenom 100/300*; adaptações de projetos requeridas no *Lineage 1000*; e seção traseira de fuselagem e pilones do *Legacy 500 e 450*, nestes últimos projetos, subcontratada pela empresa belga Sonaca.

Na segunda metade da década de 2000, a Akaer também passou a ser subcontratada por grandes empresas estrangeiras de engenharia ou de aeroestrutura para participar de projetos no exterior, em geral atividades pequenas, mas que exigiam elevada competência técnica: *Airbus A-400M*, parceria com a belga Sonaca; *Airbus A-380*, parceria com a empresa alemã P3 Engineering; *Boeing 747-8*, desenvolvimento em conjunto com a espanhola Aernnova.

Nos últimos anos a Akaer também vem participando do segmento de helicópteros, sendo contratada pela Helibras para realizar as adaptações no projeto do *EC-725* destinado às Forças Armadas Brasileiras e a modernização dos helicópteros *Pantera* e *Esquilo* do Exército Brasileiro.

Por fim, cabe ressaltar que os recentes programas militares, que visam à aquisição ou à modernização de aeronaves, vêm possibilitando a conquista de novas capacidades. Em 2009, a Akaer foi subcontratada pela AEL Aeroeletrônica para realizar o projeto de integração dos sistemas aviônicos na modernização do turboélice *Bandeirante* da FAB. Neste mesmo ano, a empresa sueca Saab contratou a Akaer para desenvolver as seções central e traseira de fuselagem do avião de caça supersônico *Gripen NG*. Segundo o presidente da Akaer, Cesar Augusto da Silva, “foi a primeira empresa do hemisfério sul a participar do desenvolvimento de um caça supersônico, que utiliza materiais avançados como o carbono” (Silveira, 2012a). Em 2011, a Akaer foi selecionada para o projeto *KC-390*, sendo a primeira vez que foi contratada pela Embraer para participar da fase inicial do projeto (*initial definition phase*).

35. A Akaer também desenvolveu *treinador para tripulação do E-Jet*, sendo este um EPC (*Engineering, Procurement and Construction*), isto é, a Akaer foi responsável pelo contrato, projeto, gerenciamento de empresas subcontratadas para fabricação e montagem do equipamento, testes e certificação.

A contínua construção da capacitação tecnológica da Akaer na engenharia de projetos aeronáuticos é observada tanto na abrangente atuação da empresa – que participou de quase todos os projetos aeronáuticos desenvolvidos no Brasil, ao longo da última década – quanto na crescente importância e sofisticação das suas atividades de engenharia. Uma das principais estratégias da Akaer é aproveitar ao máximo a sinergia que existe entre os diferentes projetos, contudo a questão do sigilo é fundamental, pois não podem transferir informações críticas de um cliente para outro.

No final de 2012, a Akaer faturou aproximadamente US\$ 20 milhões, sendo que pouco mais da metade deste faturamento foi obtido junto à sua principal cliente, a Embraer. Neste mesmo ano, a Akaer empregou cerca de 180 funcionários, dos quais 50% eram engenheiros e 10% possuíam pós-graduação. A maioria dos engenheiros contratados é recém-formada ou está cursando pós-graduação, vinda particularmente dos cursos de engenharia da UFSCar, ITA, UNICAMP e UFRJ. Os técnicos, por sua vez, são formados, majoritariamente, na Escola Técnica Professor Everardo Passos (ETEP), localizada em São José dos Campos (SP). Apesar da excelência dos profissionais contratados, estes passam por diversos cursos de treinamento realizados dentro da própria empresa. A formação generalista e alta qualificação dos seus funcionários vêm resultando em uma elevada volatilidade da sua mão de obra, de maneira que a empresa procura manter o núcleo formado pelos engenheiros mais antigos, como forma de preservar sua *core competence*.

A manutenção de profissionais altamente qualificados e a necessidade de uma infraestrutura continuamente atualizada – tanto em equipamentos quanto em *software* – vêm resultando em custos crescentes, de maneira que a principal estratégia da empresa tem sido a expansão via diversificação. Neste contexto, no ano de 2009, liderou e coordenou a criação da T1 (*Tier 1*), uma empresa integradora de aeroestruturas criada em consórcio com mais quatro empresas fabricantes de componentes e peças aeronáuticas: Inbra Aerospace, Friuli, Minoica e Winnstal. Inicialmente a T1 foi contratada pela Saab para desenvolver e produzir as seções de fuselagem e parte das asas do caça *Gripne NG*. Entretanto, as restrições financeiras dos associados, as vinculações do projeto com a escolha do novo avião de caça que está sendo licitado pela FAB, a falta de apoio do governo e a indiferença da Embraer, culminaram no fracasso dessa iniciativa de consolidação de parte da cadeia produtiva da indústria aeronáutica brasileira.³⁶

Em 2012, a Saab adquiriu 15% do capital da Akaer por meio de uma operação de empréstimo conversível em ações, sendo que esta participação pode chegar a 40%. De um lado, a Akaer recebeu o aporte de recursos necessários para continuar

36. No ano de 2010, a Akaer anunciou um acordo com a empresa francesa Altran para estabelecer uma fabricante de aeroestruturas no Brasil, no âmbito do T1. Entretanto, o acordo não avançou.

expandindo suas atividades; por outro lado, a Saab passou a ter uma importante associada no Brasil, não apenas para a concorrência dos aviões de caça da FAB, mas também para outros projetos que envolvam a indústria aeroespacial e de defesa.³⁷

4.2.2 Archo Solutions

Fundada no ano 1998, no município de São José dos Campos (SP), como Solutions Design & Engineering, a empresa continua sob controle familiar e, desde o início de suas atividades, conta com uma administração profissionalizada, composta majoritariamente por ex-funcionários da Embraer, sendo considerada, assim, uma *spin-off* desta empresa.

Voltada inicialmente para os projetos de sistemas elétricos das aeronaves, a Solutions Design foi expandindo e diversificando suas atividades, passando, também, a atuar nos projetos de interior, engenharia de manufatura (programação de CNC³⁸) e, recentemente, em consultoria para certificações aeronáuticas. A quase totalidade dos contratos firmados pela empresa segue o modelo de venda de pacotes fechados, mas independente disso, uma parcela significativa dos funcionários trabalha, temporariamente, nas unidades dos seus clientes.

No início de 2013 a empresa mudou o nome para Archo Solutions e reorganizou suas atividades em três diferentes áreas: operações, projetos e consultoria. Cabe, ainda, destacar a existência de outras duas empresas criadas recentemente a partir da Solutions Design. Apesar de serem empresas independentes,³⁹ atuam de forma coordenada e complementar. A Archo Solutions Engineering está localizada nos EUA e se concentra no projeto e fabricação de partes e componentes do interior das aeronaves executivas, por isso está instalada ao lado da unidade da Embraer responsável pela montagem dos jatos *Phenom 100* e *300*, na cidade de Melbourne, na Flórida. A segunda empresa, a Mako Cables, localizada em São José dos Campos (SP), está voltada para a atividade de manufatura dos sistemas elétricos (cablagem), permitindo à Archo fornecer soluções que envolvam não apenas o projeto, mas também a entrega do produto físico.⁴⁰

A Archo Solutions participa da maioria dos projetos aeronáuticos desenvolvidos pela Embraer, que continua sendo sua principal cliente, respondendo por mais da metade das suas vendas. Atualmente, o conjunto do setor aeronáutico representa mais de 70% das receitas da empresa, que também possui uma significativa atuação

37. A Saab AB é o maior grupo aeroespacial da Suécia, com forte atuação na indústria de defesa por meio da produção de aviões de caça, mísseis e sistemas de defesa. No ano de 2011, faturou US\$ 3,4 bilhões e empregou cerca de 13 mil funcionários (Saab, 2011).

38. O Controle Numérico Computadorizado (CNC) é utilizado no controle de máquinas-ferramenta, como tornos, fresadoras e centros de usinagem.

39. Estas empresas apresentam diferentes composições de sócios controladores.

40. Soluções tipo *Engineering, Procurement & Construction* (EPC).

na indústria automobilística, com projetos de sistemas elétricos e programação de máquinas CNC.

No início de 2013, a Archo Solutions possuía cerca de cem funcionários, sendo que pouco mais de 10% destes eram formados por engenheiros – em geral, ex-funcionários da Embraer altamente qualificados – que reúnem a *core competence* da empresa. O restante dos funcionários é composto por profissionais do nível técnico, principalmente projetistas, que passam por um amplo processo de treinamento assim que são contratados, sendo que a maior parte deste treinamento é realizada no próprio trabalho (*on the job*).

Nos últimos anos, a Archo Solutions vem realizando trabalhos conjuntos e complementares com diversas empresas estrangeiras, que atuam em áreas específicas da engenharia aeronáutica: *i*) TLG Aerospace (EUA), aeroelasticidade e aerodinâmica; *ii*) Swift Engineering (EUA), projeto e produção em materiais compostos; *iii*) Ghenova Ingeniería (Espanha), projetos de aeroestruturas; e *iv*) Logic Spa (Itália), projetos em geral.

4.2.3 Ambra Solutions

A Ambra Solutions surgiu no ano de 2004, quando três empresários brasileiros adquiriram, da Embraer, o escritório voltado para elaboração de projetos de interiores de aeronaves executivas, localizado nos EUA. Inicialmente, a nova empresa passou a prestar serviços para a C&D Zodiac, nos projetos de interior para as aeronaves *Airbus A-380* e *Boeing 777*. No ano seguinte a empresa foi transferida para o Brasil, no município de São José dos Campos (SP), concentrando-se nos projetos de interiores para Embraer e, também, para as fornecedoras de primeiro nível.

Em 2006 a Ambra Solutions diversificou suas atividades direcionando seus esforços para a engenharia de manufatura por meio do desenvolvimento de projetos de ferramental, particularmente para os jatos executivos *Phenom*. Na sequência, a Ambra Solutions passou a ampliar sua carteira de clientes, prestando serviços de engenharia para empresas aeronáuticas estrangeiras, como a Bombardier, e para outros setores industriais, como o automotivo. No ano de 2009 passou a fornecer projetos de ferramental integrados com a produção, isto é, solução tipo EPC, tendo como primeiro cliente a Sobraer (grupo belga Sonaca). Posteriormente, passou a oferecer ferramentais completos para outros setores, como automobilístico, petróleo e gás e energia eólica. Cabe destacar que as atividades industriais relacionadas com a produção do ferramental são realizadas por outra empresa do grupo criada para este fim, a Amtech, que também atua na fabricação de moldes e protótipos. Em 2011, a Ambra Solutions avançou ainda mais na diversificação de suas atividades, criando um centro de treinamento conjunto com a empresa francesa Turbomeca,

para oferecer cursos de manutenção para turbinas de helicópteros, tendo exclusividade na prestação deste serviço para toda a América Latina.

A Ambra Solutions também está atuando no mercado externo por meio do fornecimento de homens-horas de trabalho, em geral, com o deslocamento dos funcionários para trabalharem diretamente nas grandes empresas aeronáuticas localizadas no exterior. Por outro lado, no ano de 2012, estabeleceu parceria com duas das maiores empresas de serviços de engenharia aeronáutica no mundo, a francesa Assystem Aerospace e a indiana HCL Engineering. Cabe destacar que, com esta última, estabeleceu um acordo de exclusividade para as atividades de engenharia aeronáutica a serem realizadas no Brasil.

Em 2012, a Ambra contava com aproximadamente setenta funcionários, dos quais pelo menos 20% estavam trabalhando nas unidades dos clientes localizadas no exterior. A maior parte dos funcionários é formada por técnicos projetistas recém-formados que passam por um período de treinamento na própria firma (*on the job*). A Ambra também possui um grupo de engenheiros constituído tanto por funcionários próprios, quanto por profissionais subcontratados para projetos específicos.

A Ambra é a mais diversificada das prestadoras de serviços de engenharia aeronáutica, tendo, também, destacada atuação em setores industriais correlatos, como a automobilística. Esta elevada diversificação é a principal estratégia da empresa para fazer frente à intermitência da demanda por projetos no setor aeronáutico. Além disso, é importante destacar que a quase totalidade dos recursos investidos pela empresa tem como origem o autofinanciamento, pois os recursos obtidos em outros setores possibilitam a manutenção dos investimentos nas atividades aeronáuticas, mesmo nos períodos de contração.

4.2.4 Aernnova

A Aernnova Engenharia do Brasil é uma subsidiária do grupo espanhol Aernnova voltada para o desenvolvimento de projetos aeronáuticos, particularmente em aeroestruturas. Apesar de ser uma empresa espanhola, sua origem está diretamente relacionada com a Embraer. O Grupo Auxiliar Metalúrgico S.A. (Gamesa), empresa que deu origem à Aernnova, passou a atuar na indústria aeronáutica graças à transferência de tecnologia promovida pela Embraer durante o programa *ERJ-145*, dado que a Gamesa foi a parceira de risco selecionada para produzir as asas da nova aeronave. Segundo Dorna:

Praticamente todos os procedimentos operacionalizados pela Gamesa foram ensinados por funcionários da Embraer enviados à Espanha em 1994. Além disso, praticamente 100% da mão de obra contratada pela empresa no intento de atender ao aumento explosivo da demanda pela aeronave foi composta por ex-funcionários da Embraer (Dorna, 2003, p. 6).

A Gamesa se capacitou não apenas para fabricar aeroestruturas (*built to print*), mas também para projetá-las (*design and build*) e, desde então, vem desenvolvendo e produzindo componentes estruturais para grandes programas aeronáuticos: *Airbus A380*, *Boeing 747-8*, *Bombardier CRJ 900/1000* e o helicóptero *Sikorsky S-92*. No ano de 1999, a Gamesa voltou a participar como parceira de risco da Embraer, no programa *E-Jet*, sendo responsável pelo desenvolvimento e fabricação da fuselagem traseira e das empenagens. Por conta deste projeto, no ano de 2004, instalou uma unidade produtiva no Brasil com o objetivo de realizar as etapas de montagem das estruturas no país.

Em 2006, a divisão aeronáutica do grupo Gamesa foi adquirida por um consórcio – este formado por alguns diretores da própria empresa e por três destacadas instituições financeiras⁴¹ – dando origem à Aernnova. Esta nova empresa, que faturou US\$ 615 milhões em 2011, vem participando dos principais programas aeronáuticos atualmente em execução, como o *A350XWB* da Airbus, o *C-Series* da Bombardier e o *KC-390* da Embraer (Aernnova, 2011).

A Aernnova também foi ampliando sua atuação no desenvolvimento de projetos. Nos primeiros programas, ainda como Gamesa, buscou se capacitar na engenharia de projetos incorporada aos componentes estruturais que fora contratada para desenvolver e produzir. Contudo, ao longo do tempo, a engenharia de projetos foi se constituindo em uma atividade autônoma de negócio, não estando necessariamente vinculada à produção. Na sequência, a Aernnova buscou diversificar suas atividades dentro do segmento de engenharia aeronáutica, passando, também, a atuar em engenharia de sistemas e em engenharia de manufatura. Neste contexto, foram constituídas as divisões de negócios que compõe a Aernnova Ingeniería.⁴²

No ano de 2011, dos 4.122 funcionários que a Aernnova empregava, mais de 900 trabalhavam nas divisões de engenharia e estavam distribuídos em sete escritórios, sendo três na Espanha, além das unidades nos EUA, na Índia, na Romênia e no Brasil. O fato de ter iniciado suas atividades no projeto de grandes aeroestruturas fez com que a Aernnova Ingeniería construísse uma considerável capacitação na elaboração de projetos completos, e não apenas na coordenação do trabalho dos *job shoppers*, apesar deste último modelo de contratação ainda ser predominante nas relações com as grandes empresas aeronáuticas. Tanto a internacionalização quanto a capacitação em projetos vêm fazendo com que a Aernnova ocupe uma posição de relevância no mercado de engenharia aeronáutica internacional.

A Aernnova Engenharia do Brasil foi criada em 2009 para atender predominante às demandas da Embraer que, desde então, responde por cerca de dois terços

41. Caja Castilla La Mancha, Banco Espírito Santo e EBN Banco de Negócios.

42. Aernnova Engineering Divison (AED) — em projetos e sistemas — e Aernnova Manufacturing Engineering (AME), em manufatura (Aernnova, 2011).

do faturamento. O restante da receita do escritório brasileiro é obtido a partir de projetos realizados para outras empresas nacionais e, principalmente, com a venda de serviços para empresas aeronáuticas estrangeiras. Por conta disso, cerca de 20% das receitas da unidade brasileira de engenharia decorrem da venda de serviços no exterior. No sentido oposto, nos períodos de maior expansão da demanda nacional, parte dos contratos de engenharia da unidade brasileira é transferida para os escritórios localizados em outros países. Observa-se, desta maneira, que a distribuição dos serviços de engenharia entre as diferentes unidades ao redor do mundo é o principal instrumento da Aernnova para fazer frente à intermitência da demanda dos seus principais clientes. Cabe aqui destacar que a Embraer é o segundo maior cliente mundial da Aernnova – respondeu por 26% do faturamento no ano de 2011 – atrás apenas da Airbus, cuja participação ficou em 31% (Aernnova, 2011, p. 38).

Em 2012, Aernnova Engenharia do Brasil empregou cerca de sessenta funcionários, dos quais aproximadamente 30% eram engenheiros e os demais eram técnicos projetistas. Entretanto, segundo a empresa, os custos da mão de obra no Brasil se apresentam em um patamar bastante elevado, não sendo este um diferencial de competitividade no mercado internacional. Por outro lado, a unidade brasileira é reconhecida pela sua competência em desenvolver soluções completas.

Entre os principais trabalhos de engenharia realizados para a Embraer destacam-se os projetos das aeroestruturas das famílias de jatos comerciais *ERJ-145* e *E-Jets*, além do projeto de instalação dos radares nas aeronaves *E-99* e *R-99*. Ainda no setor aeroespacial, a Aernnova Engenharia também desenvolveu o projeto estrutural completo do veículo aéreo não tripulado (VANT) *Falcão*, que estava sendo desenvolvido pela Avibras e, recentemente, foi incorporado pela Harpia Sistemas.⁴³ No ano de 2011, a Aernnova Engenharia foi selecionada pela Embraer para projetar grandes componentes estruturais do *KC-390*, participando, pela primeira vez, da fase inicial do projeto (*initial definition phase*).

4.2.5 LHColus

A LHColus Tecnologia foi constituída em 2008 e, anteriormente, seu fundador havia trabalhado por doze anos no Instituto de Fomento e Coordenação Industrial (IFI/DCTA) e, por nove anos, na Akaer. Instalada em São José dos Campos (SP), desde sua origem a LHColus esteve voltada exclusivamente para a engenharia aeronáutica, com destaque para certificação de projetos, cálculos e modificações estruturais.

43. A Harpia Sistemas é uma *joint venture* entre a Embraer e a AEL Sistemas (grupo israelense Elbit) criada em 2011, com o objetivo de “ser a casa de sistemas aéreos remotamente pilotados do Brasil”. No início de 2013, a Avibras se tornou sócia da Harpia Sistemas, trazendo para a empresa o projeto do VANT *Falcão*, considerado o mais avançado sistema de VANT em desenvolvimento no país (Harpia Sistemas, 2013).

A empresa já aprovou e certificou mais de 140 projetos individuais de modificações estruturais em aeronaves comerciais e executivas, convertendo-as para transporte de carga, transporte aeromédico, lançamento de paraquedistas, além da instalação de sistemas de aerolevanteamento, remotorização e outros. A empresa também trabalhou em projetos de produtos em série, como a reconfiguração do painel do helicóptero *Esquilo*, para Helibras, e o suporte de fixação de míssil a aeronave, para Mectron. Mais recentemente, desenvolve a parte estrutural da antena do radar *SABER M-200*, para OrbiSat, sendo contratada para fornecer não apenas o projeto, mas também a estrutura da antena.

Logo após sua fundação, em 2008, iniciou um trabalho junto da Planair Ind. Aeroespacial, sendo responsável por grande parte do projeto e certificação do avião agrícola *Planair PL-010*. Em 2010 foi contratada pela Novaer Craft para realização dos cálculos estruturais, análises de aeroelasticidade e elaboração do plano de certificação dos aviões *T-Xc Pilgrim* e *U-Xc Stardream*. Finalmente, em 2012 foi selecionada pela Embraer para desenvolver e produzir os assentos e as macas do novo avião de transporte militar *KC-390*. Um projeto na categoria *design and build*, cujas entregas estão previstas para iniciar a partir de 2016. Para isso, a LHColus está contratando diversos fornecedores de partes e componentes, mas a montagem final – segundo o entrevistado, bastante simples – e gerenciamento de estoques ficarão a cargo da LHColus.

Atualmente, também está buscando desenvolver a C3 Aero, uma empresa especializada na produção de peças e componentes em materiais compostos. Em parceria com a LHColus, esta nova empresa possibilitará fornecer soluções completas, desde a concepção até a entrega final de componentes estruturais certificados pelas autoridades aeronáuticas (LHColus, 2013).

A LHColus é uma empresa de capital nacional, cujo controle continua nas mãos de seu fundador. Atualmente possui dezesseis funcionários, sendo dez de nível superior (destes, sete são engenheiros), três profissionais de nível técnico, além de três estagiários de engenharia. Estes profissionais contratados pela empresa vêm recebendo treinamento, principalmente em *softwares*⁴⁴ e sistemas de qualidade. A empresa informou que as principais dificuldades em relação à contratação e à manutenção de profissionais especializados em engenharia aeronáutica decorrem da concorrência das médias e grandes empresas aeroespaciais da região de São José dos Campos (SP).

A LHColus vem firmando acordos com diversas instituições de ensino e pesquisa da região para uso de laboratórios de ensaios, suporte dos professores e pesquisadores, além da contratação de estagiários. Entre estas instituições, se

44. Particularmente o *software* Catia e, também, o V5 e o Nastran.

destacam: Fundação Vale Paraibano de Ensino (FVE); Parque Tecnológico da UNIVAP; Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP); Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG/UNESP ETEP); Escola Técnica Professor Everardo Passos; e Associação de pós-Graduandos do ITA.

4.2.6 Fibraforte

A Fibraforte se originou, em 1994, como uma *spin-off* do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), dado que seus fundadores eram engenheiros desta instituição. Desde sua fundação, a empresa trabalha no segmento de satélites: no início se concentrou no desenvolvimento de estruturas e, ao longo do tempo, foi avançando para outras atividades de maior complexidade tecnológica, como os mecanismos de abertura dos painéis solares e os sistemas de propulsão dos satélites, ambos fabricados pela primeira vez no Brasil.

A Fibraforte passou a atuar na indústria aeronáutica em 1999, quando foi contratada pela empresa japonesa Kawasaki, parceira de risco da Embraer responsável pelo desenvolvimento e pela produção das asas dos *E-Jets*. Trabalhou em conjunto com a Kawasaki por oito anos, desde o desenvolvimento – detalhamento do projeto –, até a certificação de alguns componentes estruturais, com destaque para o suporte das turbinas (*pylon*) dos modelos *EMB-170/175*. A Fibraforte também desenvolveu negócios de suporte na área de engenharia com a espanhola Gamesa e com a francesa Latécoère, outros parceiros de risco da Embraer que se instalaram no Brasil para realizar atividade do programa *EMB-170/190*.

A participação no projeto de desenvolvimento destas grandes aeronaves teve uma grande importância para Fibraforte, pois possibilitou a sua diversificação para uma indústria com escalas muito superiores à espacial, tanto que, no período de pico das atividades de desenvolvimento (2001-2002), chegou a ter mais de quarenta funcionários e um faturamento anual de aproximadamente US\$ 3 milhões. O encerramento da fase de desenvolvimento da nova família de jatos da Embraer entre 2004 e 2005, no entanto, diminuiu a demanda pelos serviços de engenharia destinados à fabricante brasileira.

Atualmente, a empresa possui catorze funcionários, sendo nove graduados em engenharia e um mestre. A empresa, localizada em São José dos Campos (SP), também conta com novas e modernas instalações, adequadas ao elevadíssimo padrão de exigência do setor espacial.

Apesar de hoje em dia não atuar diretamente na indústria aeronáutica, a Fibraforte apresenta uma elevada capacitação em engenharia de projetos – e, inclusive, uma razoável capacidade produtiva – que facilmente poderiam ser utilizadas na indústria aeronáutica, como no período de desenvolvimento dos *E-Jets*.

4.2.7 Características gerais

A seguir são sistematizadas e apresentadas as principais características das médias e pequenas empresas selecionadas como ofertantes de serviços de engenharia aeronáutica do Brasil.

Elevada dependência da Embraer

Todas as empresas de engenharia aeronáutica selecionadas por este estudo foram constituídas e capacitadas a partir dos vínculos com a Embraer: participação de ex-funcionários, desmembramento de unidade produtiva e acordos de transferência de tecnologia. Mesmo a empresa espanhola Gamesa, que deu origem à Aernnova Engenharia do Brasil pode ser considerada uma *spin-off* da Embraer. Apesar da posterior expansão e diversificação das empresas ofertantes selecionadas, a Embraer continua sendo a principal cliente, respondendo por mais da metade do faturamento de cada uma delas. Neste cenário, as empresas ofertantes continuam tendo uma elevada dependência do nível de terceirização em engenharia de projetos adotado pela Embraer, sendo esta a variável-chave para expansão, não apenas quantitativa, mas também qualitativa dessas empresas.

Modelo de negócio específico

As empresas selecionadas possuem uma destacada competência tecnológica, em grande parte decorrente do modelo de contratação de serviços de engenharia de projetos existente no Brasil, os denominados “pacotes fechados”. Neste sentido, as empresas brasileiras precisaram se capacitar na elaboração de projetos completos de engenharia, e não na venda de homens-horas de trabalho, como é o modelo predominante no mercado internacional. Este é o principal diferencial competitivo das empresas brasileiras de engenharia aeronáutica, constituindo-se na mais importante barreira à entrada de concorrentes estrangeiros. Em decorrência disso, a participação do *offshore outsourcing* nos serviços de engenharia da indústria aeronáutica brasileira é marginal.

Heterogeneidade produtiva e tecnológica

Apesar de possuírem o mesmo modelo de negócio, as empresas de engenharia aeronáutica apresentam elevada heterogeneidade no que se refere aos serviços ofertados. Observa-se que cada uma das empresas desenvolveu suas competências dentro de um determinado segmento: a Akaer e a Aernnova avançaram em aeroestruturas e, mais recentemente, a primeira também passou a trabalhar com a integração de sistemas; a Archo Solutions desenvolve projetos de sistemas elétricos e engenharia de manufatura, enquanto a Ambra está concentrando suas atividades na elaboração de ferramentais para indústria aeronáutica. Cabe ressaltar que as empresas de engenharia também apresentam elevada heterogeneidade quanto à capacitação

tecnológica, em parte decorrente dos próprios setores que atuam. Por exemplo, a engenharia de projetos aplicada no desenvolvimento de componentes estruturais envolve uma complexidade tecnológica muito maior que a engenharia empregada na construção de ferramentais. Além disso, algumas empresas vêm avançando ainda mais no processo de capacitação tecnológica, participando de etapas cada vez mais sofisticadas, como a participação na definição inicial dos projetos (*initial definition phase*) e a integração de sistemas. Por fim, destaca-se a elevada heterogeneidade na escala produtiva, em que se verificam dois grupos, um formado por médias empresas, e o outro por pequenas.

TABELA 2

Brasil: características das principais empresas de serviços de engenharia aeronáutica (2012)

Empresas de engenharia	Ano de fundação	Países	Principais atividades	Funcionários ¹	
				Total	Engenheiros
Akaer Engenharia	1992	Brasil	Aeroestruturas e integração de sistemas	180	90
Archo Solutions	1998	Brasil	Sistemas elétricos, interior e programação de CNC	100	12
Ambra Solutions	2004	Brasil	Ferramental e interior	70	nd
Aernnova Engenharia do Brasil	2009	Espanha	Aeroestruturas	60	18
LHColus	2008	Brasil	Certificação, cálculos e modificações estruturais	16	7
Fibraforte	1994	Brasil	Aeroestruturas	14	10

Fonte: entrevistas com os responsáveis pelas empresas.

Elaboração dos autores.

Nota: ¹ Número aproximado.

Pequenas escalas empresariais

Apesar de algumas das firmas selecionadas se constituírem nas maiores empresas de engenharia aeronáutica do país, elas exibem uma escala empresarial – tanto produtiva, quanto financeira – muito inferior a das suas congêneres estrangeiras. Enquanto as grandes empresas de serviços de engenharia aeronáutica chegam a empregar mais de 3 mil funcionários dedicados apenas ao setor aeroespacial, a Akaer, que é a maior empresa brasileira, possui menos de 200 funcionários. Contudo, é importante ressaltar que as empresas brasileiras fazem parte do terceiro grupo da tipologia apresentada na seção 3, sendo este grupo composto exclusivamente pelas médias e pequenas empresas especializadas em engenharia aeronáutica. A estrutura de oferta de serviços de engenharia aeronáutica no Brasil não conta com empresas do primeiro e segundo grupos, com exceção da subsidiária brasileira da Aernnova voltada para engenharia, que faz parte do primeiro grupo, por ter se originado de uma fornecedora de aeroestruturas de primeiro nível.

Baixa integração com as atividades produtivas

Todas as empresas de capital nacional selecionadas foram criadas exclusivamente como firmas de engenharia de projetos. Entretanto, ao longo dos últimos anos todas elas buscaram agregar atividades produtivas aos seus projetos. A partir da Archo Solutions, verifica-se a constituição da Mako para montagem das cablagens, assim como Ambra constituiu a Amtech para fabricação de ferramental. Contudo, cabe destacar que são estratégias recentes e ainda marginais. O projeto, realmente ambicioso, da criação do consórcio T1 pela Akaer – que visava à constituição de uma grande fornecedora de primeiro nível que combinasse a oferta de serviços de engenharia com a produção de estruturas e componentes aeronáuticos – não logrou sucesso. A única empresa brasileira que combina estas duas atividades é a subsidiária local da Aernnova, que adotou uma estratégia no sentido oposto, pois a partir de uma grande fabricante de aeroestruturas se constituiu uma empresa de engenharia aeronáutica.

Custos operacionais crescentes

Elevados custos decorrentes da necessidade de se manter uma infraestrutura continuamente atualizada, tanto em equipamentos de *hardware* quanto em *software*. Entre estes, destacam-se os custos do *software* Catia,⁴⁵ pois este é o principal programa utilizado pela Embraer e pela maioria das grandes empresas aeronáuticas para a elaboração dos projetos aeronáuticos. A manutenção de um quadro de engenheiros e técnicos altamente qualificados, particularmente nos períodos de retração da demanda, também resulta em um elevado custo operacional.

Associações com empresas estrangeiras

Ao longo dos últimos anos, as principais empresas nacionais de engenharia vêm firmando acordos de parcerias com empresas estrangeiras: trabalhos conjuntos, exclusividade na representação e, até mesmo, participação acionária. Cada um destes acordos visa objetivos diferentes, mas em todos os casos demonstra as limitações – de escalas produtivas e financeiras – das empresas nacionais frente aos grandes *players* globais. Por outro lado, a Aernnova, subsidiária de um grupo espanhol, está conquistando uma parcela crescente do mercado brasileiro.

4.3 Nicho de mercado

Este tópico está reservado para análise de casos particulares em que as empresas vêm se posicionando, ao mesmo tempo, como ofertante e demandante de engenharia de projetos aeronáuticos. Entre estes casos destaca-se o da empresa aeronáutica Novaer Cratf, que é apresentado mais detalhadamente a seguir.

45. O *Computer Aided Three-dimensional Interactive Application* (Catia) é um *software* multiplataforma CAD/CAM/CAE desenvolvido pela empresa francesa Dassault Systèmes.

4.3.1 Novaer Craft

A empresa iniciou suas atividades no ano de 1998 como Geometra BTE-Bureau de Tecnologia e Engenharia, quando foi fundada pelo ex-presidente da Embraer Divisão Equipamentos (EDE)⁴⁶ e integrada por experientes profissionais do setor aeronáutico, sendo assim, uma *spin-off* da Embraer. Nos primeiros anos de atividade, a Geometra se voltou para o desenvolvimento de projetos de engenharia e desenvolvimento de produtos aeronáuticos. Inicialmente foi contratada pela Eviation Jets, nos EUA, para projetar os trens de pouso do jato executivo conceitual *EV-20 Vantage*. Em função da sua competência, a Geometra também passou a desenvolver outras etapas do programa, até que foi contratada para realizar o projeto integral da aeronave, incluindo asas, seções de fuselagem e interior. Em paralelo, foi contratada por outra empresa norte-americana, a US Aircraft Corporation, para desenvolver o projeto do *A-67 Dragon*, um avião de treinamento militar e ataque leve, mas o programa foi paralisado. Ainda neste período, a Geometra participou do desenvolvimento de um avião agrícola, aqui no Brasil, entretanto, o empreendimento não avançou. Por fim, a Geometra também desenvolveu e produziu os ferramentais para montagens dos *spoilers* do *Boeing 737*.

O Centro Logístico da Aeronáutica (CELOG) da FAB contratou a Geometra, em 2005, para desenvolver e produzir uma nova versão do trem de pouso do avião de treinamento militar *Tucano* – aeronave produzida pela Embraer entre 1980 e 1996. Como consequência, a Geometra desenvolveu um produto completamente novo, intercambiável com o original e com o dobro da vida útil. Nos últimos anos, este novo trem de pouso está sendo entregue para as Forças Aéreas Brasileira, Colombiana e do Reino Unido.

Em 2007, a Geometra iniciou um projeto inovador, sendo a primeira empresa do mundo a desenvolver a tecnologia de rodas aeronáuticas em fibras de carbono. Denominado *Projeto Lightwheel*, esta iniciativa contou com o apoio financeiro da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e envolveu as tecnologias de projeto, processo e materiais. Dados os excelentes resultados, possivelmente a empresa poderá vender a patente desta tecnologia para uma das grandes fabricantes mundiais, ou mesmo associar-se, pois este é um mercado consolidado em nível mundial, cujas barreiras à entrada são muito elevadas.

Ainda no ano de 2007, a Geometra adquiriu o projeto da aeronave experimental *K-51 Peregrino*, desenvolvido pelo renomado projetista aeronáutico Joseph Kovács, que passou a integrar a equipe de engenheiros da Geometra. Desde então, a empresa trabalha no projeto de um moderno avião leve a ser produzido quase que exclusivamente em materiais compostos e que terá duas versões: uma de treinamento

46. Atual ELEB Equipamentos Ltda., subsidiária da Embraer responsável pela fabricação de trens de pouso, componentes hidráulicos e eletromecânicos.

militar *biplace* (*T-Xc Pilgrim*) e outra civil de quatro lugares (*U-Xc Stardream*). Ambos os modelos apresentam uma boa perspectiva de venda; de um lado a FAB necessita substituir seus aviões de treinamento primário; de outro lado, a aviação geral brasileira – uma das maiores do mundo –, é atendida exclusivamente com importações, desde que a Embraer deixou de produzir os aviões da linha Piper no ano 2000.

Em 2010, a Geometra se associou com outras duas empresas do *cluster* aeroespacial de São José dos Campos (SP), a Winnstal e a Flight Technologies, para criar o consórcio responsável pelo desenvolvimento e fabricação do protótipo da nova aeronave. Contudo, em 2011, a Geometra adquiriu os direitos de propriedade sobre os projetos e ativos produzidos pelos seus sócios no âmbito do consórcio. Na sequência, a Geometra alterou sua razão social para Novaer Craft Empreendimentos Aeronáuticos Ltda., sendo esta a empresa que irá absorver o projeto gerado pelo consórcio e que será responsável pela industrialização da nova aeronave.⁴⁷

No ano de 2012, a Novaer Craft lançou os planos de uma ampla e moderna unidade industrial para produção da nova aeronave, que também engloba a criação de um Centro de Tecnologia de Compostos (CTC), voltado para PD&I em materiais compostos e produtos aeroespaciais. Com investimentos estimados em mais de R\$ 80 milhões, a unidade produtiva da Novaer Craft será implantada no município de Lajes, no estado de Santa Catarina, e contará com apoio da FINEP e da SC Participações & Parcerias (SCPar), empresa de desenvolvimento estadual, que será sócia no empreendimento, com uma participação que atinge R\$ 15 milhões. Esta nova unidade deverá iniciar suas atividades produtivas em 2015 e terá capacidade para fabricar até 120 unidades por ano. A estratégia da empresa é direcionar uma parte significativa da produção para o mercado internacional, tendo, inclusive, celebrado um memorando com uma empresa dos EUA objetivando as vendas no mercado norte-americano.

Atualmente a Novaer Craft conta com 32 funcionários, sendo que metade são engenheiros, todos com elevada experiência no setor aeronáutico, profissionais que trouxeram a competência, experiência e reputação de diversos projetos bem-sucedidos. De acordo com os planos, o novo empreendimento deverá gerar cerca de 400 empregos diretos – sendo 120 engenheiros – e mais de 1.500 indiretos.

Para atender às necessidades deste novo e ambicioso projeto, a Novaer Craft demanda serviços de engenharia de outras empresas em atividades muito específicas. Entre elas, destaca-se a LHColus Tecnologia, que foi contratada para realização dos cálculos estruturais, análises de aeroelasticidade e elaboração do plano de certificação. Outra instituição contratada foi o Centro de Estudos

47. A Winnstal e a Flight Technologies não participarão como sócias do novo empreendimento, mas muito provavelmente integrarão a cadeia produtiva da nova aeronave (Plavetz, 2012).

Aeronáuticos (CEA), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), para realização de cálculos aerodinâmicos, ensaios e simulações. Além disso, a Novaer Craft mantém acordo com o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) e seus institutos para realização de pesquisas em diversas áreas. Contudo, em serviços específicos, como ensaios em materiais compostos, há necessidade que estes sejam feitos no exterior.

Por outro lado, a Novaer Craft também continua a ser uma empresa ofertante de serviços de engenharia de projetos, particularmente para o setor aeronáutico, apesar de nunca ter prestado serviços para a Embraer. Para isso, conta com a elevada capacitação dos seus profissionais, associados aos *softwares* de última geração. O objetivo da Novaer Craft é continuar prestando serviços de engenharia, pois esta é a forma de reter e mobilizar o elevado número de engenheiros – que a empresa terá de contratar para desenvolver o *T-Xc Pilgrim* – e, assim, enfrentar a intermitência da demanda por estes serviços, ao longo do ciclo de desenvolvimento de cada aeronave.

5 PROPOSIÇÕES DE POLÍTICAS PÚBLICAS

Como apresentado, a capacidade de projetar aeronaves é o principal determinante da competitividade na indústria aeronáutica. Desta maneira, a engenharia de projetos ocupa um papel central nas estratégias competitivas das grandes fabricantes de aeronaves, sendo também o elemento-chave na coordenação de toda cadeia produtiva desta indústria. As proposições apresentadas por esta pesquisa buscam contribuir para o fortalecimento do segmento de engenharia de projetos aeronáuticos no Brasil e, conseqüentemente, manter e ampliar a competitividade da indústria aeronáutica brasileira como um todo. Neste sentido, as proposições procuram abarcar o conjunto desta indústria e, por conta disso, podem ser reunidas em cinco grandes objetivos, descritos a seguir.

5.1 Intensificar a competência da empresa líder na engenharia de projetos

A Embraer ocupa uma posição de destaque no cenário internacional, sendo atualmente líder mundial no segmento de jatos comerciais de 70 a 120 assentos, além de apresentar uma crescente participação nos segmentos de aeronaves executivas e de defesa. Contudo, sua elevada capacitação – conquistada por meio de um longo processo de aprendizado, centrado no domínio das tecnologias-chaves – está sendo colocado em cheque, pois a indústria aeronáutica mundial está passando por um momento de ruptura tecnológica, ocasionada pelo amplo conjunto e elevada intensidade das inovações que estão sendo introduzidas nessa indústria, sendo que a maioria destas está sintetizada no recém-lançado *Boeing 787*. Desta maneira, é de importância primordial a existência de uma política de suporte do Estado para que a Embraer reforce a sua competitividade na área de engenharia, buscando

incorporar novas competências, com destaque para os projetos aeronáuticos que envolvam a utilização de materiais compostos, a integração de sistemas complexos, o domínio da tecnologia supersônica e a incorporação de componentes e sistemas relacionados com a sustentabilidade ambiental.

5.2 Fortalecer as empresas nacionais de engenharia voltadas para a indústria aeronáutica

A prestação de serviços em engenharia aeronáutica é um dos poucos segmentos da cadeia produtiva da indústria aeronáutica brasileira ainda dominado por empresas nacionais, algumas das quais com competência reconhecida internacionalmente. Não obstante, estas empresas apresentam baixa escala empresarial – particularmente limitações financeiras – e pequena integração com as etapas produtivas. Como forma de superar estas limitações, a maioria destas empresas vêm realizando acordos com firmas estrangeiras, resultando, entretanto, em uma parcial desnacionalização deste segmento. Neste contexto, é de grande importância a adoção de políticas públicas que visem o fortalecimento das empresas nacionais que compõem este estratégico segmento de mercado; caso contrário, este segmento será rapidamente dominado pelas empresas estrangeiras com o considerável risco de perda de parte da capacitação nacional em engenharia de projetos. Por conta destas limitações, as políticas públicas voltadas para este segmento devem priorizar a ampliação da escala empresarial. Porém, a consolidação entre as empresas nacionais ofertantes de serviços de engenharia aeronáutica dificilmente trará resultados positivos, dada a elevada heterogeneidade entre elas, não apenas em relação aos segmentos que atuam, mas também pelo significativo diferencial de capacitação que existe entre elas. Por sua vez, a constituição de amplas empresas de engenharia com atuação diversificada e escala global, provavelmente, não resultará em empresas com condições de competir com os grandes conglomerados estrangeiros de prestação de serviços em engenharia, particularmente os conglomerados indianos, que atualmente dominam o mercado internacional, com a estratégia de custos muito baixos. Além disso, a constituição de uma grande e diversificada prestadora de serviços com escala global teria como pressuposto a mudança no modelo de negócio, o que poderia representar um retrocesso, pois, apesar da pequena escala, as empresas brasileiras apresentam uma capacitação tecnológica muito superior.

Dessa maneira, a consolidação desse segmento deve preservar essa capacidade tecnológica e, por isto, deve ser feita por meio da constituição de grandes empresas integradas – engenharia e produção –, que operem em escala internacional. O governo deve garantir o apoio financeiro para constituição destas grandes empresas nacionais, inclusive por meio da participação pública no capital da nova empresa. Em contrapartida, deve exigir que as empresas resultantes do

processo de consolidação desenvolvam os projetos de engenharia dentro do país. Um dos principais desafios diz respeito ao financiamento (garantias) deste tipo de operação, por isso uma das possíveis alternativas seria a atração de grandes empresas industriais de outros setores para participar da formação dessas grandes fornecedoras integradas, contudo, é importante se restringir a participação do capital estrangeiro no controle destas novas empresas. Também é imprescindível que este projeto se insira dentro das estratégias da empresa líder, pois não há menor sentido em se criar uma grande fornecedora aeronáutica – mesmo com o objetivo de operar em escala mundial –, que não corrobore com o fortalecimento da Embraer.

Por fim, é importante que o restante das pequenas e médias empresas de engenharia aeronáutica – que não venham a participar do processo de consolidação –, tenha suporte tecnológico e financeiro para continuar a operar e expandir suas atividades; mas, em contrapartida, estas empresas devem avançar para os serviços de maior valor agregado; no caso, devem oferecer soluções completas de engenharia que incorporem as novas tecnologias.

5.3 Reivindicar maior participação da engenharia de projetos nacional nos empreendimentos aeronáuticos realizados por empresas estrangeiras

As subsidiárias de empresas estrangeiras instaladas na indústria aeronáutica – fabricantes de aeronaves e fornecedoras de primeiro nível – devem se comprometer a realizar, no Brasil, uma parcela significativa dos serviços de engenharia de projetos, seja por meio do desenvolvimento tecnológico próprio, seja pela contratação de empresas brasileiras de engenharia aeronáutica. Neste sentido, a instalação de escritórios de empresas estrangeiras prestadoras de serviço de engenharia aeronáutica no país somente deve ser “autorizado” no caso de se promover o desenvolvimento tecnológico – particularmente em engenharia de projetos – no Brasil. Deve-se ter cuidado de não utilizar as unidades brasileiras apenas como porta de saída, evitando que os projetos aqui contratados sejam posteriormente transferidos para escritórios localizados no exterior. Os mesmos critérios e cuidados também devem ser utilizados no caso de parcerias ou *joint ventures* entre empresas de engenharia nacionais e estrangeiras. Por fim, o Brasil deve adotar políticas *antidumping* para proibir a contratação de serviços de engenharia aeronáutica de países que estão adotando esta prática.

5.4 Apoiar novos empreendimentos aeronáuticos em nichos de mercado que possibilitem o fortalecimento da engenharia de projetos

Utilizar políticas públicas para apoiar novos empreendimentos que tenham como objetivo projetar, produzir e modernizar aeronaves no país. Contudo, somente devem ser incentivados os empreendimentos que atendam a um conjunto de

requisitos, isto é, que desenvolvam aeronaves para segmentos ainda não atendidos pela produção nacional; que apresentem boas perspectivas de mercado, tanto interno como externo; que possam ser objeto de demanda pública, particularmente das Forças Armadas; que envolvam o desenvolvimento e a utilização de novas tecnologias; e, por fim, que apresentem um detalhado e factível estudo de viabilidade técnica e econômica. Também devem ser incentivados empreendimentos que tenham por objetivo a adaptação ou modernização de aeronaves no Brasil, desde que estas envolvam mudanças estruturais – como a transformação de aviões comerciais em cargueiros –, ou uma ampla modernização, como as realizadas nos aviões de caça *F-5M* da FAB.

Como contrapartida destes empreendimentos, deve-se exigir que a engenharia de projetos da aeronave seja desenvolvida no país pela própria empresa aeronáutica e, de forma complementar, por meio da contratação de serviços de engenharia de outras empresas brasileiras. Além disso, deve-se incentivar que essas novas empresas aeronáuticas também participem como fornecedoras de serviços de engenharia de projetos no país e no exterior, sendo esta uma estratégia para se preservar a capacitação tecnológica destas empresas, particularmente nos períodos em que não estejam desenvolvendo projetos próprios.

5.5 Incentivar a atuação das empresas aeronáuticas em setores correlatos que possibilitem o fortalecimento da engenharia de projetos

Apoiar a diversificação das empresas aeronáuticas para setores correlatos – espacial, defesa, energia eólica e material de transporte – como forma de ampliar a capacitação dessas empresas em engenharia de projetos e fornecer alternativas para os períodos de retração da demanda na indústria aeronáutica. Entretanto, devem ser incentivados somente os empreendimentos que envolvam o desenvolvimento próprio da engenharia de projetos.

Para atingir estes cinco objetivos, é necessário tanto o desenvolvimento de novos instrumentos de políticas públicas – alguns específicos para indústria aeronáutica –, como o reforço e a readequação de outros instrumentos já existentes. Entre estes instrumentos, dois se destacam por permitir a coordenação de diversas iniciativas de políticas públicas, visando um objetivo comum, concreto e de longo prazo, sendo assim, fundamentais para o desenvolvimento da engenharia aeronáutica no país; são estes o poder de compra do Estado e as Plataformas Demonstradoras de Tecnologia (PDT). A seguir é realizada uma análise destes e de outros instrumentos de grande relevância para o fortalecimento da engenharia aeronáutica no Brasil.

5.5.1 Utilizar o poder de compra do Estado de forma ativa (concentrado nas aquisições de aeronaves militares)

Observa-se que o poder de compra do Estado, por meio das aquisições das Forças Armadas Brasileiras, se coloca com um dos principais instrumentos – senão o principal – de política pública para o desenvolvimento da indústria aeronáutica brasileira. Desde o início da década de 1970, com as aquisições dos aviões *Bandeirante* e *Xavante*, até a encomenda do projeto do avião de transporte militar *KC-390*, as compras públicas são um dos principais determinantes da competitividade da Embraer. Cabe ainda mencionar a aquisição dos helicópteros *EC-725*, que proporcionam um salto tecnológico na Helibras e no conjunto da cadeia produtiva de aeronaves de asa rotativa.

Desta maneira, o governo deve aprimorar e intensificar a utilização deste instrumento; por um lado, garantindo que as aquisições tenham o volume e a regularidade que possibilitem amortizar os custos relacionados com o desenvolvimento dos novos projetos aeronáuticos, particularmente daqueles que incorporam novas tecnologias. Apesar de necessária, esta política de aquisições pode não ser suficiente, pois o desenvolvimento de novas aeronaves, especialmente das novas tecnologias, envolve um elevado grau de incerteza. Por conta disto, o Estado também pode adquirir/encomendar um novo projeto – arcando com todos os custos de desenvolvimento, como no caso de *KC-390* – ou participar do desenvolvimento de um novo projeto.

Por outro lado, o governo deve determinar que as empresas contratadas desenvolvam a engenharia de projetos no país, com recursos próprios e por meio da aquisição junto às empresas brasileiras de engenharia. Além disso, nos programas militares considerados estratégicos, deve-se exigir que o controle da engenharia de projetos esteja com uma empresa nacional. Nestes casos, passa a ser essencial a utilização da Lei n° 2.598/2012, pois esta estabelece critérios e instrumentos que possibilitam restringir a participação do capital estrangeiro, além de exigir o desenvolvimento tecnológico local.

No caso particular do apoio à constituição de grandes fornecedoras nacionais que integrem engenharia e produção, um novo instrumento deve ser criado a partir das aquisições governamentais, a “parceria estratégica interna”. Este instrumento deve seguir o mesmo modelo utilizado em âmbito internacional, isto é, acordos visando à capacitação produtiva e tecnológica de uma empresa nacional para que esta venha a se tornar uma fornecedora de primeiro nível de serviços de engenharia e de componentes. O primeiro desafio que se impõe é o financiamento deste tipo de operação com recursos públicos e, provavelmente, com garantias aquém das exigidas. Outra dificuldade seria o fato de que esta estratégia teria de estar con-

centrada em uma única empresa ou no limite, em um consócio preestabelecido de empresas, com regras rígidas e bem definidas. Mas, em ambas as situações, tem-se o risco de contestação das empresas preteridas neste processo de consolidação.

5.5.2 Política específica para o desenvolvimento de novas tecnologias aeronáuticas (plataformas demonstradoras de tecnologia)

Criação de instrumentos de subvenção, específico para apoiar o desenvolvimento em um conjunto de novas tecnologias identificadas como prioritárias, a partir de uma agenda tecnológica para o setor. Neste contexto, este novo instrumento também deve subvencionar o desenvolvimento de projetos aeronáuticos – ainda na fase de protótipos – que incorporem estas novas tecnologias dentro de uma visão sistêmica e integrada, as denominadas “plataformas demonstradoras de tecnologia”. Estes projetos demonstradores devem ser amplos, abrangendo tanto as empresas demandantes, quanto as ofertantes de engenharia de projetos, e devem estar voltados para a construção de vantagens competitivas futuras.

Cabe destacar que as plataformas demonstradoras de tecnologia são particularmente importantes para subvencionar, direcionar e coordenar o desenvolvimento tecnológico nos segmentos civis da indústria aeronáutica, pois não há como utilizar o poder de compra do Estado nestes segmentos.

5.5.3 Aprimorar, expandir e coordenar os programas de financiamento de projetos aeronáuticos

A FINEP, por meio do FNDCT-CT Aero⁴⁸ e dos programas de subvenção econômica, é a principal fonte de financiamento dos projetos aeronáuticos no Brasil.⁴⁹ Apesar da crescente ampliação dos recursos destinados ao setor aeronáutico, há necessidade de se disponibilizar um volume ainda maior de recursos, particularmente no que se refere aos custos não recorrentes. Isto porque a indústria nacional precisa incorporar um amplo conjunto de tecnologias inovadoras, que somente podem ser conquistadas com o suporte de recursos públicos, muitos dos quais, não reembolsáveis. Neste sentido, também é de grande importância uma maior participação das agências estaduais de fomento à pesquisa e de investimento no financiamento dos projetos aeronáuticos. Destaque para FAPESP, FAPEMIG e SC Parcerias, que vêm financiando projetos aeronáuticos nos seus respectivos estados; particularmente as duas últimas, que também vêm subsidiando novos empreendimentos aeronáuticos.

48. O Fundo Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Setor Aeronáutico (FNDCT-CT Aeronáutico) foi criado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, no ano 2000, e pretende estimular investimentos em P&D.

49. Cabe destacar que uma pequena parcela dos recursos do Pró-Aeronáutica Empresas, criado pelo BNDES, é destinada ao desenvolvimento tecnológico, mas este programa tem a finalidade primária de fortalecer a cadeia produtiva da indústria aeronáutica por meio do financiamento a micro, pequenas e médias empresas do setor.

Dada a diversidade de instituições e programas de financiamento de projetos aeronáuticos, é importante que exista uma coordenação entre estes para se evitar carência ou sobra de recursos em determinado projeto. Além disso, os recursos devem estar direcionados aos projetos considerados prioritários, isto é, projetos vinculados às aquisições de aeronaves militares ou às plataformas demonstradoras de tecnologia, ambos apresentados anteriormente.

Neste contexto, destaca-se o plano de apoio conjunto às indústrias aeroespacial e de defesa, recentemente lançado pela FINEP, o Inova Aerodefesa. Este plano reúne os diversos instrumentos de apoio disponíveis,⁵⁰ contando com recursos da FINEP (R\$ 2,4 bilhões) e do BNDES (R\$ 0,5 bilhão), além do apoio do Ministério da Defesa e da Agência Espacial Brasileira (AEB), ambos por meio das denominadas “aquisições estratégicas”, isto é, garantia de demanda futura para os equipamentos e serviços desenvolvidos. Uma parcela significativa dos recursos do Inova Aerodefesa deverá ser direcionada para a indústria aeronáutica e poderá ser utilizada, direta ou indiretamente, no desenvolvimento da engenharia de projetos.⁵¹

5.5.4 Institucionalização dos programas de apoio à indústria aeronáutica

O modelo de apoio conjunto apresentado pelo programa Inova Aerodefesa é essencial para a coordenação da política de financiamento das indústrias aeroespacial e de defesa. Neste sentido, seria importante avançar na institucionalidade das políticas destinadas à indústria aeronáutica, isto é, definir claramente qual a instituição responsável pela implementação, coordenação e fiscalização das políticas públicas voltadas para esta indústria.

5.5.5 Apoiar a formação e a qualificação dos recursos humanos

O Ministério da Educação (MEC), juntamente às Secretarias da Educação dos estados-sedes das empresas aeronáuticas, deve coordenar e intensificar o apoio à formação de engenheiros aeronáuticos⁵² e de áreas afins, e também de técnicos em projetos aeronáuticos, por meio da ampliação de vagas nos cursos já existentes, da abertura de novos cursos, além da concessão de bolsas tipo “sanduíche” do programa *Ciência sem Fronteiras*. Cabe, ainda, destacar a grande importância do treinamento

50. Os instrumentos da FINEP são: Inova Brasil; Subvenção Econômica; Cooperativo ICT/Empresa; Participação Acionária; e Fundos de Investimento. Os instrumentos do BNDES são: Finem; PSI; Proengenharia; Prosoft; Funtec; e Renda Variável.

51. O Inova Aerodefesa estará financiando atividades de pesquisa, desenvolvimento, engenharia, absorção tecnológica, produção e comercialização de produtos, processos e/ou serviços inovadores.

52. Os cursos de engenharia aeronáutica no Brasil são oferecidos: pelo ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica), a primeira e principal instituição de ensino em engenharia aeronáutica do país que, atualmente, está duplicando seu número de vagas; pela Escola de Engenharia de São Carlos (USP); pela Universidade de Taubaté (UNITAU); pela Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP); pela Universidade Paulista, no campus de São José dos Campos (UNIP); pela Universidade Federal do ABC (UFABC); pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU); pela UNIFEI (Universidade Federal de Itajubá); e pela UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), nesta última com o nome de Engenharia de Mobilidade.

dos engenheiros e técnicos já formados, devendo promover uma parceria entre as empresas demandantes – particularmente a Embraer, com seus programas de aperfeiçoamento PEE e PPE –, as empresas ofertantes, as instituições de ensino superior e as instituições de nível técnico (SENAI e colégios técnicos, como as FATECs no estado de São Paulo), visando uma maior qualificação dos funcionários. Por fim, a importância de se incluir, na formação dos técnicos e, principalmente, dos engenheiros, questões relativas à propriedade intelectual,⁵³ contando para isso com o apoio do Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI).

5.5.6 Reduzir os custos da certificação aeronáutica

Buscar a diminuição dos custos das “homologações aeronáuticas” realizadas pela Gerência Geral de Certificação de Produtos Aeronáuticos da Agência Nacional de Aviação Civil (GGCP/ANAC), para aeronaves civis, e pelo IFI/DCTA, na área militar.

REFERÊNCIAS

ACCENTURE. **Engineering services in aerospace and defense**. Disponível em: <<http://www.accenture.com>>. Acesso em: 27 fev. 2013.

AERNNOVA. **Annual Report**, 2011.

_____. **Informações institucionais**. Disponível em: <<http://www.aernnova.com/user/en/index.php>>. Acesso em: 29 jan. 2013.

AEROSTRATEGY. Aerospace globalization 2.0: the next stage. **AeroStrategy**, Amersham, Commentary. Sept., 2009.

AKAER. **Informações institucionais**. Disponível em: <<http://www.akaer.com.br/eng/>>. Acesso em: 29 jan. 2013.

AMBRA SOLUTIONS. **Informações institucionais**. Disponível em: <<http://www.ambrasolutions.com/>>. Acesso em: 29 jan. 2013.

ARAÚJO, C. S.; CRUZ, J. L. A view of the practice of integrated product development at Embraer. **5th International Seminar of High Technology – Technological Innovation in the Product Development Process**. Piracicaba, Brazil, 5 Oct. 2000.

CHASE, R. C.; AQUILANO, N. J. **Production and operations management: manufacturing and services**. New York: Irwin/McGraw-Hill, 1995.

53. Entre estas questões: instrumentos de proteção do desenvolvimento, *Trade Secrets*, contratos de transferência de tecnologia, acordos de confidencialidade e uso efetivo das informações tecnológicas contidas em documentos de patentes como instrumento para acompanhar a evolução tecnológica.

DIÁRIO DO COMÉRCIO. Complexo aeronáutico ganha força no Estado. São Paulo: **Diário do comércio**, 6 jan. 2012.

DORNA, M. A. S.; PRANCIC, E.; MERGULHÃO, R. C.; ZUIN, L. F. S. Rede de operações e integração vertical: risk-sharing agreements na cadeia produtiva aeronáutica brasileira. **X Simpósio de Engenharia de Produção**, 2003, Bauru, SP.

DRUMOND, C. D. **Asas do Brasil**: uma história que voa pelo mundo. São Paulo: Mirian Paglia, Editora de Cultura, 2004.

EMBRAER. **Informações institucionais**. Disponível em: <<http://www.embraer.com/>>. Acesso em: 29 jan. 2013.

_____. **Relatório Anual**, 2011.

FERREIRA, M. J. B. **Competências empresariais e políticas governamentais de apoio ao desenvolvimento do setor aeroespacial**: caso dos EUA. Campinas: UNICAMP/IE.NEIT/ABDI, 2012.

_____. **Dinâmica da inovação e mudanças estruturais**: um estudo de caso da indústria aeronáutica mundial e a inserção brasileira. Tese (Doutorado em Teoria Econômica). Campinas: IE.UNICAMP, 2009.

HARPIA SISTEMAS. **Informações institucionais**. Disponível em: <<http://harpiasistemas.com.br/>>. Acesso em: 29 jan. 2013.

LHCOLUS. **Informações institucionais**. Disponível em: <<http://www.lhcolus.com.br/>>. Acesso em: 29 jan. 2013.

MASKELL, P.; PEDERSEN, T.; PETERSEN, B.; NIELSEN, J. D. Learning paths to offshore outsourcing: from cost reduction to knowledge seeking. **Industry and Innovation**, v., issue 3, p. 239-257, 2007.

MATSUO, E. K. Inovação tecnológica e indústria aeronáutica. **Parcerias Estratégicas**, n. 31, parte 3, p. 83-94, Dez. 2010.

NOVAER CRAFT. **Informações institucionais**. Disponível em: <<http://www.novaercraft.com.br/>>. Acesso em: 29 jan. 2013.

PEREIRA, R. **Enciclopédia de aviões brasileiros**. São Paulo: Globo, 1997.

PLAVETZ, I. Há algo de novo no ar: estão chegando o peregrino e o sonho das estrelas. **Tecnologia & Defesa**, n. 130, São Paulo, 2012.

QuEST Global Engineering. **Informações mercadológicas**. Disponível em: <<http://engineering.quest-global.com/index.php>>. Acesso em: 27 fev. 2013.

RODENGEN, J. L. **The history of Embraer**. Fort Lauderdale: Write Stuff Enterprises, 2009.

SAAB. **Annual Report**, 2011.

SABBATINI, R. C. **Relatório**: Engenharia consultiva no Brasil. Campinas: UNICAMP/IE.NEIT/ABDI, 2011.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1984.

SHENHAR, A.; DVIR, D. **Reinventando o gerenciamento de projetos: a abordagem diamante ao crescimento e inovação bem-sucedidos**. São Paulo: M.Books do Brasil Editora, 2010.

SILVA, O. **Nas asas da educação: a trajetória da Embraer**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

SILVEIRA, V. Companhia nacional perde espaço no KC-390. São Paulo: **Valor Econômico**, 22 nov. 2012b.

_____. Novo jato traz desafios para a Embraer. São Paulo: **Valor Econômico**, 11 abr. 2012a.

_____. Portugueses investem para participar do KC-390. São Paulo: **Valor Econômico**, 16 abr. 2013.

THE BOEING CO. **Informações institucionais**. Disponível em: <<http://www.boeing.com/>>. Acesso em: 29 jan. 2013.

UTTERBACK, J. M. **Dominando a dinâmica da inovação**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1996.

VARELLA GOMES, S. B. Indústria aeronáutica no Brasil: evolução recente e perspectivas. *In*: **BNDES 60 anos – perspectivas setoriais**. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Paginas/livro_bndes60anos_perspectivas_setoriais.html>. Acesso em: 19 fev. 2013.

VIEGAS, J. A. **Vencendo o azul: história da indústria e tecnologia aeronáutica no Brasil**. São Paulo: Duas Cidades, 1989.

ZINNOV. **Global R&D Service Providers (GSPR) Rating 2012**. Disponível em: <http://zinnov.com/US/article.php?art_id=193&access=1>. Acesso em: 29 jan. 2013.

ENGENHARIA DE PETRÓLEO NO BRASIL: AVANÇO RECENTE E ENTRAVES ESTRUTURAIS

José Augusto Gaspar Ruas¹
Rodrigo Sabbatini²

1 ENGENHARIA DE PETRÓLEO: DEFINIÇÕES E DELIMITAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O estudo da indústria de fornecedores de equipamentos e serviços para a indústria petrolífera (IP) e a indústria parapetrolífera (IPP),³ deve partir do reconhecimento das dimensões heterogêneas que envolvem seus setores e subsetores. Essa heterogeneidade se manifesta tanto em termos dos produtos e mercados, dadas as dimensões da cadeia produtiva e multiplicidades de tecnologias utilizadas, quanto em termos das características dos agentes, significativamente distintos em termos de porte, capacitações e recursos. Estas distintas combinações possíveis de fatores internos e externos às empresas condicionam suas possibilidades de atuação e moldam estratégias distintas para sua inserção setorial.

Tendo em vista as características supracitadas, um estudo que aborde qualquer dos setores da IPP deverá buscar, deste modo, os elementos que distinguem as múltiplas dinâmicas competitivas, tanto em termos internacionais quanto nacionais, mas também as tendências fundamentais para compreensão dos padrões de concorrência, nas regularidades e elementos indispensáveis para elaboração de estratégias de atuação, tanto privadas, para obtenção de lucros no setor, quanto públicas, para atingir objetivos escolhidos pela política industrial.

Para um estudo acerca das empresas que exercem atividades relacionadas à engenharia de petróleo, as considerações acima são igualmente imprescindíveis. Deste modo, a primeira parte deste capítulo pretende caminhar em direção à caracterização das empresas de engenharia e suas diferentes formas de inserção setorial, bem como as tendências históricas fundamentais que envolvem a dinâmica de concorrência e os padrões que balizam a atuação nos seus mercados mais relevantes.

1. Consultor da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI).

2. Consultor da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI).

3. O termo "indústria parapetrolífera" é utilizado para compreender os diversos setores e segmentos que atuam como fornecedores de materiais, equipamentos e serviços à indústria petrolífera, em seus diversos elos da cadeia produtiva.

Um passo inicial para a investigação proposta é justamente mapear o que de fato são os mercados de engenharia de petróleo. Essa tentativa, contudo, mais do que a compreensão dos distintos campos de conhecimento ou aplicações de engenharia na indústria petrolífera, que perfazem mercados para profissionais da área, demanda a identificação de quais destes campos perfazem campos de atuação efetivos para *empresas de engenharia*.

A mediação entre estas duas dimensões, como em toda a indústria parapetrolífera, prioritariamente depende das estratégias da indústria petrolífera, de suas especificidades regionais, incluindo instituições, e da forma como estas estratégias da IP estruturam e caracterizam redes de aprendizado e relacionamento intersetorial.

O relacionamento intersetorial entre empresas da cadeia petrolífera em seu sentido amplo⁴ caracteriza-se, *grosso modo*, pelo perfil e volume de contratos, pela estruturação e responsabilidades nas redes de aprendizado, responsáveis pelo desenvolvimento de tecnologias e capacitações entre empresas, e também pela formação e consolidação de relações extramercado entre as empresas, das quais merecem destaque as relações de confiança.

As relações intersetoriais se desenvolvem e consolidam ao longo da evolução das mais distintas parcerias, em um mercado no qual os riscos econômicos e ambientais são estruturalmente relevantes para a indústria, a evolução tecnológica demanda compatibilização de inúmeras capacitações e recursos e a operação de *players* relevantes se dá simultaneamente em diversas províncias petrolíferas ao redor do mundo. Em outras palavras, as redes de relacionamento intersetorial determinam a existência e dimensão dos mercados, as capacitações exigidas de seus participantes, o grau de internacionalização e a velocidade e direção do progresso técnico.

A formação destas redes está, em primeira instância, ligada às estratégias da IP. Alguns fatores explicam essa determinação. Em primeiro lugar, o poder e o porte econômico das grandes empresas de petróleo definem o volume das transações de mercado, bem como sua distribuição geográfica. Em segundo lugar, as empresas de petróleo possuem uma capacidade única de lidar com a amplitude das estratégias de expansão de atividades na indústria petrolífera (em termos de mercados e tecnologia), que evoluem em trajetórias tecnológicas distintas, porém interdependentes, seguindo paradigmas tecnológicos complementares. Assim, o sucesso destas atividades

4. Que inclui, portanto, empresas petrolíferas e parapetrolíferas.

e a formação destas redes intersetoriais, depende diretamente das estratégias de investimento das empresas petrolíferas.⁵

Essas estratégias, por seu turno, partem da análise das capacitações existentes internamente às empresas e externamente à elas, bem como das expectativas de ganhos na indústria petrolífera e de desenvolver tais capacitações em cada um desses contextos (econômico, político e geográfico). Deste modo, dados os objetivos e possibilidades para seus investimentos, as estratégias de gasto da IP formam as redes de relacionamento intersetorial e influenciam, decisivamente, nas morfologias dos distintos de mercados de engenharia em cada uma das distintas províncias petrolíferas.

Partindo dos pressupostos supracitados, esta primeira seção pretende iluminar alguns pontos cruciais: *i*) quais os fundamentos dos nexos em rede na cadeia e a importância para a engenharia de petróleo; *ii*) o que se pode denominar “mercado de engenharia de petróleo” e suas especificidades regionais; *iii*) quais as características do que será denominado “perfil competitivo” das empresas de engenharia, baseados nas duas dimensões anteriores e nas estratégias de inserção setorial.

A segunda seção deste capítulo se dedica à evolução recente e desafios da engenharia de petróleo no Brasil. A partir da análise das transformações recentes na indústria nacional e das perspectivas de médio e longo prazo, são elencadas dimensões de avanços importantes já trilhados, bem como desafios indispensáveis para inserção competitiva das empresas nacionais.

Cabe ressaltar que, a despeito dos referidos esforços de caracterização, a ampla heterogeneidade das empresas e a inexistência de informações detalhadas e específicas para cada um dos mercados exigem compatibilização de múltiplas fontes de informação. Assim, para todo o estudo serão utilizadas fontes de informações quantitativas, bem como outras de caráter qualitativo, compostas por trabalhos técnicos da área, análises e reportagens de revistas especializadas e entrevistas com contratantes e empresas ofertantes de serviços de engenharia. De qualquer modo, trata-se de um avanço importante para a caracterização deste segmento da indústria

5. A indústria de fornecedores é composta por inúmeras empresas, muitas delas diversificadas em termos setoriais, mas em nenhum caso comportam todo o leque de tecnologias relevantes para uma cadeia complexa, que envolve sísmica e exploração de novos campos, desenvolvimento de poços, produção de petróleo (inúmeras atividades ligadas a este processo), transporte dos hidrocarbonetos produzidos, tratamento ou refino dos mesmos, distribuição e manutenção desta estrutura ao longo do tempo.

O único agente capaz de compatibilizar a lógica de expansão destas atividades, compreender os impactos e a interdependência entre cada uma delas e, por fim, planejar a integração e compatibilização de agentes e tecnologias disponíveis é a indústria petrolífera. Por esse motivo, suas estratégias de investimentos são definidoras não somente da dimensão de mercado (volume e perfil dos contratos), mas também dos paradigmas tecnológicos, dos desafios a serem resolvidos e, portanto, determinantes fundamentais na constituição e trajetória dos regimes tecnológicos. Cabe destacar, adicionalmente, que nos segmentos em que a fronteira tecnológica apresenta evolução mais rápida e que determinam as capacitações imprescindíveis para expansão da indústria, o envolvimento da indústria petrolífera na constituição dos programas de P&D é sempre relevante.

parapetrolífera, viabilizando novas abordagens para a política de fortalecimento da cadeia de fornecedores de petróleo no país e ensejando indispensáveis novos estudos na área.

1.1 Engenharia e engenheiros de petróleo: características e funções

A indústria petrolífera se caracteriza por uma sucessão de atividades significativamente distintas. Estas atividades combinam inúmeras capacitações, serviços e equipamentos com diferentes bases tecnológicas e graus de maturidade, atuando desde a descoberta de um poço de petróleo à venda final de combustíveis.

Grosso modo, a indústria petrolífera se caracteriza por dois grandes conjuntos de atividades, agrupados sobre as nomenclaturas “operações *upstream*” e “operações *downstream*”.

O primeiro conjunto (*upstream*) envolve as atividades de Exploração e Produção (E&P) que são, de maneira sintética, as operações transcorridas desde as análises sísmicas para identificação de possíveis reservas de petróleo e gás natural, passando pelas atividades de perfuração de poços, sua compleção⁶ e, por fim, a etapa de produção, com construção e instalação de infraestruturas adequadas para sua execução.

As etapas subsequentes, que passam pelo transporte,⁷ refino e distribuição de derivados, são denominadas “*downstream*” no jargão da indústria petrolífera. A execução destas operações envolve inúmeras possibilidades de equipamentos, desafios geográficos e especificidades relativas ao perfil do petróleo processado e derivados desejados como produto.

Tanto nas operações do *upstream*, quanto nas atividades do *downstream*, a necessidade de engenheiros é bastante ampla e diversificada. Assim, o campo de atuação de engenheiros de petróleo é bastante vasto. Ainda assim, nos segmentos em E&P, a dinâmica tecnológica das últimas décadas tem sido mais intensa. A busca pela superação de fronteiras geológicas e geográficas impôs um frequente deslocamento das fronteiras tecnológicas. Mesmo marcada pelo aperfeiçoamento dos processos de refino, pelas mudanças na qualidade dos derivados, ou ainda por avanços de técnicas de transporte de GNL, pode-se descrever a etapa *downstream*, *grosso modo*, como de relativa maturidade tecnológica em relação aos segmentos *upstream*.

6. Esta etapa envolve um conjunto de operações subsequentes à perfuração e tem como objetivo equipar o poço com componentes e equipamentos que permitam iniciar a produção de petróleo. Entre as operações empreendidas, destacam-se a instalação de cabeças de poço e *Blow Out Preventers* (BOP), condicionamento do revestimento de produção, canhoneio, testes de avaliação do poço (formação do poço, produção, pressão e medição da produção), posicionamento da coluna de produção e instalação da árvore de natal.

7. Alguns trabalhos chamam as etapas entre a produção e refino de *midstream*.

Levando em conta somente as etapas de E&P, a atividade de engenharia acompanha a realização de atividades associadas à sísmica, à exploração, ao desenvolvimento, à produção (*onshore, offshore, subsea*), à logística de transporte de fluidos e gases (desde a cabeça de poço até as unidades de processamento e refino) e à logística de operações, especialmente quando se tratam de campos *offshore* distantes da costa.

Segundo o *Bureau of Labor Statistics* (BLS),⁸ o engenheiro de petróleo tipicamente exerce as funções de:

- desenvolver o planejamento para exploração, perfuração de poços e para extração dessas reservas;
- viabilizar, por meio de equipamentos adequadamente projetados, a conexão de depósitos de petróleo e gás a um ou diversos poços;
- garantir que os poços, seus testes e relatórios estejam finalizados e avaliados;
- *design* de equipamentos para extrair petróleo e gás da maneira mais lucrativa;
- assegurar-se que os equipamentos de exploração e produção estejam instalados, operando, e adequadamente supervisionados;
- desenvolver mecanismos para ampliar a capacidade de recuperação de reservas.

A definição apresentada pelo BLS é pouco abrangente e subestima a necessidade de engenheiros para inúmeras atividades, além das evidentes ausências relativas às tarefas de elaboração de projetos para toda a logística de estruturas de produção *offshore*, especialmente submarinas, bem como a logística de transporte, de garantia de fluxo, de manutenção de estruturas e diversas outras atividades, ou mesmo da própria engenharia de equipamentos e procedimentos operacionais associados.

Além disso, de maneira geral, o desenvolvimento dessas atividades envolve intenso relacionamento com geólogos, químicos, entre outros cientistas e técnicos especialistas, de modo a identificar melhores técnicas e equipamentos para exploração, produção e máxima recuperação de reservatórios de petróleo e gás. Estas atividades, portanto, estão intimamente ligadas tanto ao planejamento das diversas operações na atividade petrolífera, diretamente associados às capacitações das empresas de petróleo, quanto às atividades de engenharia e desenvolvimento de equipamentos e serviços operacionais, tipicamente realizados por empresas parapetrolíferas. Essa necessidade de articular esses vários conhecimentos, em geral,

8. US Department of Labor. Disponível em: <<http://www.bls.gov/ooh/architecture-and-engineering/petroleum-engineers.htm#tab-2>>. Acesso em: setembro de 2012.

cabe ao planejamento da IP, que coordena redes de aprendizado e desenvolvimento tecnológico que dão base conceitual aos projetos de engenharia *strictu sensu*.

Em relação aos projetos de engenharia de petróleo, assim como em outros segmentos de engenharia, alguns estágios clássicos devem ser apresentados para identificar tarefas e fases distintas em sua elaboração e execução. Uma segmentação bastante usual destes projetos apresenta, como etapas fundamentais (Pestana e Espírito Santo, 2011): o projeto conceitual; o projeto básico; a engenharia de detalhamento (ou projeto executivo); e a engenharia de gerenciamento (associada a suprimentos e construção).

A elaboração do *projeto conceitual* pode ser caracterizada como primeiro passo na elaboração de um projeto de engenharia de petróleo. A identificação das características fundamentais do empreendimento, incluindo aspectos mais gerais, relativos à empresa e perspectivas de rentabilidade com sua realização, são incluídas nesta fase. Também são averiguadas tecnologias disponíveis/desejáveis e estratégias de implantação. Em alguns casos, autorizações e relatórios de impacto ambiental também são necessários. No projeto conceitual, por fim, também são realizados estudos de pré-viabilidade que, em alguns casos, envolvem plantas-piloto.

O *projeto básico* é a etapa subsequente. Nesta fase são apresentados os principais elementos técnicos do projeto, as especificações dos equipamentos e o modo como cada um destes componentes funcionarão durante a operação do sistema. As escolhas do projeto básico delimitam, portanto, os tipos de equipamento a serem utilizados e são, *grosso modo*, os primeiros determinantes para as relações com fornecedores de insumos, componentes, serviços e equipamentos para o sistema em questão. O projeto básico é peça fundamental na análise da viabilidade de um projeto, pois permite posterior identificação de desafios econômicos e tecnológicos básicos deste.

A partir dessa etapa, já podem ser realizados projetos de pré-detalhamento, com mapeamento de fornecedores e estimativas iniciais de custos. Na etapa de pré-detalhamento, também podem ser apontadas eventuais inconsistências técnicas ou econômicas do projeto básico (que nesse caso deveria ser refeito) e permite que as fases posteriores de detalhamento, suprimentos e execução ocorram com maior previsibilidade de riscos, tempo de execução e custo final. No Brasil, esta etapa é denominada Feed (*Front-End Engineering Design*) e dá base à elaboração de contratos para fases subsequentes. Internacionalmente, a nomenclatura Feed representa mais etapas, e é utilizada para todos os estágios entre os estudos de pré-viabilidade e o próprio projeto pré-executivo, incorporando, portanto, todo o projeto básico (West, 2011).

As fases de detalhamento ou projeto executivo correspondem a um aprofundamento da caracterização de cada componente, serviço e equipamento do projeto básico, de modo que este possa ser efetivamente executado. Nesta fase, também é

elaborado um planejamento das operações de contratação, suprimentos, fabricação e prestação de serviços. Dado o grau de detalhamento, esta etapa envolve grande número de engenheiros responsáveis, tão maior quanto o número de especificações e de disciplinas técnicas⁹ demandadas. Envolve, também, constante troca de documentações e, em muitos casos, é a etapa mais demorada antes da montagem final.

As etapas finais, de suprimento, fabricação e montagem, envolvem capacitações de engenharia de gestão. A eficiência no processo de contratação, de organização de equipes, de serviços terceirizados e de controle de riscos associados a projetos de elevada complexidade e valor tornam esta etapa um importante diferencial nos projetos de engenharia de petróleo. No Brasil, considera-se EPC (*Engineering, Procurement and Construction*) as etapas compreendidas neste último estágio e, em alguns casos, engenharia de detalhamento. Internacionalmente, entretanto, o EPC também pode envolver todas as etapas, desde o projeto básico de engenharia.

Definidas as demandas de serviços de engenharia segundo etapas da cadeia produtiva e segundo etapas do próprio projeto de engenharia, apresenta-se um escopo de possibilidades de atuação bastante abrangente para profissionais de engenharia de petróleo. Contudo, a definição efetiva dos mercados depende das decisões de internalização das empresas petrolíferas, das atividades de engenharia a serem executadas internamente e, portanto, de quais atividades serão executadas por terceiros, por empresas de engenharia.

A decisão de maior ou menor terceirização de serviços de engenharia, *grosso modo*, depende das percepções da empresa petrolífera acerca dos riscos das operações de mercado e de suas capacitações internas para executá-lo. Os trabalhos de Williamson (2003) oferecem uma referência importante para o tratamento dos custos relativos às transações de mercado e aos contratos. De maneira sintética, este autor argumenta que quanto maior a frequência de determinado contrato, maior a incerteza em relação ao desempenho e comportamento dos agentes, e quanto maior a especificidade dos ativos envolvidos, maiores os custos de transação. Menos importante do que mensurar estes custos – o que seria inclusive um equívoco – a abordagem de Williamson propõe que as empresas deverão manter determinadas operações internamente a elas se considerarem os custos de transação e, portanto, os riscos de executarem tais atividades com terceiros, muito elevados em comparação aos custos de efetuar tais operações internamente.

No mercado de engenharia de petróleo, entre as três variáveis apresentadas por Williamson para compreender as decisões da empresa, as mais importantes, certamente, são a especificidade dos ativos envolvidos e a incerteza, dado que os projetos de engenharia, ainda que similares, são contratos únicos.

9. Alguns exemplos são: estrutura; processo; mecânica; tubulação; elétrica; instrumentação e automação; HSE (*Health, Safety and Environmental*); arquitetura; entre outras diversas opções, dependendo do projeto a ser executado.

Ainda que as redes de aprendizado sejam instrumentos fundamentais para a expansão da tecnologia na indústria petrolífera, a manutenção de capacitações tecnológicas diferenciadas dentro das empresas de petróleo configura-se como uma vantagem competitiva importante para um conjunto de empresas líderes, especialmente para grandes *majors* e algumas empresas mistas, como a Petrobras e a Statoil, apenas para citar alguns exemplos.

Esse conhecimento, que se manifesta diretamente nos projetos conceituais e também nos projetos básicos, especialmente em empreendimentos direcionados às fronteiras tecnológicas da indústria, pode ser considerado um ativo específico, cujo controle deve ser mantido internamente à empresa petrolífera.

Com a decisão de manter esse controle e a fuga das incertezas associadas a um contrato estratégico com terceiros, indica para relações de mercado baseadas em “externalização” de atividades menor intensidade de conhecimento tecnológico e, portanto, para serviços menos estratégicos ou mais operacionais, nos quais a empresa petrolífera possui menor capacitação e interesse: projetos de detalhamento, suprimentos, execução de obras, serviços e fabricação de equipamentos.

Na mesma linha de raciocínio, levanto em conta as questões abordadas na subseção introdutória deste capítulo, as empresas envolvidas nas redes de aprendizado, bem posicionadas no relacionamento intersetorial com empresas petrolíferas, dado o histórico de relacionamento bem-sucedido, as capacitações acumuladas ao longo desta histórias e as próprias relações de confiança na cadeia, possuem vantagens competitivas inequívocas quando projetos conceituais e básicos são contratados a empresas de engenharia.

Dos últimos parágrafos se depreende a seguinte caracterização: o mercado de engenharia é bastante amplo, mas possui dinâmicas diferentes. A elaboração de projetos conceitual e básico, especialmente em segmentos da cadeia/empreendimentos mais próximos da fronteira tecnológica, trata-se de mercado com elevadas barreiras à entrada, associadas ao posicionamento privilegiado em redes de relacionamento intersetorial e relações de confiança. As etapas de mercado posteriores ao detalhamento configuram um mercado importante, porém menos estratégico e com menores barreiras à entrada, configurando uma enorme oportunidade para empresas de engenharia, construção e montagem.

Uma segunda derivação dos pressupostos explicitados diz respeito às diferenças regionais no perfil dos mercados de engenharia. Como apontado, as estratégias de empresas petrolíferas são os determinantes primários do perfil e volume dos mercados de engenharia. Assim, perfis diferentes de empresas e institucionalidade distintas (regulamentação e política industrial) alteram o perfil dos mercados em cada província petrolífera. Regiões em que a presença de empresas com maior capacitação tecnológica e em engenharia sejam marcantes, o mercado tenderá a ter

peso maior em construção e montagem. O inverso também é válido para províncias em que a presença de empresas com menor capacitação tecnológica seja marcante. Nestes casos, as encomendas de serviços de engenharia tendem a avançar para as etapas iniciais, incluindo projeto básico.

Obviamente, políticas públicas interferem nas decisões das empresas petrolíferas concessionárias, seja por meio da regulação, seja por meio de mecanismos de política industrial e estímulo às empresas locais ou instaladas no país. Contudo, certamente podem configurar conflitos de interesse com empresas petrolíferas, que se veriam forçadas a alterar suas estratégias, calcadas em cálculos de eficiência e seus interesses privados.

De maneira geral, mesmo em províncias e segmentos em que a demanda por projeto básico para empresas de engenharia seja relevante ou se eleve em determinados períodos, permanece válido o argumento de que empresas já posicionadas no relacionamento intersetorial da indústria, estabelecidas e com histórico de sucesso internacional, apresentam vantagens competitivas extremamente importantes para ocupar novos mercados.

Esta subseção apresentou algumas das características que diferenciam a necessidade de serviços de engenharia e os mercados de engenharia na indústria petrolífera. Diferencia os mercados de engenharia segundo suas dinâmicas de concorrência distinta, evidenciando as fontes fundamentais das barreiras à entrada. A subseção 1.2 avança para a compreensão dos elementos centrais na compreensão das estratégias de empresas parapetrolíferas, identificando pontos-chave para a inserção setorial de empresas de engenharia. Esta discussão dá base para a seção posterior, que mapeia o setor de engenharia de petróleo no mundo, identificando as características das empresas líderes, bem-sucedidas nas redes de relacionamento intersetorial e, por este motivo, consideradas o “perfil competitivo”, a referência para análise dos grupos brasileiros e para proposição de política industrial.

1.2 Evolução contemporânea nas estratégias da IPP e as empresas de engenharia de petróleo

A indústria parapetrolífera, composta pelo conjunto de setores fornecedores de equipamentos e serviços para a indústria de petróleo e gás, possui um vasto conjunto de setores com bases tecnológicas distintas, operando e ofertando produtos com distintos graus de maturidade, por empresas com porte econômico e internacionalização distintos.

Trata-se, como já apresentado, de um conjunto de setores em que o poder do cliente final, a indústria petrolífera, manifesta-se do ponto de vista da determinação do tamanho e distribuição dos mercados, mas também dos paradigmas e regimes tecnológicos.

Em linhas gerais, as estratégias de inserção setorial de empresas parapetrolíferas, desde o início do século XX, passa por dois grandes eixos:

- 1) Um processo de concentração e ampliação do porte econômico dos grupos, que ocorre por meio de crescimento orgânico, mas tem, nas fusões e aquisições, sua faceta mais recorrente.
- 2) Busca por participação ativa nas redes de aprendizado, especialmente após a segunda metade do século XX. Essa estratégia ocorre por meio da participação nos diversos projetos e parceria tecnológicos, desenvolvendo e se apropriando de capacitações e recursos indispensáveis para o avanço da indústria petrolífera (ativos específicos).

Ambas as estratégias, que em geral acontecem de maneira combinada, permitem uma inserção setorial mais vantajosa, oferecendo maior poder de negociação com a indústria petrolífera, estabilidade de receitas e proteção contra entrada de rivais.

Ainda que esse movimento seja estrutural e tenha ocorrido desde os primórdios da indústria, os anos que sucedem a década de 1970 apontam para transformações importantes na estrutura de organização da IPP e nas estratégias predominantes.

Em primeiro lugar, se intensificam as fusões e aquisições, dando origem a grupos de porte econômico bastante superior às empresas fornecedoras especializadas tradicionais, ao mesmo tempo em que parte das divisões de equipamentos de petróleo de grupos diversificados, com atuação em outras indústrias, se separam para adotar estratégias independentes em óleo e gás.

Além desse movimento de concentração e cisão de grupos para formação de empresas direcionadas para a indústria petrolífera, estas mesmas estratégias dão origem a um segundo movimento; formam-se e consolidam-se grupos bastante diversificados na indústria parapetrolífera, que fabricam equipamentos, mas também ofertam cada vez mais serviços complementares. Regularmente, a integração entre capacidade de produzir e de ofertar serviços passa a se tornar uma estratégia bastante comum. Na virada para os anos 1980, a própria atividade de realizar montagem de equipamentos e ofertar “pacotes completos” e, na década subsequente, os serviços de instalação e manutenção (*full life cycle*), recebem um enorme impulso a partir da apropriação de capacitações típicas da indústria naval, como atestam estudos sobre o período (Bjørnstad, 2009).

Parte das estratégias de diversificação dá origem ao que se pode denominar “parapetrolíferas integradas”. Esse conjunto de empresas fornecedoras caracteriza-se pela diversificação, com um escopo de serviços e fabricação de equipamentos mais diversificado, e torna-se capaz de atender diversas demandas distintas de seus clientes, coordenar processos de aquisição de outros fornecedores e, em alguns

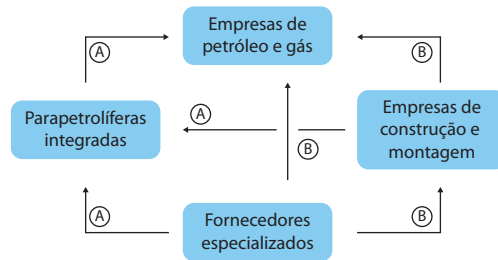
casos, operar estruturas da indústria petrolífera sob contrato de concessionários (Iooty, 2004; Ruas, 2012).

Em geral, de maneiras distintas, estas empresas agregam: *i*) capacitações de fornecedores especializados, com seu conhecimento tecnológico aprofundado sobre determinados equipamentos ou serviços; *ii*) capacitações de EPC em seu sentido amplo, envolvendo capacitações relativas a suprimentos e gestão de construção de pacotes completos; ou, ainda, *iii*) parte dos conhecimentos de instalações, operação e manutenção de estruturas da indústria petrolífera.

Essas empresas, que no final dos anos 2000 faturavam cifras superiores a US\$ 10 bilhões, passaram a assumir posição favorável para negociação na cadeia produtiva, notavelmente com grupos petrolíferos menores, menos capacitados tecnologicamente, mas também com outros fornecedores coordenando atividades internas à cadeia.

FIGURA 1

Rede de relacionamentos de mercado entre empresas na cadeia petrolífera e parapetrolífera



Fonte: Ruas (2012).
Elaboração dos autores.

Sobre a coordenação da cadeia produtiva, a figura 1 oferece um esquema síntese da rede de relacionamentos de mercado na cadeia petrolífera em seu sentido amplo. Como descreve Iooty (2004), o período posterior ao contrachoque de preços de petróleo, em 1985, conduziu a indústria petrolífera para um padrão de contratação, com crescente peso na terceirização de atividades, inclusive de pesquisa e desenvolvimento. Ganha espaço o tipo de relacionamento do perfil descrito pela letra “A” na figura 1, em que as grandes empresas parapetrolíferas comandam a rede de relacionamentos com demais fornecedores, sob a égide dos contratos com empresas de petróleo.

É verdade, como descreve Ruas (2012), que os anos 2000, com seu movimento de elevação de preços e de reação estratégica de grupos de fornecedores especializados, promoveu uma relativa queda da terceirização de empresas petrolíferas e uma tendência de crescimento de alguns fluxos de tipo “B”. Mas, como descreve este mesmo estudo, tal movimento somente se tornou possível pelo crescimento de

parte dos fornecedores especializados, que seguem alguns passos similares ao de parapatrolíferas integradas. Esta estratégia também envolveu movimento de concentração e diversificação de atividades complementares, seja ofertando equipamentos de mesma base tecnológica, seja operando como integradores parciais em pequenos pacotes de EPC, seja ofertando serviços de instalação, manutenção e suporte. Regularmente, todos os *players* vitoriosos neste processo agregam novas capacidades tecnológicas-chave, participando de redes de aprendizado da indústria, mas também ampliam sobremaneira sua estratégia de crescimento orgânico e de fusões e aquisições, internacionalizando suas atividades.

Esse último movimento é a terceira grande marca do período recente. Além da diversificação estratégica, do crescimento via fusões e aquisições, a internacionalização das atividades se tornou indispensável para qualquer empresa competitiva na indústria petrolífera. Esse movimento é resultado do próprio processo de fusões e aquisições, mas também de transformações nos investimentos e comércio internacional nas últimas décadas. Os marcos regulatórios tornaram-se menos restritivos em algumas províncias, ao mesmo tempo em que empresas estatais, parte delas com capacidades tecnológicas inferiores àquelas das *majors*, ganham espaço no volume de contratos. Além disso, cabe citar o crescimento substancial nos investimentos em E&P após a elevação do patamar de preços de petróleo que saem da casa dos U\$ 20 dólares, na virada para os anos 2000, para mais de U\$ 100 dólares nos anos finais, exceto no imediato pós-Crise, no final de 2008 e início de 2009.

Esse amplo movimento da indústria parapatrolífera ao longo das últimas décadas também encontra suas dimensões dentro das empresas de engenharia de petróleo.

A tendência geral pela oferta de pacotes completos, impulsionada desde meados dos anos 1970, promove a ascensão de contratos EPC como soluções estratégicas para “pequenos pacotes”, mas também para projetos de maior porte. Após o contrachoque de preços de 1985, a utilização deste tipo de contrato tornou-se cada vez mais importante dentro da indústria, pois permitiam transferir riscos de preço e prazo para *contractors* em um momento de intensa busca por redução de custos (Iooty, 2004; Loots, P. e Henchie, 2007).

O movimento de empresas de construção e montagem bem-sucedidas nesse novo conjunto de contratos foi direcionado à diversificação, seja em direção às etapas de engenharia básica, seja em direção a serviços de instalação (EPCI – *Engineering, Procurement, Construction and Installation*), operação ou manutenção ou, ainda, na fabricação de equipamentos e tecnologias utilizadas nestes grandes projetos.

Por este motivo, deve ser ressaltada a dificuldade para se definir um conceito ou perfil de inserção setorial único para descrever o que seriam as empresas de engenharia de petróleo. De maneira genérica, seriam grupos de empresas que possuem uma base de engenharia, seja ligada às etapas posteriores à engenharia de

detalhamento, seja ligada a projeto conceitual e básico, ou ambos, mas que também podem atuar em outros mercados parapetrolíferos afeitos.

Em relação às etapas de um projeto de engenharia, contudo, vale notar que os grupos mais competitivos no mercado global passam a executar atividades completas, desde o projeto conceitual até a entrega final (*turn key contracts*), controlando desde a propriedade dos projetos em mercados-chave (como boa parte dos segmentos da indústria *offshore*, por exemplo), até parte das redes de relacionamento dentro da indústria parapetrolífera, pois passaram a definir perfil de equipamentos e serviços a serem subcontratados e fornecedores prioritários.

Essa diversificação, que acompanha vigoroso processo de internacionalização, cumpre papel fundamental nas estratégias de liderança de longo prazo destes grupos. Há de se recordar uma especificidade central para o mercado de engenharia como um todo: a execução de suas atividades mais criativas e dinâmicas exige um corpo de funcionários extremamente qualificado e que, portanto, representa custos fixos elevados. A manutenção destes recursos humanos e destas capacitações, deste modo, depende de relativa estabilidade de demanda por projetos (Sabbatini, 2011). Assim, de maneira similar aos movimentos gerais descritos para a indústria parapetrolífera, as estratégias vitoriosas de empresas de engenharia de petróleo, por permitir indispensável estabilidade de receitas, passaram por: *i*) diversificação de mercados de atuação (setoriais e geográficos); *ii*) diversificação de consumidores; e *iii*) concentração setorial.

O reaquecimento dos investimentos na indústria petrolífera, após a virada para os anos 2000, somado à evolução das estratégias supracitadas, trouxe consigo tendências complementares.

Em primeiro lugar, multiplicam-se os grandes projetos da indústria, bem como sua complexidade, especialmente em E&P. As empresas de engenharia que acumularam capacitações e foram bem-sucedidas nas estratégias de diversificação e concentração (durante os anos 1980/1990), ganham ainda mais poder, graças à enorme demanda por seus serviços. Este processo se reflete: *i*) em elevação de preços para realização de projetos EPC; e *ii*) na adoção de novas formas contratuais que retiram destas empresas parte ou totalidade dos riscos relativos à preços e tempo de execução da obra.

Assim, como descrevem Loots e Henchie (2007), são fortalecidas atividades de EPCM (*Engineering, Procurement and Construction Management*) em que a grande empresa de engenharia (*contractor*) torna-se responsável pelo projeto conceitual e básico e suporte, junto ao contratante, da gestão de operações e suprimento, mantendo outras empresas como responsáveis pela fabricação e montagem. Na indústria parapetrolífera, os agentes que preferencialmente assumem esta posição, são aqueles já consolidados, com propriedade de tecnologias e projetos “consagrados” (*proven technologies*) e dotados de *status* de empresas confiáveis, seja para seus parceiros tradicionais, seja para empresas de petróleo que buscam estes serviços no mercado.

Esse novo ambiente também permite o ingresso de novas empresas no setor, especialmente em segmentos de montagem, pressionados pela demanda. Ainda assim, tratam-se de grupos pouco internacionalizados, com baixa escala de operações, menor competitividade e que atuam em mercados com maior volatilidade e mortalidade de empresas. Em muitos casos, tais segmentos ficam dependentes de políticas de conteúdo local, mantendo sua operação e desempenho dependentes de grandes empresas parapetrolíferas internacionais ou petrolíferas operadoras em suas províncias.

Outro conjunto de entrantes com perfil mais dinâmico tem por característica a associação de capacitações em engenharia e serviços e/ou produtos. Operando em nichos de mercado, adquirem ativos específicos e estabilidade contratual em algumas províncias. Contudo, este sucesso os credencia a potenciais alvos de aquisição de grandes parapetrolíferas.

Esta subseção buscou apresentar as principais transformações na cadeia de fornecedores de petróleo e gás ao longo das últimas décadas, caracterizando a evolução da dinâmica de concorrência em segmentos de engenharia de petróleo que afetam as condições de competitividade de *players* locais. Partindo destes pressupostos gerais, a subseção seguinte apresenta alguns dos *players* líderes, caracterizando-os e permitindo a consolidação do que se denominará “perfil competitivo”, a ser comparado com *players* brasileiros, na segunda seção do estudo.

1.3 Engenharia de petróleo: grandes empresas e trajetórias

Como apresentado na subseção anterior, somente é possível definir o perfil de empresas de engenharia de petróleo de maneira abrangente a partir de informações genéricas. São inúmeros os segmentos passíveis de atuação de empresas de base de engenharia para operações de pesquisa e desenvolvimento, fabricação de equipamentos, instalação e manutenção ou, ainda, suprimentos, gestão e montagem, seja nas áreas de E&P, seja em transporte e refino.

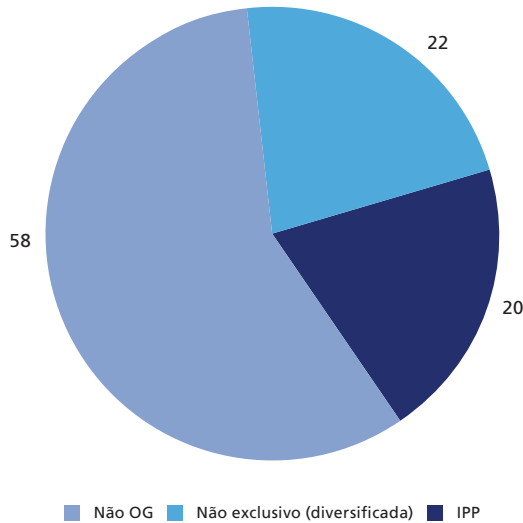
Uma das possibilidades para identificar as empresas de engenharia com vistas a mapear seu perfil é analisar *rankings* de grandes empresas de engenharia. A Revista ENR produz, anualmente, esta classificação de empresas, separando-as como *contractors* ou *design firms*. Ainda que a metodologia de classificação não seja claramente apresentada, o primeiro grupo se caracteriza por operações ou gestão de contratos de EPC, enquanto o segundo, em tese, se associa à engenharia de projeto (*design*).

Analisando o *ranking* global de *contractors* de 2012 (faturamento de 2011), sobressaem-se, entre os cinquenta maiores, as empresas de construção ligadas à construção civil e infraestrutura, especialmente dos setores de transporte e telecomunicações. Entre as vinte primeiras, apenas duas possuem alguma atuação em petróleo e gás, ainda assim como parte de uma estratégia diversificada, que inclui

outros segmentos. Entre as cinquenta maiores, apenas sete são típicos fornecedores de petróleo e gás, empresas parapetrolíferas (IPP).

Essa participação cresce quando analisadas as maiores empresas com contratos globais, fora de seu país de origem. O gráfico 1 apresenta o posicionamento dos cinquenta maiores *contractors* segundo faturamento internacional.

GRÁFICO 1
Posicionamento setorial dos cinquenta maiores *contractors* em faturamento internacional (Em %)



Fonte: ENR (2013).
Elaboração dos autores.

Como pode ser observado no gráfico 1, quando apenas as receitas internacionais são computadas, a participação da indústria de petróleo é maior. Entre as empresas deste grupo, 42% possuem atuação no segmento, sendo pouco menos da metade deste grupo empresas tipicamente parapetrolíferas, em que o segmento de petróleo e gás representa o principal destino de suas vendas. Mais representativo desta mudança é o peso entre as vinte maiores. Entre elas, sete possuem atuação em O&G, sendo duas parapetrolíferas.

Uma primeira constatação das informações expostas diz respeito ao maior grau de internacionalização da indústria petrolífera. É verdade que o peso de contratações de empresas nacionais em grandes projetos de infraestrutura é maior (o que explica, também, a hegemonia de chinesas entre o faturamento total e sua menor participação entre as maiores, segundo faturamento internacional). Mas também é certo que no segmento de petróleo e gás, em que controle de tecnologias

e relações de confiança são fatores sensivelmente mais determinantes que em outros mercados, a presença de grupos internacionalizados, com vendas expressivas fora de seus mercados de origem, também assume importância superior.

Parte dessas afirmações podem ser visualizadas na tabela 1. Primeiramente, como pode ser observado, a propriedade de empresas líderes concentra-se em poucos países, com destaque para os EUA, seguido por empresas de engenharia de grandes conglomerados coreanos. Nota-se, excetuando as empresas asiáticas e a Odebrecht, uma parcela sempre superior a 70% das vendas totais localizadas no exterior, um percentual extremamente expressivo de internacionalização. Em relação às empresas parapetrolíferas, aquelas cujo principal mercado de receitas é a indústria de petróleo (ainda que possam existir receitas importantes de outros mercados), um outro dado chama a atenção: retirando os EUA, que possuem quatro representantes no grupo, a França, o Reino Unido, a Itália, o Japão, a Coreia e a China possuem apenas uma empresa cada.

TABELA 1

Empresas líderes¹ de engenharia (*contractors*) com atuação no setor de petróleo e gás: faturamento, internacionalização e posicionamento setorial

<i>Ranking</i> global 2012	<i>Ranking</i> internacional 2012	Empresas de engenharia com atuação em óleo e gás	País	Receita total (US\$ milhões)	Receita internacional (US\$ milhões)	Grau de internacionalização (%)	Inserção setorial
10	5	Bechtel	EUA	25.005,0	16.700,0	66,8	Diversificada
22	6	Saipem	Itália	14.250,8	14.110,1	99,0	IPP
13	7	Fluor Corp.	EUA	18.684,7	13.526,8	72,4	Diversificada
29	11	TECHNIP	França	9.482,0	9.313,0	98,2	IPP
24	13	Construtora Norberto Odebrecht	Brasil	13.286,0	7.351,0	55,3	Diversificada
32	14	Kiewit Corp.	EUA	8.477,0	6.098,4	71,9	Diversificada
33	16	Samsung Engineering Co. Ltd.	Coreia	8.062,3	5.907,3	73,3	Diversificada
37	19	KBR	EUA	7.071,5	5.382,5	76,1	IPP
55	21	Petrofac Ltd.	Reino Unido	5.208,7	5.208,7	100,0	IPP
57	30	JGC Corp.	Japão	4.700,0	3.866,0	82,3	IPP
58	32	Foster Wheeler AG	EUA	4.480,7	3.710,7	82,8	IPP

(Continua)

(Continuação)

Ranking global 2012	Ranking internacional 2012	Empresas de engenharia com atuação em óleo e gás	País	Receita total (US\$ milhões)	Receita internacional (US\$ milhões)	Grau de internacionalização (%)	Inserção setorial
34	33	GS Engineering & Construction Corp.	Coreia	7.645,0	3.300,0	43,2	Diversificada
73	34	Técnicas Reunidas	Espanha	3.657,7	3.253,8	89,0	Diversificada
84	35	McDermott International Inc.	EUA	3.102,0	2.944,0	94,9	IPP
74	36	CB&I	EUA	3.634,7	2.930,4	80,6	IPP
80	37	Maire Tecnimont	Itália	3.187,1	2.876,1	90,2	Diversificada
87	38	Techint Group	Itália	3.031,7	2.875,2	94,8	Diversificada
39	41	Daelim Industrial Co. Ltd.	Coreia	6.592,0	2.704,0	41,0	Diversificada
47	45	SK Engineering & Construction Co. Ltd.	Coreia	5.752,5	2.433,9	42,3	IPP
69	48	China Petroleum Eng'g & Construction Corp.	China	3.891,2	2.230,8	57,3	IPP
43	50	Daewoo E&C Co. Ltd.	Coreia	6.098,4	2.170,9	35,6	Diversificada

Fonte: ENR (2013).Elaboração dos autores.

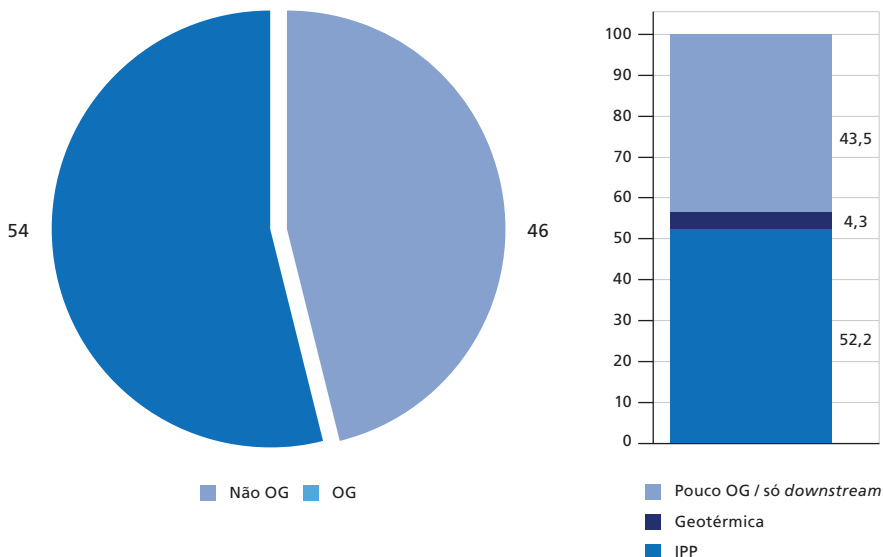
Nota: ¹ Empresas listadas entre as cinquenta maiores no *ranking* de *contractors* da ENR.

De fato, a proeminência da indústria petrolífera americana na história do setor coloca suas empresas parapetrolíferas sempre entre as maiores de qualquer *ranking* do setor (Ruas, 2012). Os demais países quase sempre ingressaram na IPP com políticas de suporte a grupos locais, combinando, de maneira distinta, instrumentos de apoio ao desenvolvimento tecnológico, controle de capital estrangeiro, reserva de mercado, financiamento facilitado e promoção de concentração de capital/formação de grandes empresas nacionais. Em geral, estes mecanismos permitem o surgimento de um ou alguns grandes grupos capazes de ingressar na concorrência setorial, superar as dificuldades desse período inicial e posicionar-se de maneira competitiva na indústria global. No caso das empresas apresentadas na tabela 1, as afirmações permanecem integralmente válidas.

Analisando o *ranking* de empresas de projeto (*design firms*), algumas conclusões adicionais tornam-se possíveis.

GRÁFICO 2

Maiores empresas de projeto (*design firms*) do mundo, segundo receitas de projetos (2011)
(Em %)



Fonte: ENR (2013).

Elaboração dos autores.

Em primeiro lugar, as proporções de empresas sem negócios com a indústria de petróleo e aquelas com pelo menos algum negócio em O&G são bastante similares às apresentadas para *contractors*. Entre os 46% das empresas com negócios em óleo e gás, pouco mais da metade (52,2%) são grupos parapetrolíferos em que a indústria de petróleo é seu principal cliente.

Entre as empresas com atuação em óleo e gás, dois terços possuem capacitações de construção, além daquelas em engenharia. Se forem considerados somente os grupos parapetrolíferos, a proporção é ainda maior: todos fazem suprimentos e montagem. Entre este último grupo, apenas um não pertence à lista de 225 maiores *contractors* do mundo. Estas informações podem ser observadas na tabela 2.

Das análises supracitadas, alguns pontos devem ser destacados. As empresas de engenharia de petróleo fazem parte dos maiores grupos de engenharia, mesmo aquelas com maior grau de especialização na indústria. Além disso, as grandes empresas de engenharia de petróleo são diversificadas em termos de atuação (segmentos da indústria de O&G) e incluem estratégias importantes, desde projeto conceitual, até montagem final. Muitas delas apresentam, além destas capacitações, outras complementares de serviços de instalação, acompanhamento, manutenção, tratamento de informações e suporte a operações em combinações distintas.

Neste grupo de empresas líderes em engenharia de projeto para óleo e gás outras características são destacáveis. Como se observa na tabela 2, a hegemonia americana entre as cinquenta maiores se dá de maneira ainda mais intensa que na lista de *contractors* analisada. Nesta lista, além disso, países em desenvolvimento, mesmo asiáticos, estão ausentes. Além dos EUA, somente o Canadá, o Reino Unido e a Austrália aparecem com mais de uma empresa, enquanto outros países europeus aparecem somente com uma participação (Itália, França, Espanha, Dinamarca e Holanda). Vale destacar que para os grupos canadenses a estratégia em óleo e gás representa, com base em seu faturamento, relevância menor. Se avaliarmos que a Worley Parsons, uma empresa australiana, tornou-se grande no setor, em parte por conta das aquisições de ativos das americanas Worley nos anos 1980, e a Parsons E&C nos anos 2000, o grupo fica ainda mais restrito. Assim, as empresas de engenharia que podem efetivamente ser denominadas “empresas parapetrolíferas”, são originalmente americanas e inglesas, tradicionais *players* petrolíferos, seguidos por uma participação italiana e outra francesa, donos de reconhecidas estratégias de suporte a estes grupos nacionais, inclusive com suporte de suas empresas petrolíferas nacionais.

TABELA 2

Empresas líderes¹ de engenharia de projeto (*design firms*) com atuação no setor de petróleo e gás: faturamento na atividade, capacitações e posicionamento setorial
(Em US\$ milhões)

Posicionamento do ranking global	Empresa	País	Está entre os 225 top contractors?	Capacitações em engenharia ²	Receita design	Inserção setorial
1	Aecom Technology Corp.	EUA	Não	E A	6.875,2	Pouco O&G/só downstream
2	URS Corp.	EUA	Sim	E A C	5.334,0	IPP
3	Jacobs	EUA	Sim	A E C	5.222,7	IPP
4	WorleyParsons Ltd.	Austrália	Sim	E C	4.459,1	IPP
5	Fluor Corp.	EUA	Sim	E C	4.029,4	IPP
6	AMEC Plc.	Reino Unido	Sim	E C	3.935,8	IPP
7	CH2M HILL	EUA	Sim	E A C	3.903,0	Pouco O&G/só downstream
8	Fugro NV	Holanda	Não	G E	3.631,0	IPP/geotécnica
9	SNC-Lavalin International Inc.	Canadá	Sim	E C	3.370,6	Pouco O&G/só downstream
11	Bechtel	EUA	Sim	E C	2.587,0	IPP
14	Atkins	Reino Unido	Não	E A	2.385,1	Pouco O&G/só downstream
15	KBR	EUA	Sim	E C	2.189,6	IPP

(Continua)

(Continuação)

Posicionamento do ranking global	Empresa	País	Está entre os 225 top contractors?	Capacitações em engenharia ²	Receita design	Inserção setorial
18	Hatch Group	Canadá	Não	E	1.726,6	Pouco O&G/só downstream
26	The Shaw Group Inc.	EUA	Sim	E C	1.349,4	IPP
29	Ramboll Group A/S	Dinamarca	Não	E	1.293,3	Pouco O&G/só downstream
30	Golder Associates Corp.	Canadá	Não	E	1.265,4	Pouco O&G/só downstream
31	Técnicas Reunidas	Espanha	Sim	E C	1.242,3	Pouco O&G/Só downstream
36	Saipem	Itália	Sim	E C	1.088,4	IPP
41	GHD Pty Ltd.	Austrália	Não	E	1.004,0	Pouco O&G/só downstream
42	Technip	França	Sim	E C	982,0	IPP
45	Wood Group Mustang	EUA	Não	E C	926,8	IPP
47	CB&I	EUA	Sim	E C	915,9	IPP
49	Cardno Ltd.	Austrália	Não	E	855,8	Pouco O&G/só downstream

Fonte: ENR.

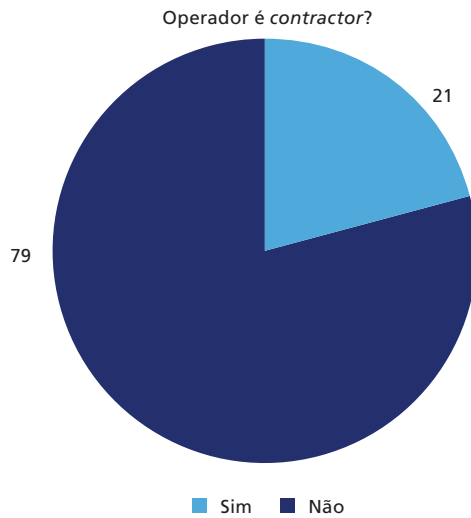
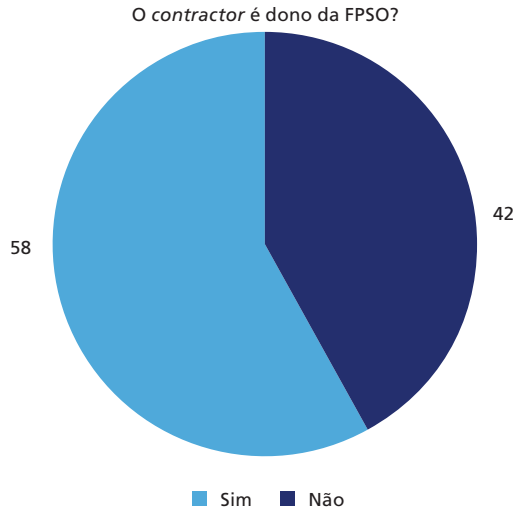
Elaboração dos autores.

Notas: ¹ Empresas listadas entre as cinquenta maiores no ranking de design firms da ENR.² A – Arquitetura; C – Construção; E – Engenharia; G – Geotécnica.

As análises acima corroboram as hipóteses apresentadas nas seções anteriores, ilustrando o mercado de engenharia de projetos como portador de barreiras a entradas maiores que em construção e montagem, o que favorece *players* de províncias pioneiras, ou países com empresas petrolíferas importantes e com políticas para enfrentamento de tais dificuldades. Ainda assim, são empresas que possuem capacitações em construção e montagem, internacionalização avançada e estratégias em mercados complementares.

O gráfico 3 permite uma avaliação adicional sobre esse aspecto. A partir de informações sobre as principais plataformas flutuantes – as do tipo *Floating, Production, Storage and Offloading* (FPSO) – é possível identificar outras atividades executadas por empresas de engenharia.

GRÁFICO 3
Posicionamento de *contractors* de plataformas do tipo FPSO em estratégias complementares (plataformas em operação em 2011)
 (Em %)



Fonte: Offshore Mag.
 Elaboração dos autores.

Os dados analisados representam a totalidade de plataformas FPSO atualmente instaladas (final de 2011) no mundo e contém diversas informações sobre a fabricação e a operação de cada uma delas. Empresas como Modect, Aker, SBM, Bluewater e Prosafé

(BW Offshore) são líderes neste mercado, combinando diferentes formas de articulação entre estratégias de EPCM, incluindo atuação como *contractors* e projeto básico (casco e/ou *topsides*), mas também como donos das plataformas construídas e, em alguns casos, como operadores da estrutura nos campos de produção de óleo e gás.

Os dados apresentados pelo gráfico 3 apresentam as últimas operações de maneira muito clara: 42% das plataformas são de propriedade dos próprios *contractors*¹⁰ e, em 21% dos casos, estas empresas também operam as plataformas. Trata-se de uma estratégia que beneficia os grandes *contractors* com receitas estáveis em contratos que chegam a 15 ou 20 anos, permitindo experiência e aprendizado relativo a capacitações em engenharia de novas plataformas, mas também geram ganhos para empresas de petróleo. Como muitas vezes as empresas petrolíferas fazem contratos vinculados à produção, as parapetrolíferas responsáveis são diretamente penalizadas por atrasos no cronograma de produção e, além disso, mais cautelosas com a relação entre gastos de investimento (construção) e gastos operacionais.

As etapas de construção e integração, no caso destas plataformas flutuantes, vem sendo crescentemente delegadas a outros *players*, como em típicos contratos de EPCM. Ainda que *contractors* como Aker, Saipem, Modec e Mc Dermott também tenham participado da construção de algumas delas, os principais contratados são estaleiros asiáticos, como Samsung, Hyundai, Dalian, Keppel, Jurong, Yantai Raffles e Daewoo. Ainda assim, partes importantes, como o Turret,¹¹ são oferecidas por alguns dos *contractors* (Bluewater e SBM, por exemplo), bem como partes mais complexas dos *topsides* (Aker, por exemplo).

As análises acima reforçam as distinções entre processos mais competitivos em engenharia, nos quais a presença de asiáticos, que trabalham com enormes ganhos de escala e escopo, é mais marcante, e etapas mais sofisticadas de engenharia de projeto e serviços especializados, em que empresas de países desenvolvidos, especialmente próximos a grandes províncias *offshore* ou com políticas de suporte, são líderes com vantagens competitivas associadas ao histórico de operações e projetos bem-sucedidos, conhecimento tecnológico acumulado e operações diversificadas e internacionalizadas em óleo e gás.

As análises apresentadas ao longo desta subseção não são exaustivas em relação ao perfil de empresas com base em engenharia de petróleo. Muitas outras formas de inserção são possíveis, ainda que dificilmente deixam de combinar capacitações em engenharia com serviços e/ou fabricação e montagem. As exceções, em geral, ficam relacionadas a mercados ainda não consolidados, com engenharia e pesquisa dos equipamentos e serviços mais próximos da fronteira tecnológica. Mas, como mostra o estudo de Ruas (2012), tais segmentos tendem a se consolidar conforme tais tecnologias assumem contornos

10. Algumas plataformas não apresentam informações completas sobre propriedade e tudo indica que estes dados estão subestimados. Dados de operadores do setor apontam para cerca de 57% sob controle de *lease contractors*.

11. O Turret é uma estrutura de plataformas flutuante que permite sua rotação. O Turret também é utilizado para ancoragem em alguns tipos de plataformas.

mais estáveis e tornam-se “*proven technologies*”. Neste momento, a concentração destes setores tende a ocorrer e, em muitos casos, grandes grupos parapetrolíferos adquirem tais empresas para seu portfólio de produtos/serviços e mercados de atuação.

Assim, a partir dos pressupostos apresentados, podemos definir, do ponto de vista da inserção setorial, um perfil competitivo de empresa de engenharia de petróleo como sendo aquele em que:

- a) combina capacitações em engenharia (projeto e/ou suprimentos e construção) com outras, que incluem desenvolvimento conceitual de soluções tecnológicas, fabricação de equipamentos, oferta de serviços de instalação e suporte, afretamento de equipamentos e estruturas ou operação de estruturas;
- b) busca por ampliar os mercados de operação; clientes em novas províncias petrolíferas que redundam em forte internacionalização dos grupos líderes;
- c) realiza estratégias ativas de fusões e aquisições, seja para ampliar as capacitações de atuação, seja para promover internacionalização, ou simplesmente para ampliar o *market share* e eliminar concorrentes.

Em geral, como discutido, há um predomínio de grupos americanos na composição deste grupo. Trata-se de um conjunto de empresas que se valeram do pioneirismo de suas províncias petrolíferas, especialmente na área *offshore*, mas também da estabilidade deste mercado ao longo do século XX e da sinergia do sistema industrial-militar e com empresas de engenharia em seus vários segmentos. Outro conjunto importante de empresas são as europeias. Parte delas valeram-se de características similares àquelas encontradas no mercado americano, desde a presença de um relativo pioneirismo que pode ser atribuído à nova etapa da indústria *offshore* que se inicia com as descobertas no Mar do Norte na virada para os anos 1970, mas também pelo grau avançado das estruturas de engenharia destes países. No caso francês, italiano e dos países nórdicos, contudo, foi necessário um suporte estatal mais intenso, com combinações de instrumentos de política para formação de tecnologia nacional, fortalecimento e suporte patrimonial de empresas de capital nacional, vinculação de compras de petrolíferas estatais, financiamento e suporte a processos de internacionalização, além de políticas de conteúdo local, suporte tributário e crédito.

Fora do eixo EUA-Europa, as empresas do Canadá e Austrália assumem destaque entre as empresas líderes em engenharia e que apresentam estratégia em óleo e gás. Nestes casos, as trajetórias são amparadas inicialmente em outros mercados, especialmente mineração, e foram direcionadas ao petróleo e gás a partir de fusões e aquisições nas últimas décadas. Os asiáticos, por fim, ingressam especialmente por meio de seus conglomerados de bens de capital e empresas com atuação no setor naval que, a partir de estratégias de diversificação e consolidação setorial, recentemente tem ingressado de maneira mais sólida em alguns mercados de engenharia de petróleo e gás.

De posse das informações acerca do perfil geral de uma empresa competitiva no setor de engenharia de petróleo, bem como das características e tendências no padrão de concorrência apresentados ao longo da primeira seção deste capítulo, torna-se possível identificar as vantagens e desvantagens competitivas do setor de engenharia de petróleo no Brasil, das políticas de apoio atuais e propor algumas dimensões a serem aprimoradas.

2 ENGENHARIA DE PETRÓLEO NO BRASIL: TRAJETÓRIAS HISTÓRICAS E DESAFIOS CONTEMPORÂNEOS

A segunda parte do estudo sobre engenharia de petróleo no Brasil aborda as dimensões fundamentais do processo recente de evolução do mercado destas empresas no país, indicando o papel da Petrobras, os avanços já alcançados pelas empresas e pelas instituições de suporte e política setorial. Valendo-se desta caracterização, assim como das conclusões apresentadas acerca do padrão global de concorrência e perfil de inserção competitiva, discute as dificuldades a serem superadas e os principais instrumentos para serem trabalhados com essa finalidade.

2.1 Surgimento e crise da engenharia de petróleo no Brasil: síntese de períodos e o papel da estratégia da Petrobras

A história da engenharia de petróleo no Brasil e a história da Petrobras são, obviamente, indissociáveis. O surgimento da empresa petrolífera ocorre em um momento peculiar da história brasileira: durante o segundo governo de Getúlio Vargas o projeto de industrialização nacional toma fôlego e transforma as estruturas produtivas no país. Seguindo algumas tendências iniciadas durante seu primeiro governo, promove-se amplo avanço nos instrumentos de condução do investimento e da política industrial, comandados por pioneiros empreendimentos estatais em setores de infraestrutura e indústrias de base, além da criação do BNDE (ainda sem o “S”) e instrumentos cambiais e tarifários de estímulo à substituição de importações.

Na segunda metade dos anos 1950, já com Juscelino Kubitschek, o avanço do projeto de industrialização caminha em direção aos bens de consumo durável com o “Plano de Metas”, que também promoveu maior participação estrangeira e de capitais privados nacionais no investimento e, portanto, na estrutura produtiva. O crescimento da venda de veículos e do próprio parque industrial ampliaria a necessidade de combustíveis no país e, deste modo, o mercado para a recém-criada Petrobras.

O surgimento da engenharia nacional ocorre paralelamente aos projetos industriais nacionais. Empresas como Montreal, Promon, Tenenge, Odebrecht, Andrade Gutierrez, Mendes Júnior, Queiroz Galvão, Setal e Ultratec, entre outras, estão ligadas, direta ou indiretamente, aos primeiros avanços na construção das centrais petroquímicas e das refinarias nacionais, além das inúmeras outras obras de infraestrutura que se intensificam na segunda metade dos anos 1950 e, principalmente, em meados dos anos 1960 (UTC Engenharia, 2004; Brandão, 2010).

Os primeiros projetos, que muitas vezes ocorrem em parceria com empresas estrangeiras, permitem a formação de capacitações em construção e montagem, mas também em elaboração de projetos dentro e fora da Petrobras. Esse movimento teria intensidade redobrada na virada para os anos 1970, quando os investimentos e a industrialização iniciam novo salto.

No quadro mais geral, o avanço do setor de energia elétrica, dos sistemas de telecomunicação, dos projetos siderúrgicos, da construção civil, do sistema de transporte e de um grande conjunto de outros setores industriais e de infraestrutura constroem um mercado para crescimento dos grupos de engenharia nacionais. No setor de petróleo, o avanço *offshore* e o novo cenário de preços (após 1973) da indústria cria um novo segmento nacional: o de operações e equipamentos marítimos. Somado ao grandioso investimento em refino e ao projeto amplamente nacionalizante no setor, os anos 1970 podem ser considerados um período de grande capacitação, de aprendizado intenso e fortalecimento de grupos de engenharia nacionais. Boa parte da tecnologia disponível para projetos e construção na área *downstream*, bem como para construção de plataformas flutuantes havia sido incorporada pelas empresas brasileiras, que inclusive participaram de projetos internacionais na África e no Oriente Médio nos anos 1980. A Petrobras, por seu turno, avançou significativamente na capacidade de exploração marítima, em um embrião do que seria amplamente desenvolvido com inovação ao longo das décadas subsequentes (Alonso, 2004; UTC Engenharia, 2004; Brandão, 2010).

No bojo deste processo, a estrutura dos grupos nacionais de engenharia foi construída de maneira bastante peculiar:

- a) as capacitações em engenharia de detalhamento, construção e montagem foram as mais desenvolvidas. O cenário era de grandes encomendas neste campo e, salvo poucas exceções,¹² foi justamente a partir desta demanda que as capacitações em engenharia de projeto foram sendo construídas nos grandes grupos nacionais;
- b) as fontes de conhecimento, além dos processos de tentativa e erro, eram os grupos estrangeiros parceiros que, mediante distintas formas contratuais (*joint ventures*, participações minoritárias, acordos de transferência de tecnologia, intercâmbio de funcionários) formaram, ao final dos anos 1970, uma base importante de capacitações nos grupos locais;
- c) o padrão de inserção setorial dos grupos nacionais era caracterizado pela diversificação de setores de operação, aproveitando o amplo leque de oportunidades de mercado de construção nacional, especialmente em hidrelétricas e infraestrutura de transporte;

12. Das quais vale destacar a Promon. A empresa permaneceu como projetista até meados dos anos 1970, quando ingressou na construção de Itaipu, em consórcio com a empresa estrangeira ASEA (Brandão, 2010).

- d) a atuação setorial diversificada divergia do baixo grau de diversificação de mercados nacionais. A internacionalização dos grupos brasileiros, excetuando o grupo Mendes Júnior, era praticamente nula na segunda metade dos anos 1970.

Esta estrutura, no que tange à engenharia de petróleo, seria insuficiente para lidar com os desafios que se colocavam para as décadas subsequentes. Dois fatores importantes alterariam as condições para sua operação, levando a resultados inferiores àqueles verificados nas décadas precedentes, ainda que distintos para cada grupo: o esgotamento do padrão de desenvolvimento por substituição de importações; e as novas trajetórias tecnológicas e de mercado conduzidas pelo investimento da indústria petrolífera (que criam novas condições para relacionamento intersetorial).

A crise do modelo de desenvolvimento brasileiro construído em meados do século XX trouxe um conjunto de problemas para as empresas de engenharia. Em primeiro lugar, e mais importante, promoveu abrupto encerramento do ciclo de investimentos. Já no final dos anos 1970 as empresas privadas haviam reduzido seus gastos, protegendo-se das incertezas emanadas do cenário internacional instável. Após o choque de juros americanos em 1979, o Estado brasileiro e as empresas estatais foram colocados em uma situação financeira hostil. Os diversos mecanismos de estatização de dívidas, especialmente a troca de dívidas em dólar com o setor privado e os reajustes reais negativos de tarifas de serviços públicos, mantiveram a economia privada isenta de um desastre econômico maior, mas às custas da deterioração agressiva da condição financeira das estatais e da capacidade de investimento público.

As empresas de engenharia que haviam crescido significativamente ao longo das décadas precedentes, viram seus mercados serem reduzidos de maneira repentina. Alguns projetos adentraram os anos iniciais da década de 1980 mas, após 1982, tornaram-se escassos, com condições mais restritivas de preço e pagamentos muitas vezes incertos. Esse “jejum” se estenderia por mais de uma década, tendo sido intensificado ao longo dos anos 1990, quando as privatizações romperam os laços entre grandes empresas de infraestrutura e engenharia nacional. Assim, as empresas de engenharia que cresceram acompanhando e se preparando para atender uma ampla gama de mercados de atuação, viram-se obrigadas a se reestruturar durante esse longo período de crise.

Em um mercado de menor amplitude e qualidade de contratos, diversas empresas faliram ou mudaram sua estrutura patrimonial. As empresas menores ou financeiramente menos estáveis, especialmente aquelas ligas somente a projetos, foram as que mais sofreram com a redução dos contratos e com os atrasos em pagamentos de obras. Alguns grupos historicamente importantes, como a Tenenge e a CBPO, deixaram de existir de maneira independente e foram adquiridos, ainda nos anos 1980, pela Odebrecht. Outros casos tiveram trajetórias similares: a Ultratec, por exemplo, separou-se do grupo Ultra por não conseguir repetir a lucratividade das demais divisões do grupo.

Algumas empresas partiram para estratégias de internacionalização. Os grandes grupos nacionais, como Odebrecht, Andrade Gutierrez, Queiroz Galvão, Mendes Júnior, com intensidade e sucesso distintos, buscaram mercados externos, especialmente na África, na América Latina e no Oriente Médio. Em geral, as estratégias fundaram-se em capacitações conquistadas no mercado nacional, especialmente nos investimentos em infraestrutura de transporte e em hidroeletricidade (Scherer, 2007).

Entre as estratégias de diversificação, vale a pena destacar os movimentos da Odebrecht e da Queiroz Galvão. Ambas partiram para o segmento de serviços de perfuração *offshore*, um segmento em expansão no país e no exterior e que, apesar das capacitações bastante distintas daqueles até então empregadas em seus grupos, garantia um perfil de receitas mais estável. Outros grupos partiram para aquisições de participações em outros setores, como siderurgia e concessões de infraestrutura. A Promon ingressou com grande intensidade no mercado de telecomunicações. Comparado aos anos 1970, o mercado de petróleo se tornaria reduzido e restrito, com poucos contratos, para poucas empresas.

A área de refino foi a mais afetada pela queda dos investimentos, e este cenário de redução de gastos no país se estenderia até a virada para os anos 2000. Na área de E&P, além disso, se iniciava um novo movimento: as descobertas do início dos anos 1980 indicavam uma fronteira de grandes possibilidades de exploração em águas profundas, em alguns casos bastante superiores a 300 metros de lâmina d'água.

O desafio que se colocava para a engenharia nacional era de magnitude distinta daquela enfrentada durante os anos 1970. Não se tratava de replicar capacitações desenvolvidas internacionalmente; em muitos casos, seria preciso criá-las.

O trabalho de Dantas e Bell (2009) apresenta uma tipologia para as estratégias de relacionamento intersetorial da Petrobras, com foco nas redes de aprendizado tecnológico. Discutindo o “sentido” do fluxo de conhecimento e os objetivos-chave da Petrobras na organização destas redes, o estudo separa alguns períodos característicos, cuja compreensão permite avaliar mudanças na estrutura da engenharia de petróleo no Brasil e nas condições de mercado para as empresas do setor.

Segundo os referidos autores, o período que se desenvolve entre os anos 1960 e 1984 é marcado por uma estratégia tecnológica passiva da Petrobras, de aprendizado ligado ao próprio processo de aquisição e utilização/operação de equipamentos e estruturas. O período que se estende entre 1985 e 1991, que sucede a descoberta do campo de Marlim e também do início do Programa de Capacitação em Águas Profundas (PROCAP), caracteriza-se por uma declarada pretensão de construção de redes para *apropriação de conhecimento e capacitações internas* à empresa estatal. A estratégia tecnológica passa a ser mais ativa, com fluxo de conhecimento em direção à Petrobras. Nesse período os projetos de parceria tecnológica combinam capacitações relativas a estruturas fixas e tecnologias para *topsides*, mas ganham peso aqueles relativos a tecnologias fundamentais para o avanço em águas profundas, como plataformas flutuantes e equipamentos submarinos, mas

também para desenvolvimento de capacitações nas áreas de perfuração e tecnologias de poço, geologia e sísmica.

As etapas subsequentes, 1992-1996 e após 1997 alteram a lógica dos fluxos de conhecimento e indicam um acúmulo substancial de capacitações em ciência, tecnologia e engenharia básica na Petrobras. As redes de aprendizado passam a operar com inúmeras formas de intercâmbio de conhecimento e tecnologias, agora na fronteira da indústria e, em geral, com empresas consolidadas na cadeia produtiva global. Nesta etapa a Petrobras crescentemente transfere conhecimentos para seus parceiros mas, como descrevem Freitas e Furtado (2001), o relacionamento com fornecedores após o Procap 2000 (1993-1999) também foi caracterizado por uma menor proximidade com os fornecedores de capital nacional, mais capacitados e consolidados. Em outras palavras, parte das capacitações geradas em engenharia foram transferidas a empresas estrangeiras que, além disso, posicionam-se como parceiros preferenciais na rede de relacionamento intersetorial da empresa.

Em síntese, a estratégia da Petrobras para enfrentamento dos desafios que nossa plataforma continental impôs para o desenvolvimento da indústria petrolífera nacional, para objetivos do presente estudo,¹³ esteve fundada em alguns pontos importantes:

- a) progressivo abandono de tecnologias predominantes durante o período 1953-1985;
- b) internalização de conhecimento tecnológico e científico, construindo e consolidando capacitações para desenvolvimento de projeto básico nas mais diversas áreas de E&P, mas também em refino;
- c) desenvolvimento de redes de relacionamento com empresas globais, com redução relativa da importância de parceiros de capital nacional em sua estratégia de desenvolvimento tecnológico;
- d) entre os parceiros nacionais, cresce a importância de institutos de pesquisa e, principalmente, universidades.

Os resultados obtidos por essa estratégia da estatal são inegáveis. A empresa logrou ampliar a produção nacional ao longo das últimas décadas, tornou-se uma das principais empresas petrolíferas em todo o mundo, foi reconhecida por seus recordes e tecnologias em diversas áreas *offshore* e tem permanecido na fronteira da indústria petrolífera com descobertas importantes.

Nesse processo, a engenharia de petróleo nacional avançou significativamente e os engenheiros brasileiros, ligados à estatal, adquiriram grande capacitação para desenvolvimento de soluções para os diferentes elos da cadeia de petróleo e gás.

13. A presente caracterização não pretende esgotar todas as dimensões do processo de relacionamento intersetorial desdobrado pela Petrobras após a década de 1980, apenas destacar aqueles em que interferiram na estrutura da engenharia de petróleo nacional e no mercado nacional das empresas atuantes neste setor.

O mesmo, contudo, não pode ser dito para boa parte do mercado e para as empresas de engenharia nacionais.

Fragilizadas pela retração de contratos em todos os segmentos de atuação tradicional e preteridas, ao menos relativamente, na estratégia de capacitação da principal empresa de petróleo no país, as empresas de engenharia com atuação em óleo e gás que conseguiram sobreviver, além das estratégias de diversificação e redução de pessoal, são “empurradas” para fora do segmento de projetos. Nesse período participam de empreendimentos de construção de dutos, plataformas, *revamps* em refinarias e outras obras, mas predominantemente nas etapas de detalhamento, construção e montagem e, em oportunidades reduzidas, com engenharia de projeto.

Assim, o longo período conhecido pela crise da engenharia brasileira (anos 1980 e 1990), no que tange ao segmento de engenharia de petróleo, apresentou, como características fundamentais: a deterioração dos contratos e redução do número de empresas atuantes; a perda de capacitações em projeto básico nas empresas de engenharia; e o afastamento entre as capacitações internas e externas à Petrobras em engenharia de petróleo.

Sob esta estrutura, ainda na primeira metade dos anos 2000, teve início uma nova etapa de investimentos na indústria petrolífera nacional. Esse novo ciclo promoveria um importante avanço na estrutura do setor, mas não seria suficiente para superar as deficiências estruturais configuradas ao longo dos primeiros quarenta anos de sua história. As seções subsequentes apresentam algumas das características desse novo período, abrindo espaço para discussão de propostas de política e/ou melhorias nos instrumentos disponíveis.

2.2 O avanço recente do setor de engenharia de petróleo no Brasil e a resistência de padrões de baixa competitividade estrutural¹⁴

O período que se inicia com os anos 2000 é de grande transformação para a indústria nacional de petróleo e gás. A elevação dos preços de petróleo trouxe consigo um cenário propício para elevação de investimentos nas mais diversas províncias petrolíferas, incluindo o Brasil.

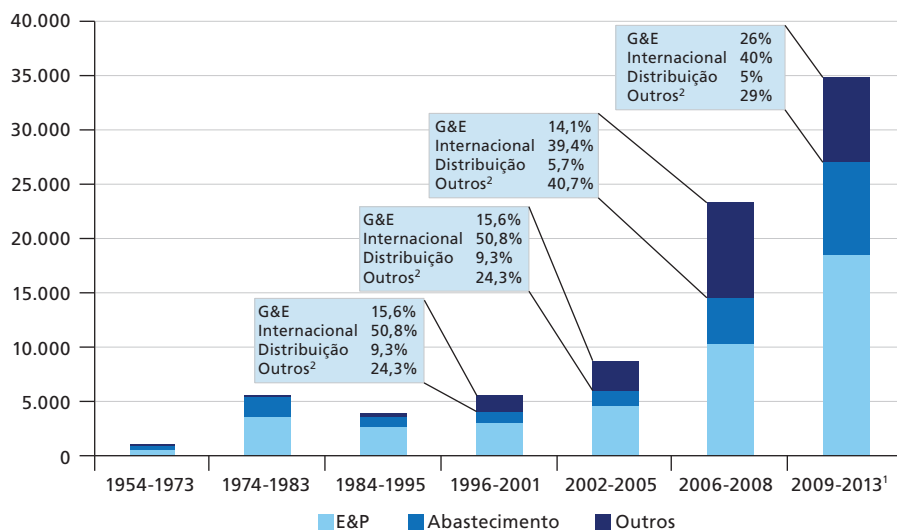
Como pode ser observado no gráfico 4, a média de investimentos anuais da Petrobras vinha se elevando desde meados da década de 1990, especialmente com o crescimento de projetos internacionais, como a aquisição da Perez Companc, mas também no país, com destaque para E&P. Contudo, é a partir de 2002 que esse movimento se acelera e os investimentos atingem patamares historicamente superiores aos de ciclos anteriores, inclusive aquele verificado no último grande ciclo da indústria, entre 1974 e 1983.

14. Esta subseção inclui, além da avaliação da bibliografia e estatísticas publicadas ao longo dos últimos dez anos, informações obtidas junto a executivos de empresas da cadeia. Para proteger o sigilo dos entrevistados, tais informações serão, muitas vezes, apresentadas de maneira implícita ou agregada.

A comparação entre os níveis de investimentos da Petrobras no início da década e em seu término permitem dimensionar a intensidade do processo que se inicia com os anos 2000. O gasto em 2010 (US\$ 45,1 bilhões), maior investimento registrado na série histórica, foi 734% superior ao de 2001. A comparação com os valores de 1989, pior investimento desde 1973, apresenta dados ainda mais impressionantes: um crescimento de 1.282% em termos reais.

GRÁFICO 4

Perfil de investimentos da Petrobras: períodos selecionados (média anual em cada período)
(Em US\$ milhões de 2008 – PPI Index)



Fonte: Petrobras (2013).

Elaboração dos autores.

Notas: ¹ Estimativa, Planejamento Estratégico 2009-2013.

² Petroquímica, biocombustíveis, corporativo.

De maneira paralela ao movimento histórico do investimento, importantes transformações se verificaram nas instituições de suporte à indústria parapetrolífera local. Em primeiro lugar, a busca por maiores índices de nacionalização, seja por conta das novas regras de concessões da ANP, seja pela própria mudança de postura da Petrobras, que explicitamente se reaproxima da indústria fornecedora local.

Como parte importante desse processo, a Petrobras esteve diretamente ligada ao surgimento e consolidação do Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural (PROMINP), que tem sido responsável por um grande conjunto de estudos sobre a indústria parapetrolífera nacional, mapeando suas características e seus desafios. Além disso, também organiza programas de treinamento de mão de obra em diversos níveis, com o Plano Nacional de Qualificação Profissional (PNQP).

Junto com a Petrobras, diversas associações setoriais,¹⁵ incluindo a Associação Brasileira de Engenharia Industrial (Abemi) e a Associação Brasileira de Consultores de Engenharia (ABCE), fizeram parte dos projetos do PROMINP. Além destas instituições, vale destacar o crescente papel da Organização Nacional da Indústria de Petróleo (ONIP), que atuou como importante articuladora de fornecedores, promotora de estudos e divulgadora de informações setoriais. O exercício destas funções a colocou entre as instituições mais importantes da cadeia produtiva de petróleo e gás nesta última etapa da indústria nacional.

Assim, o novo ciclo iniciado nos anos 2000 teve como característica fundamental a promoção da retomada de uma cadeia de fornecedores que, salvo pequena parte de setores, foi severamente atingida durante as décadas precedentes. Essa retomada ocorreu fundamentalmente por meio: da ampliação das práticas de conteúdo local; da recuperação de capacidade ociosa da indústria; do atendimento da demanda interna crescente; da progressiva recuperação institucional e articulação setorial; e da retomada do investimento direto estrangeiro no setor.

No segmento de engenharia de petróleo, os impactos foram rapidamente visualizados. Os sinais mais evidentes estiveram associados à crescente nacionalização de encomendas de plataformas de petróleo, induzidos pelo novo cenário de demanda. Além deles, contudo, também ocorreu aceleração dos gastos em empreendimentos das etapas *downstream*, como pode ser visualizado de maneira geral no gráfico 4.

Ainda sobre a evolução do mercado, o gráfico 5 permite identificar a importância deste novo ciclo para o setor de engenharia brasileiro como um todo. Os dados disponibilizados pelo IBGE, apesar de restritos em termos de período, ilustram um crescimento médio real de 17,5% ao ano (a.a.) no mercado de engenharia nacional entre 2003 e 2007. Como pode ser notado, há um ganho de participação dos segmentos em que a indústria petrolífera participa: “elaboração e acompanhamento de projetos industriais” salta de 17% para 27% do total; e “sondagens, levantamentos e estudos geológicos, geofísicos e outros tipos de prospecção” dobram sua participação, de 6% para 12% do mercado de engenharia nacional.

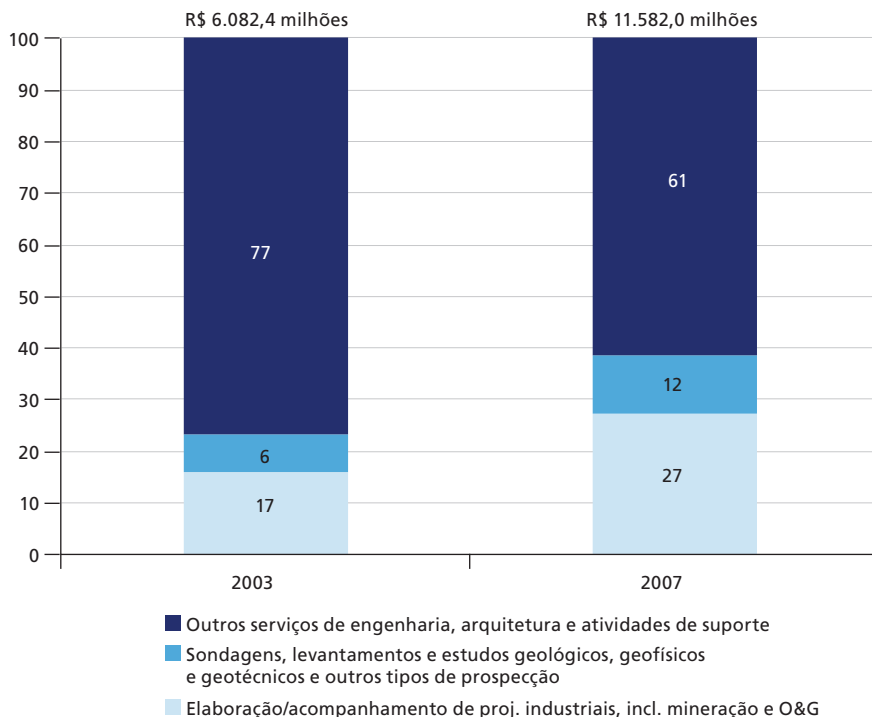
Somados, estes mercados apresentaram um crescimento médio de 34% a.a. no período. Mesmo não sendo possível identificar a efetiva participação da indústria de óleo e gás nestas rubricas, que também incorporam outros serviços de engenharia, é certo que representam parcela majoritária e permitem caracterizar, sem sombra de dúvidas, um impacto expressivo das encomendas da Petrobras sobre as empresas do país.

15. Com destaque para ABDIB, ABINEE e ABIMAQ.

GRÁFICO 5

Serviços de engenharia de petróleo e suporte: *proxy* de participação no total do faturamento de serviços de engenharia no Brasil (2003 e 2007)

(Em % e R\$ milhões)



Fonte: PIA e PAS/IBGE.

Elaboração dos autores.

O rápido crescimento das encomendas e a busca por maior participação das empresas instaladas no país mobilizou esforços da Petrobras para o desenvolvimento da cadeia. Assim, como em outros segmentos, para reduzir a dependência de pequeno grupo de empresas e garantir o sucesso de suas encomendas no país, a estatal promove a entrada de novas empresas e desenvolve instrumentos internos/contratuais e externos (como o PROMINP) para garantir sua qualificação.

Corroborando esta informação, a análise dos resultados da última da década aponta para um inequívoco avanço na estrutura do setor de engenharia de petróleo no país. A partir do *ranking* anualmente divulgado pela revista “O Empreiteiro” é possível mapear os principais grupos operando em três categorias relevantes para óleo e gás: “empresas de construção”; “empresas de engenharia e construção eletromecânica”; e “empresas de engenharia de projeto”. Entre elas, algumas segmentações adicionais são possíveis, levando

em conta o perfil dos contratos e empreendimentos – *offshore/upstream* ou *onshore/downstream*.

Procedeu-se, adicionalmente, uma breve caracterização dos grupos listados, identificando algumas tendências gerais. Esta caracterização valeu-se de entrevistas realizadas com executivos de empresas nacionais de diferentes posicionamentos setoriais e com membros de associações de empresas de engenharia, mas também de informações de publicações destes agentes e de periódicos nacionais e internacionais. Nota-se, como era de se esperar, que boa parte das empresas retorna ao setor ou amplia seu volume e abrangência de contratos em relação às décadas precedentes. Em geral são as mesmas empresas construídas entre 1950 e 1980, algumas reestruturadas, outras que ingressam em óleo e gás a partir de capacitações de engenharia e construção oriundas de segmentos correlatos. Eleva-se significativamente as opções para e Petrobras e outros contratantes e permite-se uma importante mudança qualitativa na oferta nacional.

O quadro 1 apresenta as principais empresas de construção operando no país, classificadas por porte econômico e perfil de inserção setorial. Foram selecionadas do *ranking* nacional aquelas que declaram operar no setor de petróleo e faturavam acima de R\$ 500 milhões anuais, nos anos de 2010 e 2011.

Como pode-se notar, são dezoito empresas selecionadas neste perfil, grande maioria de capital nacional. Trata-se de um conjunto com ampla atuação setorial, ofertando serviços de construção para os mais variados contratantes em infraestrutura e indústria, além do setor de petróleo e gás. Assim, nenhuma das empresas pode ser considerada grupo parapetrolífero, com atuação principal vinculada a óleo e gás e, em alguns casos, a participação em O&G é ainda marginal na estratégia dos grupos. Em geral, notou-se, nas entrevistas, que esta também é uma estratégia deliberada, mesmo com a elevação do mercado de O&G, para evitar uma excessiva exposição às variações de encomendas da Petrobras.

Entre as maiores empresas, nota-se forte presença de grupos que iniciaram ou ampliaram estratégias de construção naval nos últimos dez anos, em geral participando de *joint-ventures* no segmento (Queiroz Galvão, Camargo Correa, Odebrecht, Construcap, OAS e Andrade Gutierrez).

Regularmente, os projetos com participação destes grupos na cadeia de petróleo e gás são associados à construção de *topsides* de plataformas, unidades em refinarias e estrutura dutoviária.

QUADRO 1

Empresas de engenharia e construção com atuação em óleo e gás por segmento de atuação e faixa de faturamento (2010-2011)

(Em R\$ milhões)

Receita bruta	Atuação <i>onshore</i> e <i>offshore</i>	Atuação <i>onshore</i>
Acima de 2,5 bilhões/ano	Norberto Odebrecht Camargo Corrêa Queiroz Galvão Galvão Engenharia	Andrade Gutierrez OAS Delta Construções
Entre 1 bilhão e 2,5 bilhões/ano	Construcap Mendes Júnior	A.R.G. Schahin Engenharia Egesa
Entre 500 milhões e 1 bilhão/ano	Techint Fidens Engenharia	Carioca Engenharia Construtora Barbosa Mello Hochtief do Brasil Constram

Fonte: revista O Empreiteiro.
Elaboração dos autores.

Poucas empresas possuem estratégias para *offshore* realmente significativas. Na maioria dos casos, quando isso ocorre, os contratos são para construção de módulos de plataformas ou integração. Das estratégias mais sofisticadas, cabe citar a Norberto Odebrecht, por meio da subsidiária Odebrecht Oil & Gas, que também oferta serviços de perfuração, instalação de estruturas *offshore* e sua manutenção *offshore*, instalação *subsea* (em parceria com a Technip) e operação de plataformas (parcerias com a Maersk). Como já apresentado anteriormente, a Queiroz Galvão também atua no segmento de perfuração desde os anos 1980. Ambas as empresas, apesar da diversificação, não apresentam como estratégica sua atuação com engenharia de projeto.¹⁶ O padrão se repete nas demais empresas e, a despeito da grande quantidade de contratos em O&G, são raras ou inexistentes as experiências com operação simultânea, como projetista.

Em relação ao porte das empresas, muitas delas possuem faturamento agregado elevado, superando R\$ 2,5 bilhões anuais em 2010 e 2011. São grupos internacionalizados mas, exceto por exceções pontuais, não o são em atividades de óleo e gás. Assim, não configuram padrões similares àqueles verificados pelas grandes *contractors* do setor parapetrolífero, ainda que possuam porte econômico e algumas capacidades similares nas etapas de construção e montagem.

Um segundo grupo é composto por empresas de construção eletromecânica com atuação em óleo e gás. Com faturamento médio inferior ao das construtoras, os líderes deste grupo auferem, em geral, receitas na faixa de R\$ 500 milhões e R\$ 1,5 bilhão. Como diferencial, estas empresas apresentam

16. A atuação da QUIP e, especificamente, da Queiroz Galvão no contrato da P63 merece um destaque especial. Trata-se de um contrato em parceria com a BW Offshore que inclui, a exemplo de contratos internacionais, todas as etapas desde o projeto básico.

capacidade de produção de equipamentos sob encomenda, com estruturas fabris qualificadas e, em alguns casos, experiências anteriores na fabricação de produtos complexos, como equipamentos *subsea*, ou ainda em engenharia de equipamentos eletromecânicos para outros setores.

De maneira similar às construtoras, possuem participação marcante nos contratos de fabricação de equipamentos para refino, módulos de plataforma e dutos e, assim como o grupo anterior, estão aptas a oferecer pacotes *turn key* em diversos segmentos, gerenciando encomendas e operação de subfornecedores.

Em relação à sua inserção setorial, são mais especializadas em O&G que as construtoras. Vale destacar a atuação de UTC, MPE, Iesa, Skanska e Sog (Toyo Setal), cujas estratégias encontram-se preferencialmente direcionadas ao setor de óleo e gás nos últimos anos. Em relação aos segmentos e O&G, estas empresas atuam de maneira diversificada, fornecendo equipamentos e serviços tanto para as áreas *upstream*, quanto para as etapas *downstream* da indústria.

Ainda que possuam capacitações acumuladas em engenharia, sua atuação parapetrolífera e vantagens competitivas, assim como no caso das construtoras, não estão ligadas à engenharia básica. Alguns destes grupos foram entrevistados ao longo deste estudo e não manifestam sequer interesse em avançar para estes segmentos de engenharia; preferem adotar como estratégia a ampliação e aperfeiçoamento de suas capacitações em *procurement*, gestão de empreendimentos e, em alguns casos, fabricação de equipamentos. Todos reconhecem que há muito a melhorar nestas dimensões e, além disso, há espaço para ampliação quantitativa deste mercado.

QUADRO 2

Brasil: empresas de engenharia e construção com atuação em óleo e gás por segmento de atuação e faixa de faturamento (2010-2011)

(Em R\$ milhões)

Receita bruta	Atuação <i>onshore</i> e <i>offshore</i>	Atuação <i>onshore</i>
Acima de R\$ 1 bilhão/ano	UTC MPE	Alusa Engenharia
Entre 500 milhões e 1 bilhão/ano	Enesa Engenharia Iesa Óleo & Gás Skanska Tomé Engenharia SOG Óleo & Gás	Niplan Engenharia
Entre 300 milhões e 500 milhões/ano		Montcalm Teckman Engenharia MIP Intecnial

Fonte: revista O Empreiteiro.
Elaboração dos autores.

As entrevistas com estes grupos também identificaram algumas questões estruturais, como impedimento para a eficiência na cadeia. Entre elas, a dificuldade logística nacional, que impede avanços relativos a estratégias de modularização, que poderiam garantir menor prazo para projetos ao evitar excesso de atividades operacionais, especialmente em obras para o segmento *downstream*. Neste caso, a dependência de rodovias para transporte impede transporte de partes e módulos de maior porte, provocando grande necessidade de trabalhos no local da planta.

O terceiro e último grupo é composto pelas empresas tipicamente de projeto de engenharia. Também denominadas empresas de engenharia consultiva, formam um grupo bastante heterogêneo em termos de inserção setorial e porte econômico, como pode ser observado no quadro 3.

Em relação ao porte econômico, Engevix, Promon e Concremat situam-se entre R\$ 750 milhões e R\$ 1,5 bilhão de faturamento, portanto próximas do porte dos grupos de construção eletromecânica. São empresas com importante atividade de engenharia consultiva, ofertando EPCM para vários segmentos da indústria brasileira, além de atuação em outros setores de serviços (concessões públicas e serviços de TI, entre outros).

A lista de projetos destas empresas inclui, especialmente após os anos 2000, crescente importância da indústria de petróleo e gás. Ainda assim, a execução de projetos básicos se resume a algumas unidades de refinarias e/ou estruturas de transporte, como terminais portuários.

Um segundo grupo de empresas de engenharia consultiva é composto por grupos com participação estrangeira, crescentemente importantes no país. Technip, Arcadis Logos, CNEC (adquirida pela Worley Parsons) e Chemtech (adquirida pela Siemens), operam em segmentos mais específicos e, excetuando a Arcadis, são quase exclusivamente interessadas no mercado de óleo e gás.

As demais empresas listadas apresentam perfil variado, mas podem ser resumidas em dois grupos. O primeiro, composto por empresas como Planave, Progen, EPC, Genpro, entre outras, apresentam-se como ofertantes de projetos de engenharia e serviços de EPCM para diversos segmentos. No setor de petróleo e gás, em geral, operam com Feed e detalhamento de projetos e muito pouco com projeto básico. Themag e Projectus também atuam com este perfil, porém com maior especialização no setor de petróleo que as anteriores. Todas elas, em geral, apresentam porte reduzido, com faturamento inferior a R\$ 250 milhões nos últimos anos, e quase nenhuma atividade patrimonial relevante.

QUADRO 3

Empresas de engenharia de projeto com atuação em óleo e gás por segmento de atuação e faixa de faturamento (2010-2011)

(Em R\$ milhões)

Receita bruta	Diversificadas	Dutos/instalações	Plataformas/instalações	Especializadas
Acima de 500 milhões	Engevix Promon Concremat Technip Arcadis Logos			
Entre 100 milhões e 500 milhões/ano	CNEC Chemtech Genpro Projecus Consultoria EPC Engenharia Sondotecnica	ATP Engenharia PCE LENC	Progen Planave DEI Engenharia	
Entre 50 milhões e 100 milhões/ano	Engineering MHA Engenharia HEMISUL SCET OTZ Engenharia	EPT Engenharia Núcleo Engenharia Projel Spec LBR Cobrapi Setepla		Tecnosolo Themag KTY Time-Now Engenharia

Fonte: revista O Empreiteiro.
Elaboração dos autores.

Um terceiro conjunto de empresas, como Time Now, Tecnosolo, Núcleo e Sondotecnica, entre outras, apresentam perfil mais especializado, seja com serviços de geotécnica, licenciamento ambiental, treinamento, manutenção ou TI, ofertando capacitações para *contractors* e para Petrobras, mas figurando em uma faixa de empresas de menor faturamento e, assim como o subgrupo anterior, baixa atividade patrimonial.

Nas entrevistas realizadas com este grupo de empresas, a questão contratual apresentou-se como principal entrave, ainda que a natureza de cada subsegmento seja distinta. Neste quesito, a ampliação dos contratos para o projeto básico e a melhoria dos critérios qualitativos no processo de contratação/licitação foram amplamente apontados como questões cruciais para alterar a inserção setorial destes grupos.

Em linhas gerais, a avaliação das entrevistas e do histórico das empresas classificadas nos três grandes conjuntos do setor apontam para um movimento intenso de capacitação interna destes grupos, seja com treinamento de funcionários, seja com aquisição de instrumentos de gestão e controle, seja com parceiras para transferência de conhecimento e licenciamento de tecnologia. O trabalho de Freitas (2010) ajuda a descrever esse processo virtuoso, ocorrido de maneira mais intensa ao longo dos anos 2000 e confirmado nas entrevistas do presente estudo. Freitas (2010), que também realizou diversas entrevistas, valeu-se adicionalmente do suporte de informações do cadastro de fornecedores da Petrobras, permitindo

identificar o desempenho de empresas de engenharia da indústria petrolífera em relação *vis-à-vis* ao restante do setor e da economia brasileira.

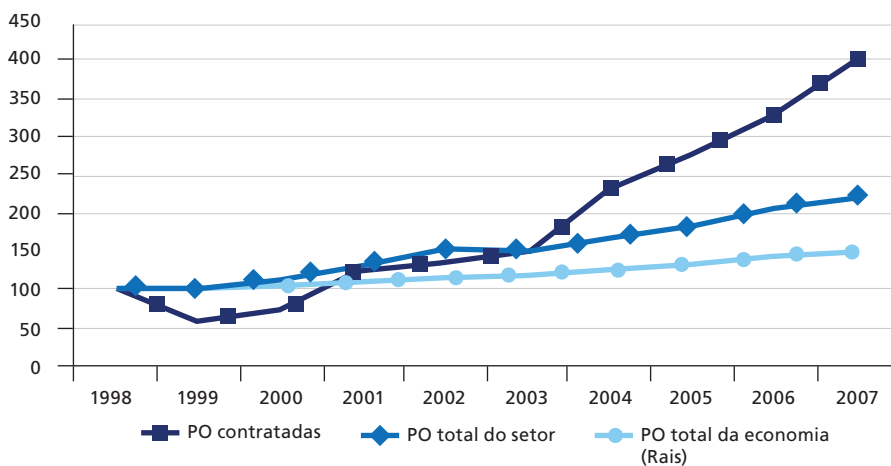
De fato, os resultados quantitativos apresentados por aquele trabalho, em cruzamento com dados da pesquisa Rais do Ministério do Trabalho e Emprego,¹⁷ são inequívocos em relação às diferenças positivas de desempenho quando comparados com congêneres que não se inseriram na cadeia de petróleo e gás e com indicadores gerais das empresas brasileiras.

O gráfico 6 apresenta uma primeira dimensão desse processo. Respondendo ao crescimento por suas encomendas, as empresas fornecedoras de serviços de engenharia da Petrobras ampliaram, proporcionalmente, mais o seu quadro de funcionários do que o restante da economia brasileira. O crescimento médio do pessoal ocupado (PO) nestas empresas ficou em pouco mais de 16,4% a.a. entre 1998 e 2007, mesmo enfrentando dificuldades intensas no final da década de 1990, quando ocorreu queda no emprego. Assim, o crescimento do PO desse grupo de empresas foi quase quatro vezes a taxa de crescimento médio do emprego formal na economia e quase duas vezes superior ao crescimento do PO em outras empresas de engenharia – não fornecedoras da Petrobras (9,1% a.a.).

GRÁFICO 6

Empresas de engenharia e pessoal ocupado (1998-2007)

(Em número-índice: 1998=100)



Fonte: Freitas, Salerno e Misawa (2010).
Elaboração dos autores.

17. A amostra da Rais compreende as empresas com trinta ou mais funcionários.

Esse diferencial no volume de contratações também teve como característica a mudança na qualidade do emprego gerado. A busca por profissionais com maior capacitação e experiência em projetos complexos provocou uma forte demanda por profissionais com diversos níveis de formação, desde aqueles com nível técnico, até os de grau superior/pós-graduados. Entre eles, contudo, houve amplo destaque para engenheiros, como ilustra o gráfico 7.

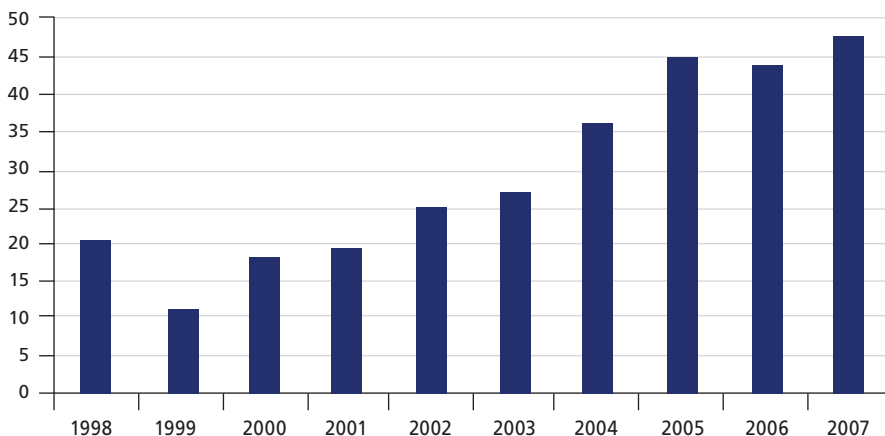
Se o volume de empregos agregados cresce intensamente, a proporção de engenheiros no total quadruplica em oito anos. É verdade que no final dos anos 1990, sob ciclo de mercado mais restrito, prevaleceu a estratégia defensiva de manutenção de um quadro mínimo de engenheiros dentro dos custos fixos. Naquele momento, apenas 11% dos postos de trabalho em empresas de engenharia eram ocupados por estes profissionais. Com a vigorosa recuperação do mercado de petróleo e gás, essa proporção superou 46% em 2007. Essa nova característica da estrutura de empregos no setor indica melhora qualitativa na capacidade de realizar contratos complexos, bem como na competitividade das empresas operando no país.

Contudo, com o mercado por profissionais qualificados aquecido, em um contexto que sucede vinte anos de crise no setor, a evolução dos salários seria inevitavelmente positiva. No caso dos fornecedoras da Petrobras, que também ampliaram o volume de contratações e a participação de profissionais de nível superior em sua estrutura, o crescimento da massa salarial foi significativamente superior ao restante da economia.

GRÁFICO 7

Empresas de engenharia de petróleo: proporção de engenheiros no quadro de funcionários (1998-2007)

(Em %)



Fonte: Freitas, Salerno e Misawa (2010).
Elaboração dos autores.

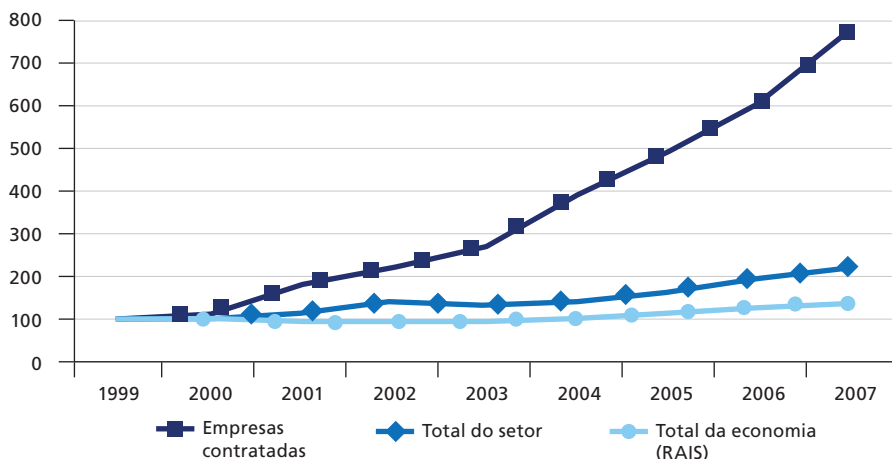
Como se pode perceber no gráfico 8, a massa salarial nas empresas fornecedoras da Petrobras cresce a mais de 33% a.a., agregando 656% em sete anos. Essa evolução é muito maior que a média dos setores com emprego formal (6,4% a.a.) e que as demais empresas de engenharia do país (12,6% a.a.).

O aquecimento do mercado de profissionais do setor é o responsável por um dos fatores recorrentemente apontados nas entrevistas como empecilho pelas empresas de engenharia do país: as dificuldades e o custo elevado para contratar mão de obra adequada para acompanhar o movimento do mercado.

GRÁFICO 8

Empresas de engenharia e massa salarial (1998-2007)

(Em número-índice: 1998 = 100)



Fonte: Freitas, Salerno e Misawa (2010).
Elaboração dos autores.

A dificuldade em contratar, como destacou parte dos executivos entrevistados deste estudo, também pode ser relacionada à baixa experiência dos engenheiros disponíveis. Depois de vinte anos reduzindo as oportunidades para esta categoria, produziu-se um *gap* de uma geração de engenheiros. A inexperiência dos recém-contratados se reflete em custos de projetos mais elevados, equívocos operacionais (e custos associados), além de um tempo maior para viabilizar a transição das empresas locais para um nível de competitividade exigido. As empresas entrevistadas relataram, com importância distinta, problemas para manter funcionários (disputa salarial entre empresas), falhas primárias em *procurement*, custos significativamente elevados em algumas categorias mais qualificadas (por exemplo, projetistas experientes) e dificuldades para adaptar capacitações existentes às necessidades de projetos complexos em óleo e gás.

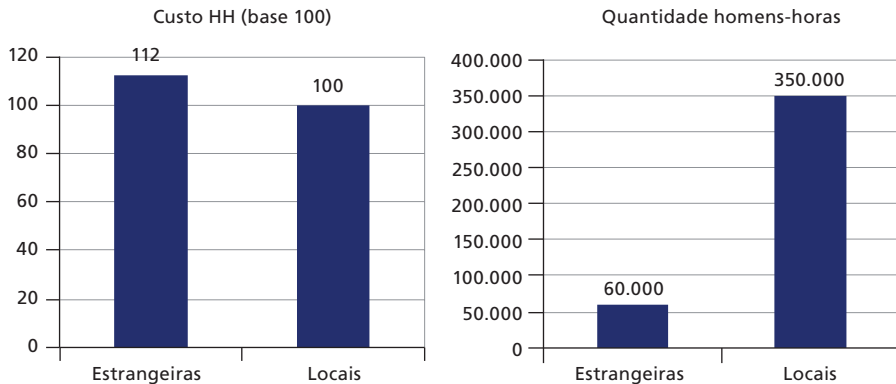
Um dos melhores trabalhos produzidos para avaliação da competitividade da indústria parapatrolífera nacional, realizado pela ONIP (2010), dimensiona, a partir de um exemplo real, uma parte do problema supracitado. As informações são resultado da experiência de uma operadora estrangeira que decidiu orçar o projeto básico de uma plataforma com empresa local de engenharia e com empresas estrangeiras. O resultado reflete uma das dimensões cruciais da baixa competitividade local. O custo homem-hora (HH) do projeto em empresa estrangeira foi 12% superior ao nacional.¹⁸ Contudo, a necessidade indicada de homens-horas para o projeto estrangeiro equivale a apenas 17% daquelas indicadas no projeto nacional, como ilustra o gráfico 9.

Como descreve o estudo da ONIP (2010), a ausência de projetos já realizados (ou sua baixa quantidade), impede a transição pela curva de aprendizado e o acúmulo de experiências responsáveis pela redução do tempo de realização de um novo projeto. Esta constatação deve ser somada à verificada nas entrevistas deste estudo: a baixa experiência (tempo de profissão) de boa parte dos engenheiros disponíveis amplia estas barreiras e dificulta a transição de grupos nacionais no setor.

GRÁFICO 9

Brasil: exemplo comparativo de custos de um projeto de engenharia – custo por homem-hora (HH)

(Em número-índice: Brasil = 100, e em quantidade de HH, respectivamente)



Fonte: ONIP (2010).
Elaboração dos autores.

Apesar das referidas dificuldades, o crescimento do mercado já acumula uma década e uma nova geração de profissionais já vem adquirindo capacitações acumuladas ao longo deste período, fortalecendo a estrutura do setor no país.

18. O crescimento dos salários de engenheiros já estava se refletindo nestas informações. Dados de um estudo do PROMINP (Rocha, [s.d.]) de meados da década apontavam para custos HH 50% inferiores aos praticados nos EUA e na Europa.

Confirmando hipóteses apresentadas em Freitas (2010), os entrevistados deste estudo descrevem o ingresso no cadastro de fornecedores da estatal como importante mecanismo de qualificação das empresas, ainda que alguns destaquem flexibilizações para incluir novos fornecedores ao longo da década. Todos destacam que para ingressar neste cadastro as empresas são obrigadas a realizar esforços de reestruturação interna, incluindo estruturas, processos, controle de qualidade e segurança no trabalho e, no que tange especificamente a atividade de engenharia, a adequação de capacitações em distintas disciplinas (elétrica, civil, mecânica, instrumentação, tubulação, entre outras) e a introdução de *softwares* de engenharia e controle.

Mais do que adequar-se a determinados critérios, os entrevistados relatam o contínuo aperfeiçoamento como um dos resultados da interação com a Petrobras. Como também destaca Freitas (2010), essa é uma das forças que movimenta o aprendizado contínuo das empresas. Como instrumentos para esse processo, são apontados os mecanismos de reclassificação de fornecedores segundo conceitos qualitativos, acompanhamento *in loco* de funcionários da estatal, exigências de certificação e auditoria.

Como se pode perceber das análises das diferentes informações apresentadas, a evolução do setor de engenharia guarda duas facetas distintas.

Por um lado, as capacitações acumuladas em engenharia de projeto para o setor de petróleo e gás são tímidas, seja em comparação a outros setores da economia, seja em comparação com a cadeia internacional do setor. Como ilustram as subseções 3.1 e 3.3, este problema pode ser associado à estrutura das relações intersetoriais, portanto, à própria estratégia de contratos da Petrobras, mas também ao histórico e às trajetórias da engenharia de petróleo brasileira nos últimos cinquenta anos.

Do ponto de vista da estratégia e perfil das empresas, outros problemas são importantes. Prevaecem empresas de porte mediano e com baixa atividade patrimonial, especialmente liderando fusões e/ou aquisições. As parcerias ocorrem para projetos específicos e raramente constituem estratégias de longo prazo entre os grupos. Alguns apresentam estratégias de internacionalização bem-sucedidas, mas, assim como para capacitações em engenharia básica, são muito mais expressivas em segmentos de infraestrutura, hidroeletricidade e outros projetos industriais, e não em petróleo e gás. Deste modo prevaecem estratégias defensivas, inclusive como resposta ao histórico de instabilidades no mercado nacional. Estas estratégias caracterizam-se, predominantemente, pela resistência à ampliação de investimentos de longo prazo; pela baixa propensão internacionalização e/ou busca por diversificação de clientes em O&G; pela limitada busca por inovação ativa (e não somente aprendizado e atualização tecnológica); e por reduzida importância de estratégias ativas de fusões e aquisições que, como já se demonstrou, são características presentes nos grupos internacionais de perfil competitivo na indústria parapetrolífera.

De outro ponto de vista, há um processo virtuoso em curso. Regra geral, foi possível identificar um movimento das empresas em direção à ampliação e consolidação de seus mercados no setor. Ampliam-se, especialmente nos últimos quinze anos, os grupos atuantes no setor, seja por meio do retorno de empresas tradicionais para aproveitar o crescimento do mercado (em alguns casos, com criação de divisões específicas para o segmento) ou ainda por meio de novas operações efetivas, com grupos recém-ingressados nos segmentos de fornecedores de serviços para indústria de óleo e gás. Ainda que o interesse de empresas estrangeiras seja visível e possa ser apontado como importante fonte de competição para os próximos anos, predominam empresas de capital nacional, indispensáveis para a garantia de controle de centros de decisão e de efetivos transbordamentos para outros segmentos da indústria parapatrolífera.

Além do crescimento da oferta, os entrevistados e dados encontrados foram unânimes em relação à evolução dos investimentos. Todas as empresas investiram em capacitações internas, com treinamento de pessoal, aquisição de equipamentos e infraestrutura de TI, mesmo que boa parte dos grupos, especialmente os de estratégia mais recente, ainda venham obtendo, por tentativa e erro, experiência na gestão de grandes empreendimentos. Alguns entrevistados, contudo, relataram dificuldades para investir em ferramentas de gestão que, por seu elevado custo, ou por baixo reconhecimento de seu potencial, ainda não são generalizadas no segmento.

De fato, o trabalho constata uma grande evolução nas empresas e capacitações nacionais ao longo dos últimos anos. Do ponto de vista da gestão interna, essa melhora é significativa. Boa parte dessa evolução deve ser associada ao novo cenário de investimentos da Petrobras, às suas políticas internas e externas para suporte às empresas locais e à ampliação do conteúdo local.

Apesar de todo esse esforço, ainda persistem problemas estruturais na inserção setorial das empresas de engenharia no Brasil. Estes problemas podem ser associados tanto às dimensões estratégicas sob controle das empresas, quanto a dificuldades institucionais, associado ao perfil das relações intersetoriais comandadas pela Petrobras. Estas últimas, *grosso modo*, vem desestimulando a integração de atividades de fabricação e serviços, que efetivamente evoluíram, com elaboração de projeto básico e atividades de desenvolvimento tecnológico. A próxima subseção avança nesta discussão, apresentando alguns elementos relacionados ao perfil de contratações da empresa e identificando os entraves e bloqueios à competitividade nacional, oriundos de sua atuação.

2.3 Encomendas e capacitações internas da Petrobras: estímulos e bloqueios

As seções anteriores deste estudo ilustraram, de distintas maneiras, a importância das estratégias de investimento e relacionamento intersetorial conduzidas pelas empresas de petróleo e gás na definição da dinâmica de concorrência e da evolução dos mercados parapetrolíferos.

A análise da história da engenharia de petróleo no Brasil mostrou como os anos 1980 produziram um afastamento entre as iniciativas mais dinâmicas de desenvolvimento tecnológico e as empresas de engenharia nacionais. Como visto, parte deste processo se deveu à fragilização financeira e instabilidade dos mercados. A outra, por conta da mudança de postura da Petrobras, que passou a internalizar atividades de projeto básico como estratégia de desenvolvimento de longo prazo de suas atividades e da indústria de petróleo brasileira.

Documentos e apresentações realizadas ao longo dos anos 2000 ilustram a visão contemporânea da empresa sobre engenharia de petróleo no Brasil e suas transformações ao longo do último ciclo. Como discutido, a partir das estratégias traçadas pela empresa para a engenharia interna podem ser compreendidas a morfologia do ciclo no setor e as oportunidades para empresas com base em engenharia no país.

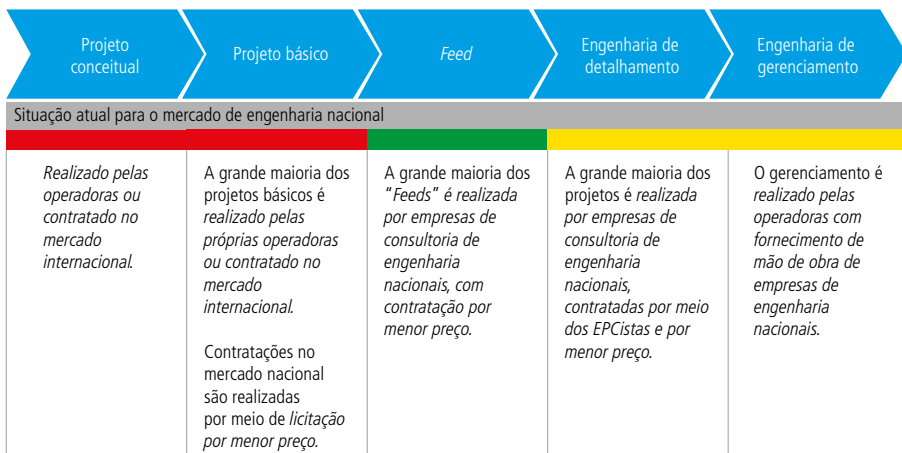
Em apresentação da área de Engenharia Básica do Cenpes (Assayag, 2003) são descritos os procedimentos para elaboração de projeto conceitual e básico internamente à empresa. A apresentação também expõe o papel destinado às empresas de engenharia nacionais na estratégia traçada naquele momento. Vale recordar que tratava-se do início de período de aceleração do gasto da empresa e que se constatava a necessidade de ampliar a oferta de empresas de engenharia no país. No *slide* conclusivo, lê-se (Assayag, 2003:38):

- “A atuação da engenharia básica é estratégia para a Petrobras viabilizar seus projetos de produção, refino, gás natural e petroquímica”;
- “A engenharia básica [da Petrobras] incorpora, na indústria, a inovação gerada pela interação com Pesquisa & Desenvolvimento, aos projetos de novas unidades operacionais”;
- “A engenharia básica proporciona as inovações indispensáveis à atuação da engenharia nacional nas fases subsequentes:
 - projeto de detalhamento;
 - fabricação de equipamentos e componentes;
 - construção, montagem e instalação”.

A estratégia descrita reflete boa parte dos desdobramentos descritos na subseção anterior, especialmente a baixa participação de empresas de engenharia na realização de projeto básico e no desenvolvimento tecnológico da cadeia petrolífera nacional.

Essa estrutura institucional opera por meio da forma de organização dos contratos da Petrobras. A figura 2 ilustra a forma em que são organizadas as encomendas e licitações da estatal.

FIGURA 2
Estrutura de projetos e mercado de engenharia no Brasil



Fonte: Azevedo et al. (2012).
Elaboração dos autores.

Como já discutido, as fases conceitual e de projeto básico vêm sendo predominantemente executadas pela estatal. Esse não é, como visto na primeira seção deste capítulo, um procedimento único na indústria. As operadoras estrangeiras, na média, apresentam maior propensão a terceirizar partes destas etapas. As análises do portfólio de projetos de empresas de engenharia brasileiras, bem como as entrevistas realizadas, confirmam essa diferença também no Brasil. As mesmas análises, contudo, não relacionam o comportamento da Petrobras com uma maior dificuldade para encomendas de equipamentos no país. Pelo contrário, a presença do projeto básico na petrolífera brasileira é vista pelos entrevistados como favorável ao desenvolvimento de fornecedores locais.

O que no Brasil se denomina Feed, diferentemente da nomenclatura internacional, é apenas uma parte de toda a engenharia básica: um pré-detalhamento. Na verdade, trata-se de um instrumento importante para avaliação dos custos de fabricação e montagem, facilitando a precificação no processo de licitação das obras. A introdução e adaptação desta etapa foi realizada ao longo dos anos 2000 e

também como uma tentativa de incorporar as empresas de engenharia nacional nas etapas mais “intensivas em engenharia”, promovendo intercâmbio de conhecimento e qualificação entre empresas locais (Assayag, 2005). Desde meados da década, como descreve a próxima subseção, a Petrobras vem ampliando os instrumentos para inclusão das empresas de engenharia no processo de elaboração de projeto básico (*Ibid.*). Os resultados, contudo, ainda são modestos.

Uma outra dimensão importante diz respeito à estrutura dos contratos. A Petrobras, diferentemente da maioria do setor público, não segue a Lei nº. 8.666 que regula a execução de licitações. A empresa segue as regras do Decreto nº. 2.745 da Lei nº. 9.478, de 6 de agosto de 1997, a chamada Lei do Petróleo. Por este decreto fica estabelecida a obrigatoriedade de um procedimento simplificado para contratos de aquisição de obras e serviços da estatal: o Regulamento do Procedimento Licitatório Simplificado da Petrobras.

Ainda que regulamentado de maneira diferente, boa parte dos princípios gerais permanecem similares aos da Lei nº. 8.666. Algumas restrições merecem destaque. De acordo com o Decreto nº. 2.745/98, as compras realizadas pela Petrobras deverão obedecer ao princípio da padronização e as condições de aquisição e pagamento devem ser semelhantes às do setor privado. Pelo mesmo Decreto, “é vedado admitir, prever, incluir ou tolerar, nos atos convocatórios, cláusulas ou condições que restrinjam ou frustrem o caráter competitivo da licitação”, e também “que estabeleçam preferências ou distinções em razão da naturalidade, da sede ou domicílio dos licitantes”.

Em geral, as grandes encomendas são realizadas em processos licitatórios em que são enviadas cartas-convite, mas abertas a outros participantes. De fato, as maiores dificuldades encontradas em processos de licitação dizem respeito à “defesa” das regras de seleção. O mecanismo mais transparente e, amplamente utilizado, é o critério de melhor preço, geralmente preferido em relação ao de melhor técnica por evitar problemas posteriores na prestação de contas do contratante. Quando as aquisições ocorrem em regime de EPC, os valores de engenharia básica acabam diluídos no custo do projeto. Mas, quando as encomendas são para Feed ou projetos de longo prazo, o problema se apresenta de maneira distinta. Contratar engenharia, uma etapa intensiva em conhecimento, por meio de comparação de menor preço, é uma distorção importante no processo licitatório. Como descreve Assayag (2012) e Guerra ([s.d.]), essa dificuldade já foi reconhecida pela Petrobras, mas apresenta dificuldade para ser alterada.

Além dos pontos supracitados, outra dimensão é problemática. Quando o FEED é contratado separadamente, o mesmo participante deste projeto não poderá disputar as etapas subsequentes, como *contractor* ou EPCista. De fato, ter realizado o Feed representa uma vantagem na disputa das etapas subsequentes e, portanto, uma violação da legislação. Entretanto, esta separação causa ainda mais

empecilhos institucionais à formação de empresas de engenharia integradas, com padrão internacionalmente competitivo. Vale lembrar que o padrão contratual vigente em parte importante das províncias terceiriza pacotes de EPC efetivos para as empresas de engenharia, desde o projeto básico até as atividades de fabricação e instalação, como discute a primeira seção deste capítulo.

A separação em agentes diferentes as incumbências por projetos básico, Feed, detalhamento/construção e montagem ainda gerou problemas adicionais. Em várias entrevistas foram identificados problemas, especialmente nos projetos das áreas *downstream*, relativos a alterações dramáticas entre o projeto básico e o projeto executado (*order changes*). O baixo compromisso relativo da engenharia básica com os custos finais da obra e o excesso de critérios e normas são apontados por vários entrevistados como origem de diferenciais de custo expressivos nos projetos nacionais. Como a Petrobras é o principal contratante e baliza procedimentos regularmente executados pelas empresas (e o processo de aprendizado oriundo desta experiência), certamente há uma tendência a estabelecer parâmetros operacionais em patamar inferior àqueles executados internacionalmente, ao menos em termos de custo.

Por este motivo, ganham espaço na Petrobras duas iniciativas importantes: a busca de métricas internacionais para projetos; e a contratação de empresas para execução de serviços de perfuração, produção e/ou afretamento de estruturas.

No primeiro caso, as métricas são comparativos de preços de projetos domésticos e internacionais, produzindo internamente à Petrobras estímulos para busca de eficiência na elaboração de projeto básico. Obviamente, a redução de custos no processo de produção de estruturas também pode produzir riscos adicionais e, eventualmente, custos operacionais.¹⁹

Ainda que esta medida possa produzir efeitos positivos, certamente a contratação de serviços completos reduz, de maneira intensa, os riscos da empresa. Terceirizar, por exemplo, todo o processo de *design* e construção de plataformas, contratando apenas o serviço de produção final, promove incentivos para redução drástica de desajustes entre custo de investimento (CAPEX) e operação (OPEX) das estruturas, exigindo, do contratado, esforços intensos na compatibilização de todas as etapas entre o projeto conceitual/básico, com as demais etapas de construção, mas também de custos e riscos operacionais, já que as receitas finais do contratado dependem do funcionamento e operação *in loco* das estruturas.

19. A questão da pertinência das normas e critérios de segurança da Petrobras foi objeto de entrevistas. Os agentes foram unânimes, inclusive a Petrobras, acerca da necessidade de revisar os excessos. Ao contrário do que se pode imaginar, os excessos, além de custos adicionais, também podem produzir efeitos contrários à segurança. Segundo os entrevistados, quando muitas normas são utilizadas, perde-se o foco em relação àquelas em que efetivamente deve ser investido maior controle e preocupação.

O problema é que a terceirização destas atividades, em geral, é realizada com parceiros estrangeiros da empresa. Neste momento, as relações de confiança estabelecidas pelo histórico dos grupos internacionais com a estatal e com a indústria global são decisivas.

Esse último procedimento vem ganhando força dentro da própria Petrobras. No período recente ampliaram-se as pressões sobre o processo de encomendas. Na verdade, trata-se de uma das dimensões da reação interna à piora dos resultados financeiros nos últimos anos, e que vem provocando mudanças no estilo de gestão e busca de eficiência interna na empresa. Novamente, ainda que os resultados sejam virtuosos do ponto de vista da estatal, podem ser prejudiciais para a cadeia de engenharia.

Seria equivocado dizer, sem mediações, que a contratação de serviços (e todo o processo de EPC em sentido amplo) com empresas estrangeiras acarretará inevitável impacto sobre o conteúdo local das encomendas. Nesse processo de terceirização a Petrobras também vem transferindo a incumbência de manter etapas do EPC no país para os *contractors*/empresas de serviços *offshore*. Por outro lado, certamente as etapas intensivas em engenharia, que representam, em geral, menos de 2% do empreendimento, deverão ser mantidas no exterior caso não se estabeleçam critérios para tal.

Em síntese, observando a estratégia de relacionamento intersetorial da Petrobras, podem ser identificados alguns tipos de dificuldades para o direcionamento competitivo da cadeia nacional de empresas de engenharia no Brasil:

- a) o papel da Engenharia Básica na estatal e na estratégia de desenvolvimento de longo prazo, internalizando capacitações e dificultando, apesar de instrumentos recentes, a formação de um mercado de engenharia de projetos competitivo;
- b) as rigidezes do processo de licitação pela legislação vigente, que dificultam a avaliação qualitativa de contratos de engenharia e promovem fragmentação contraproducente das encomendas;
- c) do ponto de vista conjuntural, a tendência recente à contratação de grandes pacotes de equipamentos/serviços que, apesar da garantia de conteúdo local na fabricação e montagem, dificultam a formação de mercado doméstico em engenharia.

Alterar estas estruturas e tendências, em todos os casos, envolve transformações arriscadas ou difíceis de serem implementadas.

No que tange à estratégia da Petrobras, o ponto crucial reside no reconhecimento do sucesso das estratégias históricas da empresa, seja de manter a maior parte capacitações e processos de projeto básico internamente, seja de terceirizar contratos para grandes grupos estrangeiros. O processo de aprendizado empreendido

pela empresa nos últimos quarenta anos esteve diretamente associado às estratégias tecnológicas e consolidação de redes de aprendizado que permitiram superar desafios em E&P e manter a liderança tecnológica no *offshore* da indústria mundial. Estas mesmas redes de aprendizado, por outro lado, garantem relações de confiança com empresas estrangeiras de difícil replicação. Além disso, a pressão conjuntural sobre o direcionamento de encomendas tem sido muito alta. Coincidentemente, essa pressão ocorre no momento em que a proteção de empresas nacionais poderia ter efeito mais virtuoso: consolidando-as neste momento, teriam oportunidade de participar com maior intensidade durante todo o ciclo que se iniciou com as descobertas do pré-sal. A Petrobras vem buscando alternativas²⁰ para solucionar o referido problema, como fica evidente nas entrevistas e apresentações recentes da empresa (Assayag, 2005 e 2012). Ainda assim, os resultados não são animadores.

No que tange à regulamentação, as dificuldades são igualmente importantes. Retirar regras que impedem o uso de práticas indevidas nas encomendas da estatal são sempre muito arriscadas e podem produzir efeitos negativos para a própria eficiência de longo prazo da empresa. Ainda assim, promover mecanismos mais adequados de conteúdo local em projetos não é uma estratégia impossível e já vem sendo, ao menos em parte, implementada.

Em termos estruturais, a ampla presença de empresas de capital nacional no setor garante a possibilidade de promover parcerias entre universidade, grupos locais e grupos estrangeiros por meio dos contratos. Esse é um caminho imprescindível para promover a superação dos primeiros estágios na curva de aprendizado sem infringir a regulamentação existente. O sucesso destas iniciativas, contudo, dependerá também de respostas estratégicas de empresas de engenharia (ou estímulo a elas). A diversificação de atividades em direção à inovação, à internacionalização e à consolidação patrimonial também são indispensáveis para a competitividade e devem ser objeto de instrumentos contratuais.

Parte importante das informações obtidas em entrevistas, assim como análises e conclusões apresentadas já encontravam-se em relatórios e estudos realizados de maneira dispersa ao longo dos últimos anos. Estas análises já têm produzido alterações nos instrumentos de intervenção do Estado, com destaque para o Inova Petro, mas também, como visto, na própria Petrobras.

A próxima subseção apresenta os pontos centrais destas discussões recentes de política e encaminha para análises conclusivas e propostas que também incorporam as informações e abordagens indicadas ao longo deste trabalho. Essas análises e propostas são apresentadas na última seção.

20. Como principais alternativas apresentadas, destaque para a mudança nas formas contratuais em meados da década, demandando parcerias em projeto básico para complementação das atividades do Cenpes a partir de contratos de longo prazo com empresas de engenharia de capital nacional.

2.4 Avaliações e instrumentos recentes de política: avanços e desafios

Ao longo dos anos 2000 alguns estudos e iniciativas promoveram diagnósticos acerca das deficiências e dificuldades para garantir maior participação local na cadeia de engenharia de petróleo.

A subseção anterior apresentou algumas delas, mas com foco específico nas mudanças mais gerais de visão na Petrobras. Estas mudanças também são resultado de debates com empresas do setor, instituições de suporte, governo e universidade, que também apresentaram seus próprios diagnósticos. Além da mudança de postura da estatal, tais debates promoveram mudanças nas políticas de intervenção setorial e produziram melhorias significativas nos instrumentos utilizados. Esta subseção apresenta parte deste processo, indicando os principais diagnósticos e repercussões, destacando sucessos e alertando para ausências, valendo-se do método de investigação apresentado por este estudo.

Ao longo dos últimos dez anos, um conjunto razoável de estudos foi produzido sobre engenharia de petróleo. Um dos primeiros e mais detalhados trabalhos foi realizado no âmbito do PROMINP. O estudo de Frederico Rocha, que é de meados dos anos 2000 (Rocha, [s.d.]), já apresentava pioneiramente algumas das dificuldades relatadas ao longo deste estudo.

As principais conclusões, naquele momento, relatavam: *i)* dificuldade de diversificação de empresas em direção ao projeto básico, apesar dos esforços já iniciados pela Petrobras para ampliar oportunidades; *ii)* instabilidade da demanda; *iii)* problemas de mudanças no projeto – *change orders*; *iv)* baixa qualificação de profissionais e ausência de quadros qualificados/com experiência para cargos de comando; *v)* baixa inserção internacional das empresas nacionais; e *vi)* baixo relacionamento com universidade e inadequação de recém-formados.

Como sugestões, o trabalho encaminha: *i)* oferecimento de cursos adequados à formação de mão de obra em projeto; *ii)* oferta de recursos para parcerias entre universidade e empresas; *iii)* intercâmbio de profissionais com o exterior, seja atraindo mão de obra estrangeira, seja enviando profissionais brasileiros para o exterior; e *iv)* diversificação estratégica (setorial) e internacionalização.

Como se percebe ao longo deste capítulo, boa parte dos diagnósticos apresentados há pouco menos de uma década ainda permanecem válidos. A formação de mão de obra evoluiu a partir desse período, bem como a estrutura de cursos de suporte. Contudo, o problema permanece, ao menos em parte, por conta da vigorosa evolução da demanda desde então. O restante das dimensões continua como problemas-chave, a despeito das mudanças da Petrobras em algumas encomendas de projeto básico.

Nesse mesmo período, a Petrobras produziu um diagnóstico sobre o setor de EPC, com foco nos problemas de *procurement* e montagem. Na apresentação *O EPC no Brasil – principais gargalos: visão Petrobras*, de outubro de 2006, a empresa destacou como principais entraves aqueles referentes: *i*) à quantidade insuficiente de empresas de engenharia operando contratos de EPC; *ii*) à qualificação deficiente das equipes de Engenharia; e *iii*) ao reduzido vínculo empregatício e grande rotatividade de mão de obra, direta e indireta; *iv*) falta de cultura de planejamento nas atividades de engenharia (Sá, Santos e Bassani, 2009). Ainda que parte importante das análises seja similar àquelas verificadas em estudos do PROMINP para EPC, ignoram-se questões referentes à inserção setorial dos grupos na dinâmica de concorrência. Neste caso o problema central parecia referir-se à incapacidade dos EPCistas brasileiros em atender às necessidades da estatal e aos prazos acordados e garantir custos competitivos com padrões internacionais.

Parte desse diagnóstico levou, como visto, à intensa política de qualificação e promoção destas empresas, que responderam com a ampliação da oferta, adequação da estrutura de profissionais e melhorias na gestão interna (ver subseção 3.2).

Contudo, mais para o final dos anos 2000, a descoberta do pré-sal modifica as possibilidades estratégicas para o setor petrolífero no Brasil, tanto para agentes privados, quanto para os interesses público e de empresas estatais. A escala prevista para as operações da indústria de óleo e gás no país adquirem magnitude expressiva e, em vários segmentos da indústria *offshore*, a demanda brasileira significará parcelas importantes, sendo a Petrobras a maior demandante mundial de parte dos serviços e equipamentos (por exemplo de estruturas flutuantes, equipamentos *subsea* e serviços para águas profundas e ultraprofundas). As medidas adotadas no início dos anos 2000 para recuperação da indústria parapetrolífera nacional, em geral bastante direcionadas à garantia doméstica e competitiva de produção, são insuficientes para promover todo o potencial que emerge da nova estrutura da cadeia.

O trabalho da ONIP (2010) é um dos pioneiros na identificação deste novo cenário. No escopo de suas proposições, o fortalecimento da engenharia brasileira figura como peça fundamental, seja por reconhecer seu papel de catalisador de encomendas domésticas, já apontado em estudos anteriores, mas também por situar como elemento indispensável para garantir perspectivas de desenvolvimento tecnológico autônomo da cadeia parapetrolífera nacional. O quadro 4 apresenta as proposições do referido estudo.

Regularmente, boa parte das recomendações são similares aos avanços daquelas propostas pelo PROMINP alguns anos antes. Algumas novidades na abordagem, contudo, merecem destaque.

Em primeiro lugar, promove-se associação entre as ações para consolidação setorial e a compatibilização com padrões de competitividade internacional, em linha com o que vem sendo discutido neste capítulo. A ênfase na garantia de centros nacionais de decisão é apresentada e somente pode ser exercida a partir de grupos com porte econômico competitivo e estratégias ativas de inserção na cadeia global.

QUADRO 4

Diretrizes do estudo da ONIP para disseminar conhecimento e inovação na cadeia de petróleo e gás nacional

Política I – Gerar e disseminar conhecimento e inovação ao longo da cadeia	
Frentes	Ações
Recuperação da engenharia básica	<ul style="list-style-type: none"> • orquestrar a formação de empresas de engenharia básica nacionais competitivas internacionalmente, envolvendo: <ul style="list-style-type: none"> - capitalização e acesso a fundos, - consolidação setorial em torno de duas a três empresas, - aquisição de empresas de engenharia internacionais. • acelerar o processo de desenvolvimento de competências em engenharia básica: <ul style="list-style-type: none"> - facilitando o “recrutamento/expatriação” de especialistas em engenharia básica de outros países para trabalhar nas empresas locais; - canalizando parte dos recursos do PNQP/PROMINP para formar engenheiros especializados no setor. • articular, junto aos operadores, uma demanda mínima/firme para projetos básicos locais (“<i>oftaker</i>”), garantindo uma curva de aprendizado ao setor e reduzindo a incerteza de investimentos privados; • estimular aperfeiçoamentos na forma de contratação de engenharia pelos operadores, motivando maior relacionamento entre fornecedores.
Aproximação do meio acadêmico e indústria	<ul style="list-style-type: none"> • possibilitar o acesso direto da indústria a recurso de P&D dentro de condições preestabelecidas; • fortalecer canais de interlocução da indústria junto ao meio acadêmico.
Disseminação do conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> • fomentar acordos/parcerias de cooperação técnica entre elos da cadeia, principalmente no que se refere às etapas do desenvolvimento tecnológico; • encorajar a diversificação do fornecimento para alavancar e disseminar conhecimento desenvolvido em outros setores.

Fonte: ONIP (2010).
Elaboração dos autores.

Outra importante ênfase deste estudo, em parte pelo se tratar de uma investigação abrangente sobre a cadeia de fornecedores, diz respeito ao posicionamento central que as empresas de engenharia devem exercer em uma indústria parapetrolífera dinâmica e competitiva. Poder-se-ia, adicionalmente, dizer que se trata de um instrumento imprescindível para que as empresas atuantes em equipamentos e serviços de óleo e gás possam transbordar, direta e indiretamente, tecnologia e capacitações para outros setores da indústria brasileira. Assim, a necessidade de políticas e instrumentos específicos para o segmento devem ser elaborados pelo Estado e instituições de suporte à indústria parapetrolífera local.

Por tratar-se de um setor extremamente sensível à instabilidade de mercado, por seus elevados custos fixos, a manutenção de gastos de P&D elevados, estratégia crucial para competitividade dinâmica neste setor, acabam preteridos ou reduzidos por estratégias defensivas, já enfatizadas nas subseções anteriores. Esse reconhecimento torna as políticas para engenharia de petróleo parte importante da estratégia de ciência e tecnologia nacional, como também já pode ser observado pelos avanços do Inova Petro.

A elaboração do referido programa de governo também leva em conta parte das propostas apresentadas pela ABCE ao longo dos últimos anos. Em diversos posicionamentos apresentados pela associação ao longo dos últimos anos.²¹ Entre as principais propostas, a utilização de instrumentos de financiamento e fiscais para promoção de isonomia de custos em relação às empresas estrangeiras, no Brasil e no Exterior, a formação de estruturas de P&D nas empresas de engenharia e a facilitação da aquisição/licenciamento de *softwares*. Além disso, a ABCE pleiteou maior participação na definição das políticas setoriais, criação mecanismos para previsibilidade e continuidade da demanda (em parte atendida por contratos de longo prazo da Petrobras) e criação de mecanismos de conteúdo local específicos para o setor.

Em relação ao Inova Petro, por fim, cabe enfatizar, sem pretensões de ser exaustivo na análise, que trata-se de um avanço importante e responde a boa parte das demandas apresentada ao longo da década. Segundo o *site* da FINEP,²² o programa pode ser resumido por:

O programa Inova Petro é uma iniciativa conjunta da FINEP e do BNDES, com o apoio técnico da Petrobras. Seu objetivo é fomentar projetos que contemplem pesquisa, desenvolvimento, engenharia, absorção tecnológica, produção e comercialização de produtos, processos e/ou serviços inovadores, visando ao desenvolvimento de fornecedores brasileiros para a cadeia produtiva da indústria de petróleo e gás natural.

O programa, que possui um orçamento de R\$ 3 bilhões e possibilidade de articulação de outras formas de suporte por parte da FINEP e BNDES é voltado para empresas de capital nacional que tenham projetos de P&D. Estes projetos devem estar associados a três temáticas, consideradas cruciais para o desenvolvimento da indústria parapetrolífera nacional:

- processamento de superfície – tecnologias aplicáveis no processamento que acontece nas plataformas/embarcações;
- instalações submarinas – tecnologias aplicáveis aos diversos equipamentos e dutos que ficam abaixo da lâmina d'água;
- instalações de poços – tecnologias aplicáveis ao poço no fundo do mar.

As empresas receberão suporte técnico e de gestão financeira, podendo, inclusive, receber aportes com participação de capital. A avaliação das propostas será realizada de maneira a evitar mecanismos de “tropicalização” de tecnologia estrangeira e, pode sugerir, adicionalmente, aproximação de projetos similares.

21. Diversos documentos, artigos e posições da ABCE. Disponíveis em <<http://www.abceconsultoria.org.br/documentos.htm>>. Acesso em abril de 2013.

22. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/pagina.asp?pag=programas_inovapetro>. Acesso em fevereiro de 2013.

A concepção do programa é, além disso, um enorme avanço institucional. Poucas foram as iniciativas que articularam adequadamente instituições de governo capazes de promover instrumentos de política e a Petrobras, o que passa credibilidade, facilitando a organização de iniciativas públicas e privadas que, muitas vezes, ocorreram de maneira excessivamente descentralizada e desarticulada.

Apesar do inegável avanço, algumas iniciativas importantes ainda não foram implementadas. Apesar de reconhecer, com limites mínimos de faturamento e patrimônio líquido, a necessidade de trabalhar com grandes empresas, os instrumentos para promoção de consolidação de grupos e internacionalização não estão organizados. Além disso, apesar de já estar em negociação, é imprescindível que se estabeleça maior compromisso da Petrobras com encomendas iniciais para as inovações geradas. Esse comprometimento é indispensável do ponto de vista financeiro, mas também pela oportunidade de agregar inovações adicionais a partir do uso final destes produtos/serviços.

Por fim, há de promover garantias adicionais acerca das estratégias inovativas que sucedem a aprovação do projeto. Um risco previsível é a adoção, posterior à inovação, de uma estratégia de rentabilidade de curto prazo, com baixo reinvestimento em novas e independentes estratégias de inovação. Uma forma de evitar esse mecanismo seria garantias de gasto mínimo com P&D financiado por percentual das receitas associadas à inovação gerada no programa.

Em síntese, esta subseção descreve os principais diagnósticos efetuados ao longo dos últimos dez anos para o setor de engenharia de petróleo no país, levando em conta os maiores avanços temáticos, bem como suas repercussões sobre políticas públicas, com foco no Inova Petro. A seção final apresenta algumas considerações finais sobre o estudo, indicando principais linhas de políticas a serem desenvolvidas nos próximos anos.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES DE POLÍTICA PÚBLICA

Este estudo teve como objetivo realizar um diagnóstico acerca da competitividade da engenharia de petróleo no Brasil, tendo como foco a dinâmica de concorrência no setor e as capacitações das empresas locais. Com esse propósito, foi dividido em duas partes principais: a primeira versou sobre as especificidades da indústria parapetrolífera, composta por todos os setores fornecedores da cadeia de petróleo e gás, indicando as peculiaridades inerentes ao setor de engenharia de petróleo e suas transformações recentes; e a segunda abordou a evolução histórica do setor de engenharia de petróleo no Brasil, passando pelos desafios enfrentados em seus anos de crise e caracterizando a evolução e obstáculos enfrentados ao longo dos últimos dez anos, quando os investimentos em petróleo e gás voltaram a impulsionar a indústria local.

Grosso modo, a primeira parte ilustra a evolução contemporânea na cadeira parapetrolífera como um amplo movimento estratégico das empresas para se repositonarem nas relações com a indústria de petróleo e gás. Ampliar seu porte econômico e poder de mercado, fortalecer suas capacitações tecnológicas e reestruturar seus mercados de atuação, seja complementando estratégias industriais e de serviços em “pacotes completos”, seja internacionalizando seus mercados, seja desfazendo-se de ativos em setores de menor lucratividade, aparecem como padrões estratégicos bem-sucedidos, guardadas as especificidades setoriais, para várias das empresas líderes.

Assim, o estudo define, do ponto de vista da inserção setorial, um perfil competitivo de empresa de engenharia de petróleo como sendo aquele em que:

- a) são combinadas, de maneiras distintas, capacitações em engenharia (projeto e/ou suprimentos e construção) com outras, que incluem desenvolvimento conceitual de soluções tecnológicas, fabricação de equipamentos, oferta de serviços de instalação e suporte, afretamento de equipamentos e estruturas ou operação das mesmas;
- b) é promovida ampliação dos mercados de operação, clientes em novas províncias petrolíferas, em estratégias de internacionalização e posicionamento global.
- c) realizam estratégias ativas de fusões e aquisições, seja para ampliar as capacitações e possibilidades de atuação, seja para promover internacionalização, ou simplesmente para ampliar o *market share* e eliminar concorrentes

Isso não significa que inexistam pequenos grupos bem-sucedidos na indústria parapetrolífera e, especialmente, no setor de engenharia de petróleo. Trata-se de um segmento bastante pulverizado, que comporta a existência de múltiplas estratégias. Contudo, parte importante das empresas pequenas/médias bem-sucedidas em trajetórias de inovação ou que tenham estabelecido relacionamento intersetorial favorável com pequeno grupo de empresas de petróleo/pequeno grupo de províncias, torna-se alvo imediato para aquisições por parte de grandes grupos, exceto quando envolvidas em pequenos nichos de mercado. Além disso, como podem ser observadas em quase todas as trajetórias tecnológicas importantes nos últimos trinta anos da indústria, as estratégias decisivas de inovação são conduzidas por empresas de petróleo e grandes grupos parapetrolíferos, com participações regionais ou específicas de grupos menores/especializados.

Ainda sobre o tema, cabe mais uma ressalva. A necessidade de promoção de estratégias de concentração e consolidação de grandes empresas e sua internacionalização não é incompatível com políticas para pequenos grupos, tecnologias especializadas e nichos de mercado. Contudo, o sucesso de uma estratégia parapetrolífera,

como a história de países de destaque demonstra, depende da existência de um ou alguns grandes grupos coordenadores da cadeia, capazes de articular e, inclusive, promover agentes de menor porte. Além disso, caso pequenos grupos venham a se tornar efetivamente alvo de aquisições, a presença de um grande grupo nacional pode funcionar como instrumento para consolidação patrimonial sem desnacionalização tecnológica e produtiva.

Partindo dos pressupostos analisados, empreendeu-se uma avaliação, na segunda parte do capítulo acerca da competitividade local em engenharia de petróleo.

A análise histórica ilustrou como se forma o setor no país e como, durante as décadas de 1980 e 1990, promoveu-se, durante o período de crise no setor, uma reorganização defensiva no mesmo. As empresas sobreviventes a este período passaram a operar marginalmente como projetistas em petróleo e gás, afastaram-se de parte importante das atividades mais inovadoras da indústria e, frente à instabilidade da demanda, foram obrigadas a operar com o mínimo de custos fixos necessários, inclusive de engenheiros. A retomada do setor promoveu, desde o início dos anos 2000, um reaquecimento rápido e intenso da atividade no setor, explicitando as deficiências acumuladas ao longo do referido período de crise. As características dessa retomada, verificadas por entrevistas realizadas com agentes do setor, podem ser sintetizadas por:

- a) do ponto de vista das empresas: ampliação do número de empresas atuantes no setor, parte delas retomando atividades que haviam sido interrompidas durante a crise; progressiva melhora em capacitações internas gestão, mas ainda insuficiente em alguns pontos centrais (controle e planejamento de *procurement* e montagem), especialmente para pequenas empresas de EPC; estratégias tipicamente defensivas, com pouca propensão à fusões/aquisições e P&D; estratégias, em boa parte dos EPCistas, de desinteresse por atividades de projeto básico; desinteresse, em boa parte dos projetistas, por diversificação de mercados e consolidação setorial; baixa propensão, em todos os agentes, à estratégias de internacionalização; baixa interação com universidade;
- b) do ponto de vista da Petrobras: elevado grau de internalização de projeto básico como estratégia de longo prazo, a despeito de inovações no relacionamento com engenharia consultiva nacional após 2005; estrutura contratual fragmentada, em parte por conta da legislação de licitações; dificuldades de implementar critérios técnicos na contratação, também por dificuldades relativas à legislação de licitações; baixo interesse na concentração do mercado local e promoção de grandes *players* nacionais; relacionamento tecnológico preferencial com parceiros estratégicos internacionais em setores de elevada inovação;

- c) do ponto de vista das instituições e estrutura de suporte: baixa oferta de mão de obra experiente e qualificada, ainda que o problema venha sendo tratado ao longo da década com políticas públicas e privadas; dificuldades para promover efetiva aproximação universidade-empresa; dificuldades para promover intercâmbio de mão de obra com empresas estrangeiras; dificuldades para promover internacionalização e consolidação setorial; melhorias recentes nas condições de financiamento da inovação e do fortalecimento de grupos de capital nacional.

Como enfatizado na última dimensão, parte das questões relevantes já vem sendo abordadas de maneira adequada pelas políticas públicas e privadas, especialmente no PNQP e Inova Petro. Em relação a este último instrumento, o casamento entre política de crédito direcionado (com benefício à empresa de capital nacional), com estratégias de inovação nacionais e consultoria para gestão financeira das estratégias são um poderoso impulso para o setor. Tendo como base as avaliações apresentadas, este estudo propõe algumas linhas de política a serem desenvolvidas:

- aprimorar os mecanismos regulatórios para divulgação da demanda planejada para projetos locais, garantindo bonificações (isenções, por exemplo) para operadores por volume e precisão – grau de acerto – das previsões. Essa medida garantiria maior regularidade e volume mínimo de projetos para grupos nacionais;
- estudar mecanismos para implementação efetiva de licitações por técnica e preço;
- estimular inserção de assistência técnica no escopo dos contratos para que a empresa de engenharia tenha *feedback* operacional;
- estudar mecanismos para contratação de “pacotes completos” (inclusive serviços) incluindo projeto nacional (bonificando fusões entre empresas locais ou parcerias de longo prazo com empresas estrangeiras);
- introduzir mecanismos de conteúdo local (com ponderação mais do que proporcional), para projeto básico de engenharia;
- ampliar os mecanismos para treinamento “*on the job*” de profissionais e estimular intercâmbio de trabalhadores e estudantes com empresas e universidades de províncias petrolíferas líderes. Instrumentos para aprimorar o Ciência Sem Fronteiras podem ser desenvolvidos;
- desenvolver mecanismos efetivos para integração universidade e empresas de engenharia. Utilizar, por exemplo, programas de iniciação científica em parceria com empresas privadas;

- criar instrumentos para facilitar aquisição/licenciamento de *softwares* e outros equipamentos/serviços de TI;
- promover consolidação de *players* nacionais por meio de mecanismos de crédito e capitalização especiais;
- promover “finamização” de projetos de engenharia, incluindo benefícios creditícios a produtos/empreendimentos contratados com projeto básico nacional (ou ponderação mais que proporcional no cálculo do CL do Finame);
- fortalecer o Inova Petro com instrumentos de exigência de médio e longo prazo de beneficiados – relação P&D/faturamento;
- desenvolver mecanismos para internacionalização dos grupos:
 - benefícios regulatórios para operadores estrangeiros que contratarem serviços de engenharia nacionais no exterior e/ou desenvolver projetos de longo prazo (ex.: pontuação especial de CL em rodadas ANP);
 - desenvolver acordos internacionais para parceria tecnológica em engenharia de petróleo – especialmente com províncias offshore em países em desenvolvimento;
 - desenvolver linhas de financiamento para exportação de serviços de engenharia em parcerias de longo prazo;
 - desenvolver linhas de financiamento e suporte a fusões e aquisições internacionais.

REFERÊNCIAS

ALONSO, P. **Estratégias corporativas aplicadas ao desenvolvimento do mercado de bens e serviços**: uma nova abordagem para o caso da indústria de gás natural no Brasil. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia de Produção). Curso de pós-graduação em engenharia – UFRJ. Rio de Janeiro, março de 2004.

ASSAYAG, M. **Engenharia básica da Petrobras**. Apresentação do Cenpes, Agosto de 2003.

_____. **Contrato de longo prazo para a Engenharia Básica do Cenpes**: um novo modelo de prestação de serviços técnicos. Apresentação do Cenpes-Engenharia Básica, fevereiro de 2005.

_____. **Fortalecimento da Engenharia Nacional**: desenvolvimento de projetos básicos no Brasil”. Apresentação de 6 de dezembro de 2012.

AZEVEDO, M. S.; ASSAYAG, M.; CANCELLARA, M.; SYRIO, M. **Fortalecimento da engenharia nacional**: desenvolvimento de projetos básicos no Brasil. Apresentação realizada no 9º Encontro Nacional do PROMINP, Belo Horizonte, 5 a 7 de Dezembro de 2012.

BJØRNSTAD, S. **Shipshaped**: kongsberg industry and innovations in deepwater technology, 1975-2007. Dissertação de doutorado submetida ao BI Norwegian School of Management. Oslo, 2009.

BRANDÃO, Ignácio de Loyola. **Para chegares ao que não sabes**: a história de uma organização brasileira. São Paulo: Promon, 2010.

DANTAS, E.; BELL, M. **Latecomer firms and the emergence and development of knowledge networks**: the case of Petrobras in Brazil. Research Policy n. 38, p. 829-844. Fevereiro de 2009.

DANTAS, R. M. A. **Odebrecht**: a caminho da longevidade saudável? Dissertação de mestrado submetida ao corpo docente do Instituto COPPEAD de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Rio de Janeiro, 2007.

ENR. **2012 ENR top international contractors**. Engineering News, Record. Disponível em: www.enr.construction.com. Acesso em: mar. 2013.

ERNST & YOUNG. **Engineering, procurement and construction (EPC)**: driving growth efficiently. Infrastructure Today, [S.l.: s.d.].

FREITAS, S. L. **Características das empresas de serviços de engenharia e a criação de capacitações dinâmicas**: o papel indutor da Petrobras. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia. São Paulo, 2012.

FREITAS, A. G.; FURTADO, A. T. Processo de aprendizagem da Petrobras: programas de capacitação tecnológica em sistemas de produção offshore. **Revista Brasileira de Energia**, v. 8, n. 1. SBPE, 2001.

FREITAS, S. L. T.U.; SALERNO, M. S.; MISSAWA, V. Impactos da Petrobras no desenvolvimento do setor de serviços de engenharia no Brasil. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 30, São Carlos, 2010.

GUERRA, E. **Tema III**: contratação de serviços de engenharia de projeto pela Petrobras – critérios de julgamento. Apresentação do PROMINP – E&P-17: fortalecimento da estrutura das empresas de engenharia de projetos para a indústria de petróleo e gás, sua capacitação tecnológica e sustentabilidade. [S.d.].

IBGE. **Pesquisa Anual dos Serviços (PAS)**. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: mar. 2013.

_____. **Pesquisa Industrial Anual (PIA)**. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: mar. 2013.

IOOTY, M. Mudanças no ambiente competitivo e novas estratégias tecnológicas: uma análise baseada nas estatísticas de patentes das principais empresas das principais empresas parapetrolíferas a partir dos anos 1980. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 3, n. 2, Julho/Dezembro de 2004.

LOOTS, P. e HENCHIE, N. **Worlds apart**: EPC and EPCM contracts – risk issues and allocation [Mimeo]. London, Mayer Brown, 2007.

MALLESONS, S. J. **EPC contracts**: oil & gas sector. Going Beyond, 2004.

ORGANIZAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO (ONIP). **Oportunidades e desafios da agenda de competitividade para construção de uma política industrial na área de petróleo**: propostas para um novo ciclo de desenvolvimento industrial. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <www.onip.com.br>. Acesso em: mar. 2013.

PESTANA, C.; ESPÍRITO SANTO, E. Gasoduto: uma análise das etapas do projeto de implantação. **Revista Vetor**, Rio Grande, v. 21, n. 2, 44-59, 2011.

PETROBRAS. **Histórico de investimento nominal**. Disponível em: <http://www.investidorpetrobras.com.br/pt/destaques-operacionais/investimentos/>. Acesso em: mar. 2013.

ROCHA, F. **Sector de engenharia**: estudo da competitividade da indústria brasileira de bens e serviços do setor de petróleo e gás (IND-P&G-28). PROMINP, [S.d.].

RUAS, J. A. G. **Dinâmica de concorrência na indústria parapetrolífera offshore**: evolução mundial do setor de equipamentos *subsea* e o caso brasileiro. Tese (Doutorado em Ciências Econômicas). Campinas-SP: Instituto de Economia – Unicamp, maio de 2012.

SÁ, M. F. de; SANTOS, J. A. N. dos; BASSANI, D. L. Conceitos de gestão do conhecimento aplicados ao gerenciamento de contrato *offshore*, modalidade EPC. **V Congresso Nacional de excelência em gestão**, Julho de 2009.

SABBATINI, R. C. **Relatório engenharia consultiva no Brasil**: desafios e oportunidades. ABDI, Agosto de 2011.

SCHERER, F. L. **Negócios internacionais**: a consolidação de empresas brasileiras de construção pesada em mercados externos. Tese (Doutorado). Belo Horizonte: Centro de pós-Graduação e Pesquisas em Administração – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 2007.

WEST, M. **Assessment of the engineering design capability and capacity in the oil and gas sector in Western Australia.** Report for the Department of Commerce [Mimeo]. Setembro de 2011. Disponível em: <www.commerce.wa.gov.au/scienceinnovation/PDF/Publications/Engineering-DesignCa.pdf>. Acessado em: dez. 2012.

WILLIAMSON, O. E. Examining economic organization through the lens of contract. **Industrial and Corporate Change**, Oxford, v. 12, p. 917, Aug. 2003.

UTC ENGENHARIA. **Ultratec** – UTC engenharia: mais de trinta anos de trabalho e realizações. Dezembro de 2006.

POSSIBILIDADES DE FOMENTO ÀS FIRMAS BRASILEIRAS DE ENGENHARIA DE PROJETO DA INDÚSTRIA NAVAL^{1,2}

Mário José Barbosa Cerqueira Junior³

1 INTRODUÇÃO

A indústria naval brasileira, que se desenvolveu muito desde sua instalação em bases modernas, no final dos anos 1950, por iniciativa do presidente Juscelino Kubitschek (JK), teve seu apogeu no final da década de 1970. A partir daí, sofreu um declínio progressivo que culminou com sua quase desativação no final dos anos 1990. Nesse período de grandes dificuldades e baixa produção, apenas alguns estaleiros conseguiram manter-se ativos e prosseguir na produção de embarcações, com níveis de atividade abaixo do que sua capacidade instalada poderia atender.

A paralisia que assolou a indústria naval no Brasil entre as décadas de 1980 e 1990 deixou graves sequelas nos estaleiros nacionais. De acordo com Nelson Carlini,⁴ isto fez com que os principais estaleiros da época, que tinham seu próprio quadro de engenharia de projetos, nos quais eram desenvolvidos seus projetos básicos, conceituais e de detalhamento com *expertise* reconhecida, terceirizassem ou desmobilizassem estes departamentos, como medida de redução de custos. Tal fato pode ser verificado pela criação das duas principais empresas nacionais de engenharia de projetos navais no Brasil, a Projemar, fundada a partir de um núcleo de engenheiros oriundos dos estaleiros EMAQ e Verolme, e a KROMAV, cujo quadro técnico teve origem do estaleiro da Ishibras. Esta crise também fez com que vários profissionais da área de projetos navais migrassem para outras atividades. Com isso, houve um desestímulo na formação de mão de obra (MO) especializada em projetos navais.

Em 1998, foi iniciado um movimento de retomada da produção, impulsionado pelas encomendas da Petrobras para o aumento da produção de petróleo em alto-mar. As primeiras embarcações produzidas nesta nova fase eram navios de apoio

1. Este capítulo foi publicado anteriormente em fevereiro de 2014, na coleção Texto para Discussão do Ipea, número 1929.

2. Estudo elaborado no âmbito do projeto Oportunidades e Desafios para a Infraestrutura e os Serviços no Brasil, do programa Diagnósticos, Perspectivas e Alternativas para o Desenvolvimento do Brasil, realizado pelo Ipea em parceria com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).

3. Consultor no programa Diagnósticos, Perspectivas e Alternativas para o Desenvolvimento do Brasil.

4. Engenheiro e ex-presidente da Docenave e Wilson & Sons, atualmente presidente da LOGZ Logística Brasil. Entrevista realizada pelo autor deste capítulo em março de 2013.

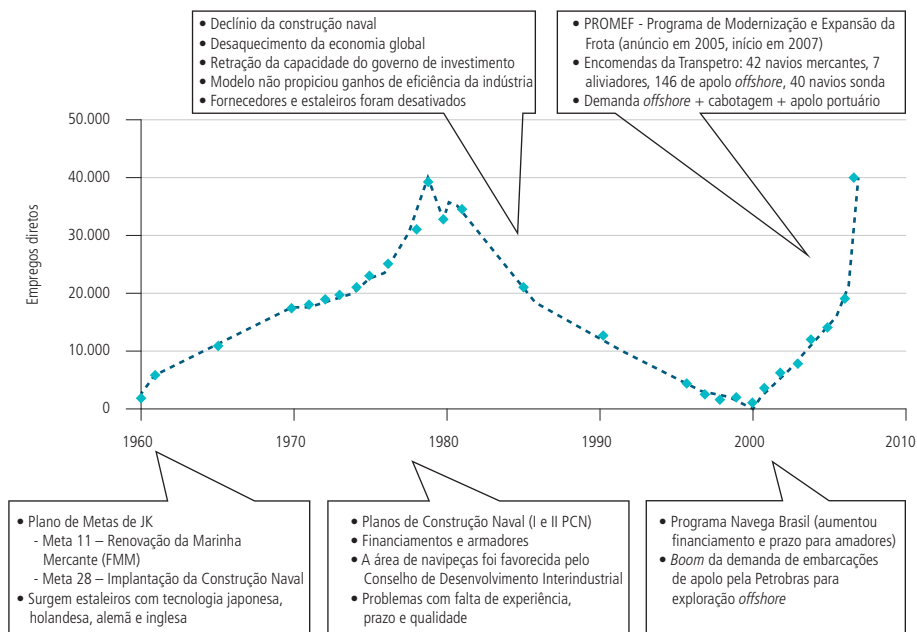
a plataformas de exploração e produção de petróleo. Posteriormente, em 2001, a Petrobras lançou seu Programa de Modernização da Frota de Apoio Marítimo (Prorefam), estabelecendo no edital de concorrência internacional a exigência de navios de bandeira brasileira, o que estimulou a construção local destes navios e criou o primeiro impacto na reativação dos estaleiros.

Em 2006, a Petrobras Transporte (Transpetro) selecionou, em licitação pública, os estaleiros que construiriam os primeiros 23 novos petroleiros para a modernização e a expansão de sua frota. Isto mudou a escala da indústria naval brasileira, assegurando a ocupação dos estaleiros e a criação de milhares de novos empregos especializados.

Finalmente, em 2007, a indústria naval foi inserida nos objetivos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), do governo federal, como um dos setores de maior relevância para o cumprimento dos objetivos estratégicos do país de geração de emprego e renda. Foram assegurados, assim, os recursos necessários para os investimentos em infraestrutura e para a expansão e a modernização dos estaleiros nacionais, uma condição indispensável para o atendimento da demanda por navios e plataformas.

O gráfico 1 ilustra o ciclo recente de desenvolvimento da construção naval no Brasil, tomando como referência a evolução do número de empregados diretos do setor.

GRÁFICO 1
Ciclo de desenvolvimento da construção naval brasileira (1960-2010)



Fonte: Favarin (2011).

A indústria naval, em todo o mundo, é considerada de importância estratégica para os países e é apoiada e incentivada pelos governos. Por suas características de mobilização de grandes contingentes de MO e de vastos recursos financeiros, bem como pelo alto fator de multiplicação que proporciona ao longo de toda a sua cadeia produtiva, esta indústria influi na economia dos países.

No Brasil, o governo, com o objetivo de revitalizar a indústria naval, que já é a sexta do mundo em volume de encomendas (Cardoso, Romero e Miguez, 2009), vem adotando algumas medidas, tais como: a inclusão desta indústria no PAC; a imposição de conteúdo local; o aumento dos recursos disponíveis para financiamento pelo Fundo de Marinha Mercante (FMM); a criação do Fundo de Garantia da Construção Naval (FGCN); e as isenções fiscais a estaleiros e à indústria de navieças. Tais medidas já estão alavancando muitos investimentos na indústria naval brasileira, que poderão ainda ser incrementados com a exploração do pré-sal.

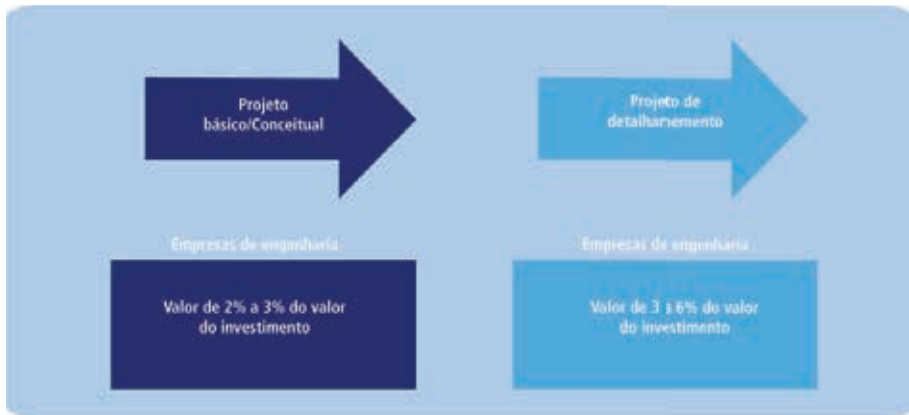
Para atender de maneira eficiente a tais investimentos, faz-se necessária a existência de empresas especializadas em engenharia de projetos navais no Brasil. Assim como em outras áreas, os serviços de desenvolvimento de projetos navais demandam trabalho intelectual muito intenso, em que a experiência, a qualificação e a criatividade dos engenheiros e dos projetistas tornam-se os principais ativos competitivos da empresa. Esta atividade envolve risco, uma vez que a responsabilidade pelas especificações, a eficiência e a segurança do equipamento recaem, em grande medida, sobre as empresas de projetos.

As empresas de projetos navais, por sua natureza, têm capacidade de disseminação de novas tecnologias para o interior da cadeia produtiva naval, bem como para o desenvolvimento de produtores locais. Também representam uma ponte importante entre empresa e universidade, devido às características próprias de sua MO – alta qualificação e mobilidade. A presença de quadros técnicos nas empresas provenientes dos centros de pesquisa representa uma fonte de transferência de conhecimento gerado nas universidades para o setor privado, cuja principal característica é a rapidez com que permite a difusão de soluções tecnológicas produzidas nos laboratórios.

As empresas de engenharia de projetos navais são, quase sempre, um dos elos com menor poder de barganha na cadeia da indústria naval. De acordo com Gerson Machado,⁵ o valor de referência para as etapas de projetos de um navio podem variar de 5% a 9% do valor do investimento, como pode ser visto na figura 1.

5. Diretor da Sólido Engenharia, em entrevista realizada em setembro de 2012.

FIGURA 1
Valor de referência para projetos de navio



Elaboração do autor.

Atualmente, os escritórios de engenharia brasileira são contratados na maioria das vezes apenas para detalhar projetos de embarcações que já vêm prontos do exterior. As empresas de engenharia naval voltaram a crescer no Brasil incentivadas, principalmente, pelos investimentos da Petrobras, que estabeleceu níveis elevados de nacionalização – de pelo menos 65% – das embarcações que navegam no país. Há muito trabalho no horizonte, portanto, mas poucas vezes os escritórios nacionais são contratados para fazer o projeto básico e conceitual destas embarcações. Eles são chamados para fazer o detalhamento dos projetos que os estaleiros compram no exterior ou de empresas estrangeiras aqui instaladas. Extremamente disputado, o mercado de projetos básicos e conceituais é dominado por empresas tradicionais de países como Noruega, Holanda, Itália, Austrália e Inglaterra.

No Brasil, a demanda de navios não é exclusividade das petroleiras, já que outros setores da economia nacional também estão aquecidos. Como exemplo disso, tem-se os setores de mineração e logística, especificamente com a Vale e a Log-In. Outro setor com enorme potencial de crescimento é o de hidrovias.

Segundo informações de Sergio Leal,⁶ ainda que o país tivesse hoje empresas de engenharia capacitadas em quantidade suficiente para produzir os projetos dos vários tipos de embarcação, provavelmente elas não conseguiriam atender à demanda, ou teriam muita dificuldade em fazê-lo, em função da carência de engenheiros especialistas. Por isso, é preciso adotar novas medidas e intensificar

6. Secretário-executivo do Sindicato Nacional da Indústria da Construção e Reparo Naval e *Offshore* (Sinaval), em entrevista realizada em fevereiro de 2013.

as existentes para induzir este desenvolvimento pleno dos serviços de engenharia de projetos navais no Brasil.

O Brasil tem hoje, talvez, a maior oportunidade da história para se tornar protagonista no cenário mundial, mas as carências apresentadas são proporcionais à oportunidade. Sem planejamento, visão de longo prazo e investimentos que gerem competitividade para a indústria nacional, o país perderá o *timing* e terá de importar grande parte do que poderia ser produzido localmente. O aproveitamento destas oportunidades para a consolidação da indústria naval brasileira depende da superação de diversos obstáculos, e um dos mais estratégicos é a capacitação de engenharia de projeto.

Por esse motivo, este trabalho busca dar subsídios à elaboração e ao aprimoramento de políticas públicas de fomento às firms brasileiras de engenharia de projeto, mais especificamente aquelas voltadas para a indústria naval. Ao longo dos estudos desenvolvidos, constatou-se na literatura certa escassez de referenciais analíticos capazes de garantir tal fomento, tornando a abordagem deste trabalho ainda mais relevante.

Este capítulo está dividido em oito seções. Após esta breve introdução, a seção 2 apresenta os principais objetivos; a seção 3 traz um breve contexto sobre a indústria naval; a seção 4 apresenta a metodologia; na seção 5 é feita a caracterização dos projetos de engenharia naval; na seção 6 é realizada a caracterização das empresas consultivas; na seção 7 são analisadas as proposições de políticas; e, na seção 8, são apresentadas as considerações finais.

2 OBJETIVO

O objetivo deste estudo é avaliar as necessidades e as possibilidades de fomento às firms brasileiras de engenharia de projeto, mais especificamente aquelas da indústria naval, e também oferecer um diagnóstico capaz de orientar a formulação, a implementação e a avaliação de políticas de apoio que fortaleçam este segmento de serviços.

Os objetivos gerais deste projeto estão descritos a seguir.

- 1) Avaliar as possibilidades de fomento às firms de engenharia de projeto naval, o que poderá contribuir para iniciativas de estímulo ao setor da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).
- 2) Analisar os desafios e as potencialidades da engenharia de projetos para a construção naval no Brasil e propor sugestões de políticas públicas.

O projeto apresenta, ainda, objetivos específicos, conforme resumidos adiante.

- 1) Caracterizar os principais tipos de projetos de engenharia naval.
- 2) Avaliar o nível de capacitação das principais consultorias de engenharia de projetos navais no Brasil.
- 3) Analisar o nível de exigência técnica dos principais contratantes de projetos de engenharia naval no Brasil.
- 4) Examinar as principais recomendações técnicas para os projetos de engenharia por parte das empresas de construção naval, da Marinha e de institutos de ciência e tecnologia (ICTs).

O projeto naval que é objeto deste estudo só faz referência a navios e embarcações. Não estão inclusos projetos de plataformas e sondas.

3 CONTEXTO

Para o atendimento dos objetivos deste projeto, faz-se necessário analisar as principais fases e atores envolvidos na cadeia de produção naval, conforme pode ser visto no quadro 1.

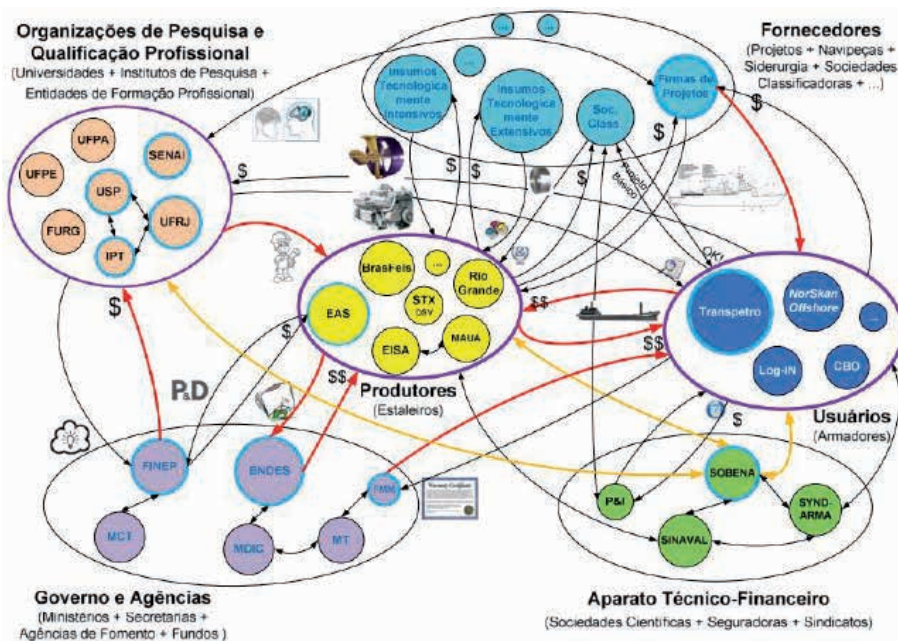
QUADRO 1
Visão geral da cadeia naval

Definição do uso do navio	Projeto do navio	Definições de uso de navio			Montagem
		Projeto	Insumos de produção	Produção	
<ul style="list-style-type: none"> • Armador define as características gerais do navio • Avaliação dos volumes de carga • Identificação das capacidades dos portos de atracação 	<ul style="list-style-type: none"> • Escritório especializado realiza o projeto detalhado do navio • Projeto estrutural • Especificação de materiais, peças e equipamentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Peças e equipamentos para atender às especificações do navio • Especificação dos insumos (com adequação à capacidade do parque industrial local quando possível) 	<ul style="list-style-type: none"> • Fornecimento dos materiais com especificações definidas no projeto • Produção e suprimentos das peças para produção de equipamentos • Classificação dos insumos e peças utilizadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Execução dos projetos de equipamentos • Classificação do processo produtivo e das peças e equipamentos finais 	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais, peças e equipamentos utilizados na produção de navios dentro dos estaleiros • Classificação do navio

Fonte: Cardoso, Romero e Miguez (2009, p. 42).

A figura 2 esquematiza os principais atores constituintes da indústria brasileira de construção naval, bem como suas ligações.

FIGURA 2
Principais atores constituintes da indústria brasileira de construção naval



Fonte: Araújo, Dalcol e Longo (2011).

Obs.: imagem cujo leiaute e textos não puderam ser padronizados em virtude das condições técnicas dos originais disponibilizados pelos autores para publicação (nota do editorial).

Como é possível observar, a construção naval (produtores) representa o conjunto de estaleiros que trabalha, sob encomenda, na montagem ou no reparo de navios e plataformas. A seguir, destaca-se uma pequena descrição dos demais atores constituintes da indústria brasileira de construção naval (Araújo, Dalcol e Longo, 2011).

- 1) Usuários ou demandantes: trata-se dos armadores públicos, privados ou das Forças Armadas que demandam as embarcações e as plataformas para o desenvolvimento de suas operações.
- 2) Fornecedores: representados por indústrias complementares, situadas à montante na cadeia de suprimentos, como engenharia consultiva de projetos navais, navepeças, siderurgia, metalurgia, metal-mecânica e serviços técnicos especializados.
- 3) Aparato técnico-financeiro: subsistema composto por sociedades classificadoras, seguradoras e bancos, ou grupos de investidores em capital de risco.

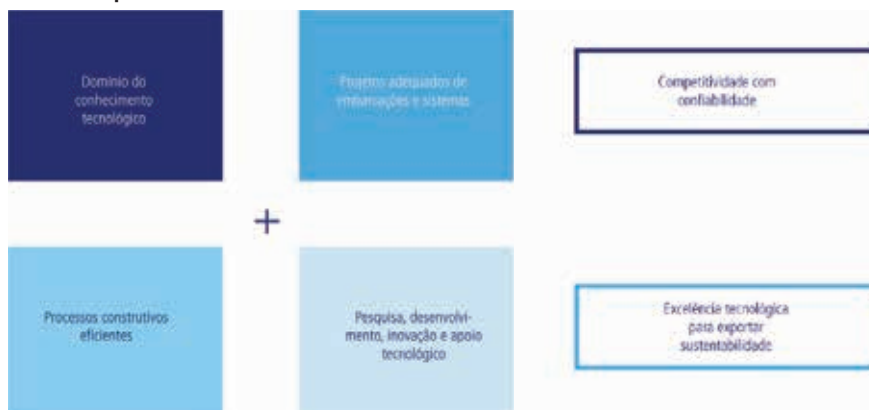
- 4) Organizações de pesquisa e qualificação profissional: universidades, escolas técnicas, institutos de pesquisa, sindicatos e associações profissionais que desenvolvem estudos e pesquisas relacionados à indústria de construção naval e qualificam profissionais para atuação. No Brasil são representadas, entre outras, por: Universidade de São Paulo (USP), Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal Fluminense (UFF), Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai), Sociedade Brasileira de Engenharia Naval (Sobena), Sindicato Nacional da Indústria da Construção e Reparo Naval e *Offshore* (Sinaval) e Sindicato Nacional das Empresas de Navegação Marítima (Syndarma).
- 5) Governo e agências: representam os poderes públicos federal, estaduais e municipais, com seus ministérios e secretarias, que emanam das políticas públicas industriais, operacionalizadas por suas agências, autarquias e empresas. No Brasil, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), o Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) e o Ministério de Minas e Energia (MME), além de FINEP, BNDES, Agência Nacional do Petróleo (ANP), Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro), Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), Petrobras⁷ e Transpetro, representam as principais organizações brasileiras que possuem participação direta no setor de construção naval.

Este estudo irá abranger esses principais atores da indústria naval no Brasil. Segundo Carlos Daher Padovezi,⁸ para esta indústria ser forte e importante no Brasil, precisa-se de: *i*) competitividade com confiabilidade; e *ii*) excelência tecnológica para exportar sustentabilidade, conforme pode ser visto na figura 3, que apresenta em uma de suas componentes a engenharia de projetos, reforçando sua importância para o setor.

7. A Petrobras e a Transpetro são, na prática, usuárias, mas podem aparecer também como "governo e agência", devido ao seu papel de executor de política pública.

8. Diretor de operações e negócios do IPT, em entrevista realizada em dezembro de 2012.

FIGURA 3
Competitividade da indústria naval



Elaboração do autor.

Segue uma pequena avaliação da demanda dos principais usuários da indústria naval brasileira. Pode-se verificar que existe potencial de contratação de navios em estaleiros nacionais.

1) Segmento: petróleo e gás

a) o motor da indústria naval brasileira é a Petrobras. A estatal estima que, até 2020, serão necessários 568 barcos de apoio e especiais, 94 plataformas e 65 sondas (Goldberg, 2011);

b) o Programa de Modernização e Expansão da Frota (PROMEF) tem peso significativo, pelos valores envolvidos até agora: R\$ 9,6 bilhões em encomendas. Os 49 navios, com índice mínimo de nacionalização de 65% a 70%, têm entregas estimadas para até 2015 (*op. cit.*);

c) o Plano de Renovação da Frota de Embarcações de Apoio da Petrobras agrega 146 embarcações de apoio (54 para manuseio de âncoras, 10 para atividades de reboque, 64 para atividades de suprimento e 18 para recolhimento de óleo) (*op. cit.*); e

d) em paralelo à renovação da frota de petroleiros, corre outro programa da Petrobras – Empresas Brasileiras de Navegação (EBN) –, de fretamento, cujo objetivo é reduzir a dependência do mercado externo de fretes. São 39 embarcações no total, 19 na primeira fase, com prazos de entrega até 2014, e 20 na segunda, com previsão de começar a operar entre 2013 e 2017 (*op. cit.*).

2) Segmento: transporte marítimo – longo curso

a) neste segmento, a maior parte das encomendas dos armadores que atuam no país é feita em estaleiros do exterior. O principal exemplo desta prática é a Vale.

- 3) Segmento: transporte marítimo – cabotagem
- a) existe um grande potencial para cabotagem no Brasil, que possui aproximadamente 8 mil km de costa;
 - b) de acordo com a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), a cabotagem cresceu 41,2% nos últimos dez anos;
 - c) segundo relato do diretor da Log-In (Goldberg, 2011), existe um potencial para que o volume movimentado por cabotagem seja quadruplicado nos próximos anos; e
 - d) um dos principais *players* deste mercado é a empresa Log-In, que nos últimos anos encomendou cinco navios porta-contêineres com capacidade para 2.800 TEUs⁹ e dois navios graneleiros para atuar na cabotagem brasileira (*op. cit.*).
- 4) Segmento: transporte fluvial
- a) existe um grande potencial hidroviário no Brasil, que possui mais de 40 mil km de rios navegáveis (Cardoso, Romero e Miguez, 2009);
 - b) há investimentos de R\$ 546 milhões aprovados e considerados prioritários pelo FMM para a construção de 148 navios fluviais (124 barcas e 24 empurra-adores), além de R\$ 2,6 bilhões previstos pelo governo federal no PAC 2 até 2014 para melhorar a navegabilidade dos rios do país;
 - c) existem grandes oportunidades para utilização de transporte hidroviário, em especial no transporte de minérios, grãos e combustíveis;
 - d) estão em estudo alterações na legislação de construção de hidrelétricas, tornando obrigatória a construção de eclusas; e
 - e) há ainda o PROMEF Hidrovias, para a construção de vinte comboios – vinte empurra-adores e oitenta barcas – de transporte de etanol. Os investimentos somam US\$ 239,1 milhões e a empreitada será executada pelo estaleiro Rio Tietê, em instalação em Araçatuba (SP) para cumprir este contrato. O primeiro comboio deverá ser entregue no primeiro semestre de 2013, com conteúdo nacional de 70% (Goldberg, 2011).
- 5) Segmento: Forças Armadas
- a) pode-se citar o Plano de Articulação e Equipamento da Marinha do Brasil (PAEMB) para o período de 2011 a 2031, com previsão de aquisição de: dois navios-aeródromo, quatro navios de propósitos múltiplos (NPM), trinta navios-escolta, doze navios-patrolha oceânicos (NPaOc) de 1.800 toneladas (t), quarenta e seis navios-patrolha da classe Macaé (500 t) e cinco navios de apoio logístico (NAPLog);
 - b) outro programa da Marinha de destaque é o Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), pacto firmado em 2009 entre Brasil e França, cuja

9. TEU significa unidade equivalente a vinte pés (*twenty feet equivalent unit*).

principal alínea trata da transferência de tecnologia francesa para as empresas brasileiras, que fornecerão peças e serviços para o programa. O coração do acordo, porém, é o reator nuclear, que está sendo desenvolvido inteiramente no país, pela Marinha; e

c) ainda existem algumas possibilidades de demanda por parte do Exército, principalmente barcos e lanchas de apoio para patrulhamento na Amazônia.

6) Segmento: lanchas de luxo e iates

a) nos últimos salões náuticos (*boat shows*), os estaleiros nacionais venderam tudo o que podiam, mas não deram conta da demanda, abrindo caminho para os importados (Goldberg, 2011);

b) as pesquisas indicam que o Brasil consome 1,5% do mercado mundial de luxo, mas pode chegar a 5% em 2025 (*op. cit.*).

Conforme visto anteriormente, a demanda por embarcações em todos os segmentos do transporte marítimo no Brasil apresenta crescimento e grandes oportunidades, que podem fomentar o setor de engenharia consultiva naval, no sentido de conceber projetos mais eficientes e adaptados à realidade brasileira.

Além da demanda descrita, a construção naval também pode ser influenciada pelos seguintes fatores: *i*) substituição dos navios sucateados; *ii*) substituição de navios devido às imposições de normas e regulamentos internacionais; e *iii*) avanços tecnológicos e adequação às necessidades do tráfego. Em todos estes fatores, a engenharia consultiva naval tem papel relevante.

4 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos a serem adotados neste projeto envolvem basicamente revisão bibliográfica e entrevistas com atores-chave de entidades ligadas à engenharia naval no Brasil.

A revisão bibliográfica foi feita nos acervos da biblioteca do Ipea e da biblioteca Setorial do Departamento de Engenharia Naval da USP; nas bases de dados da Scientific Electronic Library Online (SciELO); em artigos originais e de revisão sobre o tema; e em revistas e na internet. As entrevistas com atores-chave tiveram como objetivo coletar as principais percepções sobre a engenharia consultiva de projetos navais no Brasil e seus limitantes, além de recolher contribuições para a formulação de recomendações para o aperfeiçoamento deste setor no Brasil.

A vertente experimental desta pesquisa teve como objetivo propiciar a coleta de dados primários, obtidos, principalmente, por meio de: aplicação de questionário estruturado a profissionais gestores e tomadores de decisão nos estaleiros, nos armadores e nas empresas de projetos navais (apêndice A); e realização de entrevistas

semiestruturadas (apêndice B) com profissionais vinculados significativamente ao objeto de estudo, com notória experiência profissional ou acadêmica dentro da indústria brasileira de construção naval.

Os questionários estruturados constantes nos apêndices A e B estão divididos nos seguintes temas, a serem utilizados na seção referente à caracterização das empresas projetistas: *i)* características da organização; *ii)* MO e treinamento; *iii)* gestão de projetos e contratação; e *iv)* políticas públicas.

As técnicas de coleta utilizadas, em adição à consolidação dos resultados do questionário e à análise dos dados, foram relevantes para auxiliar os procedimentos metodológicos propostos.

Na etapa da pesquisa de campo, realizada entre setembro de 2012 e março de 2013, foram entrevistados presencialmente 33 profissionais que atuam diretamente no esforço de retomada da construção naval, ou o acompanharam proximamente, por distintos prismas.

Sobre a vertente experimental, ainda é relevante destacar que:

- a duração das entrevistas variou de duas horas e quinze minutos a quatro horas e quinze minutos, com uma média de duas horas e trinta minutos por encontro;
- os profissionais entrevistados têm entre dez e trinta anos de experiência profissional, associados a uma sólida formação acadêmica, inclusive em nível de pós-graduação *stricto sensu*; e
- os entrevistados são tomadores de decisão e/ou gestores nas organizações em que desenvolvem suas atividades profissionais, estando aptos e habilitados tecnicamente para responder por suas organizações.

Dado o interesse exclusivamente acadêmico da pesquisa, e levando-se em consideração a ética científica e profissional, nenhuma informação confidencial ou estratégica das organizações representadas pelos entrevistados será divulgada ou compartilhada pelo pesquisador neste documento ou em qualquer outro proveniente deste estudo.

Os entrevistados, descritos conforme sua qualificação acadêmica e enquadramento funcional, foram divididos nos seguintes grupos de atuação: *i)* projetos – empresas de engenharia consultiva naval; *ii)* ICTs – neste caso, a USP e o IPT; *iii)* classificadoras – sociedades classificadoras; *iv)* armadores; *v)* estaleiros; *vi)* entidades – neste estudo, Sobena e Sinaval; e *vii)* apoio – empresas especializadas em inovação. Os entrevistados estão apresentados no quadro 2, estruturado a partir destes grupos.

QUADRO 2
Perfil dos entrevistados

Nome	Formação	Cargo/empresa	Grupo
Gerson Machado	Engenheiro naval pela USP; mestre e doutor em engenharia naval pela USP.	Diretor da Sólido Engenharia.	Projetos
Kenhitiro Kurihara	Engenheiro naval pela USP.	Diretor da KROMAV Engenharia Ltda.	Projetos
Ricardo Araújo de Andrade	Engenheiro naval pela UFRJ.	Diretor da CSR Naval & <i>Offshore</i> .	Projetos
Jorge Gomes Ribeiro	Engenheiro mecânico pela UFRJ.	Diretor da CSR Naval & <i>Offshore</i> .	Projetos
Tomazo Garzia Neto	Engenheiro naval pela USP.	Presidente da Projemar Engenharia Ltda.	Projetos
Marco Aurélio A. Barros	Engenheiro naval pela UFRJ.	Diretor da Projemar Engenharia Ltda.	Projetos
Marcos Cueva	Engenheiro naval pela USP.	Diretor da Oceânica <i>Offshore</i> .	Projetos
Arthur de Almeida Júnior	Engenheiro naval pela USP.	Diretor da Oceânica <i>Offshore</i> .	Projetos
Paulo Lemgruber	Engenheiro naval pela UFRJ.	Diretor da Interocean Engenharia & <i>Ship Management Ltda.</i>	Projetos
Leonardo Lemgruber	Engenheiro naval pela UFRJ.	Diretor da Interocean Engenharia & <i>Ship Management Ltda.</i>	Projetos
Eduardo Craddock	Engenheiro naval pela UFRJ.	Gerente da Interocean Engenharia & <i>Ship Management Ltda.</i>	Projetos
Roberto Grabowsky	Engenheiro naval pela UFRJ.	Gerente da PRX Engenharia Ltda.	Projetos
José Vanni Filho	Oficial da Marinha do Brasil.	Diretor da Empresa Gerencial de Projetos Navais (Emgepron).	Projetos
Kouiti Navate	Engenheiro naval pela UFRJ.	Gerente de projetos da Emgepron.	Projetos
Edgar Cerveira Dias Sobrinho	Oficial da Marinha do Brasil.	Gerente comercial da Emgepron.	Projetos
Eduardo Câmara	Engenheiro naval pela UFRJ.	Principal pesquisador da Det Norske Veritas (DNV) Ltda.	Classificadoras
Ângelo Baroncini	Engenheiro naval pela UFRJ.	Presidente da Norsul Companhia de Navegação.	Armadores
Carlos Alberto Carloni	Engenheiro naval pela UFRJ.	Diretor da Norsul Companhia de Navegação.	Armadores
Luís Felipe Freire	Engenheiro naval pela UFRJ.	Gerente de docagem da Norsul Companhia de Navegação.	Armadores
Paulo Roberto Neves Bezerra	Engenheiro naval pela UFRJ.	Gerente de projetos navais da Vale S.A.	Armadores
Maurício de Oliveira Prado	Engenheiro naval pela UFRJ.	Gerente-geral de gestão do PROMEF da Transpetro.	Armadores
Isaias Quaresma Masetti	Engenheiro naval pela USP; mestre e doutor em engenharia naval pela USP.	Gerente-geral de desenvolvimento e inovação tecnológica da Transpetro.	Armadores
Haroldo José Siqueira da Igreja	Engenheiro naval pela UFRJ.	Consultor sênior da Transpetro.	Armadores
Nelson Carlini	Engenheiro naval pela USP.	Presidente da LOGZ Logística Brasil S.A.	Armadores
Jaime Luiz Patrício Fernandes	Engenheiro mecânico pela UFRJ.	Diretor do Estaleiro Ilha S.A. (Eisa).	Estaleiros
Rui Carlos Botter	Engenheiro naval pela USP; mestre e doutor em engenharia naval pela USP.	Professor titular do curso de engenharia naval da USP.	ICTs
Cláudio Miller	Engenheiro naval pela USP; mestre e doutor em engenharia naval pela USP.	Professor adjunto do curso de engenharia naval da USP.	ICTs
Carlos Daher Padovezi	Engenheiro naval pela USP; mestre e doutor em engenharia naval pela USP.	Diretor de operações e negócios do IPT.	ICTs
James Manoel Guimarães Weiss	Engenheiro naval pela USP; mestre e doutor em engenharia naval pela USP.	Gerente do IPT.	ICTs
José Carlos Zanutt	Engenheiro naval pela USP; mestre e doutor em engenharia naval pela USP.	Diretor do Centro de Engenharia Naval e Oceânica do IPT (CNaval).	ICTs
Luiz Felipe Assis	Engenheiro naval pela UFRJ; mestre e doutor em engenharia naval pela UFRJ.	Diretor da Sobena.	Entidades
Sérgio Leal	Engenheiro naval pela USP.	Secretário executivo do Sinaval.	Entidades
Paulo Chebat	Administrador pela Fundação Getúlio Vargas (FGV-SP) de São Paulo.	Gerente de inovação da Global Approach Consulting do Brasil.	Apoio

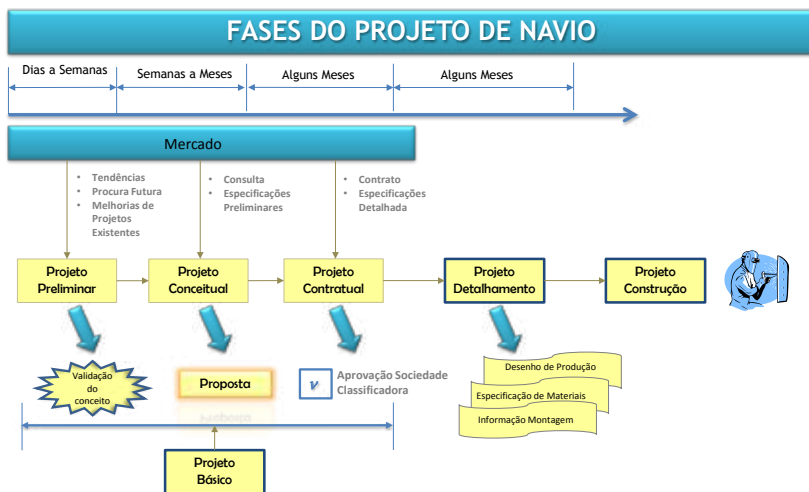
Elaboração do autor.

5 CARACTERIZAÇÃO DOS PROJETOS DE ENGENHARIA NAVAL

O projeto de um navio é um processo pelo qual se dimensiona um navio – a partir de um problema de transporte marítimo ou fluvial, caracterizado por levar um fluxo de um dado tipo de carga de um ponto *A* para um ponto *B*, num determinado intervalo de tempo –, especificando-se todos os seus sistemas, e se cria a informação necessária para a sua construção.

De acordo com Eduardo Câmara,¹⁰ os conhecimentos sobre o projeto do navio não se aplicam apenas quando se projetam novas embarcações, mas são igualmente necessários quando se avaliam manutenções, modificações, melhorias e “jumborização”¹¹ das embarcações. Seu desenvolvimento é feito em várias fases, no qual há refinamento sucessivo dos cálculos, conforme pode ser visto na figura 4.

FIGURA 4



Elaboração do autor.

Obs.: imagem cujo leiaute e textos não puderam ser padronizados em virtude das condições técnicas dos originais disponibilizados pelos autores para publicação (nota do editorial).

Como visto na figura 4, o projeto básico de um navio, ou sua engenharia básica, pode ser dividido em três etapas: *i*) projeto preliminar; *ii*) projeto conceitual; e *iii*) projeto contratual, descritos no quadro 3.

10. Engenheiro e principal pesquisador do Det Norske Veritas (DNV). Entrevista realizada em fevereiro de 2013.

11. “Jumborização de navios – sistema desenvolvido na Europa em meados da década de 1970 que permite o aumento da capacidade de carga de um navio, mediante a realização de um corte transversal vertical em seu casco e interseção de um novo conjunto de porões, depois fundidos ao casco original. O navio sai do estaleiro em média três a quatro meses depois do início dos trabalhos, com o comprimento aumentado” (Brasil, [s.d.]).

QUADRO 3
Fases da engenharia básica de um navio

Fases	Descrição
Projeto preliminar	<ul style="list-style-type: none"> – Definição pelo armador dos principais requisitos operacionais do navio: tipo, capacidade de carga (expressa em peso, volume, TEUs, área, comprimento das faixas de rodagem etc.), equipamento de carga necessário, velocidade de serviço, autonomia etc. – Avaliação dos volumes de carga. – Identificação das rotas de atuação e das capacidades dos portos de atracação.
Projeto conceitual	<ul style="list-style-type: none"> – Definição do tipo, porte, tipo de propulsão, velocidade de serviço, equipamento de carga e meios auxiliares de manobra. – Determinação das dimensões principais e de alguns coeficientes de forma. – Obtenção dos elementos necessários e suficientes para se estimarem os custos de construção e exploração do navio. – Definição do projeto estrutural. – Especificação de materiais, peças e equipamentos. – Definição dos itens A (equipamentos mais relevantes, para os quais, além das especificações, já se seleciona o fornecedor). – Definição da tecnologia de produto. – Avaliação de viabilidade.
Projeto contratual	<ul style="list-style-type: none"> – Obtenção dos elementos que definem as características gerais do navio e dos seus equipamentos principais, que serão anexados ao contrato de construção estabelecido entre o armador e o construtor. – Avaliação dos planos-chave do navio pela classificadora. – Aprovação do projeto pela classificadora.

Elaboração do autor.

Assim, todo grande empreendimento industrial, como um sistema flutuante (navio ou plataforma), começa na escolha ou na aquisição de uma determinada tecnologia, que constitui um pacote de processos a serem aplicados na sua implantação, uma das etapas iniciais de definição do projeto básico. É nesta etapa que a equipe de projeto busca atender às especificidades e às necessidades do mercado e realiza o dimensionamento da embarcação a ser construída. Também nesta fase são especificados os equipamentos-chave para esta embarcação e os principais fornecedores destes equipamentos.

O projeto básico é único, representa um determinado sistema flutuante (navios, plataformas etc.) e é concebido segundo uma série de critérios, bastante rígidos (limitações físicas, potência requerida, deslocamento máximo etc.), podendo sofrer poucas modificações sem ter de ser revisto o projeto como um todo.

No projeto básico é feita a análise da viabilidade que permite definir as dimensões ótimas para o navio, assim como sua velocidade de serviço e a potência estimada para o motor principal. Esta análise é feita por meio de um modelo econômico do navio, no qual as receitas e os custos são modelados em função das dimensões principais, da velocidade, da rota e de outras características pretendidas para a embarcação. Este processo de busca das dimensões principais com base em um modelo econômico é o principal objetivo da etapa do projeto conceitual.

Também no projeto básico são definidas as diretrizes básicas a serem seguidas pelas demais disciplinas nas etapas seguintes (Pacheco, 2009). São definidos: os

parâmetros operacionais do processo, nos quais são realizadas as memórias de cálculo dos equipamentos e das tubulações; as variáveis de processo para a determinação dos instrumentos necessários ao controle e à automação do processo; e os sistemas de segurança a serem implementados. São também estabelecidos: o arranjo (disposição) dos equipamentos nas áreas disponíveis; as necessidades de modificações ou de inclusão de novas estruturas; a seleção de materiais e dimensionamento preliminar (diâmetros) de tubulações; as necessidades de alterações ou de inclusões de novos equipamentos ou sistemas elétricos; o dimensionamento preliminar de sistemas de ventilação e ar-condicionado; entre outros.

De acordo com Leonardo Lemgruber,¹² o projeto conceitual pode ser algo muito preliminar, de uso interno do estaleiro, do projetista ou até mesmo do armador. Desta fase pode surgir uma especificação preliminar normalmente denominada *outline specification*. A partir disso, é gerada uma especificação e um conjunto de desenhos contratuais. O conteúdo do conjunto de desenhos pode variar bastante, mas normalmente terá um arranjo geral, talvez um arranjo de tanques e compartimentos e a seção mestra (desenho de seção transversal típica da estrutura da embarcação). Assinado o contrato, é iniciada a elaboração do projeto básico, mas há situações, não frequentes, em que o projeto básico constitui o conjunto de desenhos contratuais – neste caso, ele é fornecido pelo armador.

Também de acordo com Leonardo Lemgruber, as sociedades classificadoras (SCs)¹³ atuam assistindo o armador e colaborando com o projetista na aprovação do projeto e definição da classe do navio. No Brasil, a autoridade marítima¹⁴ é exercida pela Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil. Esta delega às SCs a tarefa de atuar em seu nome. Após a aprovação pela SC do projeto básico, então se inicia o projeto de detalhamento.

O projeto de detalhamento consiste numa série de documentos (desenhos, memorial descritivo, lista de equipamentos etc.) que têm por finalidade trazer para o “mundo real” o projeto básico elaborado na fase anterior. Nesta fase são definidos: as peças e os equipamentos projetados para atender às especificações do navio; as especificações dos insumos, com adequação à capacidade do parque industrial local, quando possível; as tecnologias de processo; e os itens B e C (de menor relevância).

12. Diretor da InterOcean Engenharia & Ship Management Ltda. Entrevista realizada em fevereiro de 2013.

13. São empresas, entidades ou organismos reconhecidos para atuarem em nome da Autoridade Marítima Brasileira na regularização, no controle e na certificação de embarcações nos aspectos relativos à segurança da navegação, à salvaguarda da vida humana e à prevenção da poluição ambiental. Além dos representantes da autoridade marítima devidamente designados, somente as SCs formalmente reconhecidas por meio de acordo de reconhecimento podem realizar, em nome da Autoridade Marítima Brasileira, auditorias, inspeções, vistorias e emissões de certificados e demais documentos previstos nas convenções e nos códigos internacionais dos quais o país é signatário e na legislação nacional aplicável.

14. Referida como “administração” na legislação internacional emitida pela International Maritime Organization (IMO).

O projeto de detalhamento (Pacheco, 2009), com as diretrizes já estabelecidas pelo projeto básico, é realizado por diversas disciplinas de acordo com seus conhecimentos específicos. Encaminha-se o projeto para a fase final de concepção, anterior à fase de construção e montagem.

O projeto de detalhamento, ao contrário do básico, não é único, podendo existir várias formas de se fazer o mesmo item. Por exemplo, os elementos estruturais de um painel reforçado podem ser feitos com um número x de reforços, ou podem ser com menos reforços de maiores dimensões, desde que a resistência global seja a mesma. Desta forma, um mesmo projeto básico pode ser caracterizado por diferentes projetos de detalhamento, dependendo de uma série de considerações a serem feitas.

É comum que um projeto básico feito num escritório de projetos navais seja usado mundialmente, e o projeto de detalhamento seja feito pela empresa que vai construir a embarcação.

No projeto de detalhamento, o navio passa a ser representado por todas as suas seções características. Normalmente, o projeto de detalhamento é composto por: *i*) projeto estrutural (ou perfil estrutural); *ii*) projeto de tubulações (gases e líquidos); *iii*) projeto elétrico (dimensionamento); e *iv*) projeto de equipamentos (dimensionamento).

Nesta fase é muito comum que o projeto de detalhamento seja regido por normas e regulamentos que normatizam a sua concepção e cálculo, como é o caso das regras das SCs.

Hoje, a computação cada vez mais ajuda na elaboração do projeto de detalhamento, partindo do projeto básico, de forma integrada e colaborativa.

No projeto de detalhamento, o navio é dividido em blocos (partes do navio), de acordo com a capacidade e a característica produtiva do estaleiro onde a embarcação será construída, e são decididos como serão estes blocos, sua dimensão, de quantas partes serão formados (sub-blocos).

Após o projeto de detalhamento, o próximo passo é decidir como o navio será construído, como será feita a união das partes, em quais sequências e em que ordem de programação da produção.

O projeto de construção é um nível a mais de detalhamento, no qual não só a forma real é representada, mas também é indicado o modo como a embarcação será construída. Não bastam mais desenhos, mesmo que com alto grau de detalhamento geométrico. É preciso ser informado sobre quantas partes existem numa montagem, como será feita esta montagem, com que processos, e qual deverá ser o sequenciamento da produção.

Em cada etapa de um projeto de engenharia de um sistema flutuante, o produto gerado é um conjunto de documentos das diversas disciplinas, normalmente

entregues ao cliente final por meio de mídias eletrônicas ou disponibilizados mediante um sistema de gerenciamento eletrônico de documentos.

Para obter sucesso em projetos desse porte, é fundamental o uso de técnicas de gerenciamento de projetos, devido ao número de pessoas envolvidas, à complexidade técnica, à multidisciplinaridade de engenharias envolvidas, aos prazos cada vez mais curtos e aos custos cada vez mais otimizados, entre outros fatores.

5.1 Modelo de contratação de projetos navais

Os projetos navais normalmente são contratados pelo armador e/ou pelo estaleiro, conforme os seguintes modelos: *i*) projeto básico e de detalhamento contratado pelo armador; *ii*) projeto básico contratado pelo armador; e *iii*) projeto básico e de detalhamento contratado pelo estaleiro.

No modelo em que o projeto básico e o de detalhamento são contratados pelo armador por meio de empresas de engenharia de projetos navais, o armador utiliza ambos os projetos na negociação com o estaleiro, conforme pode ser visto na figura 5.

FIGURA 5
Modelo de contratação de projeto básico e de detalhamento



Elaboração do autor.

Obs.: imagem cujo leiaute e textos não puderam ser padronizados em virtude das condições técnicas dos originais disponibilizados pelos autores para publicação (nota do editorial).

De acordo com Carlos Carloni,¹⁵ engenheiro e diretor da Norsul, a firma utilizou nos seus últimos três projetos de embarcações o modelo no qual contrata os projetos básico e de detalhamento junto a escritórios de engenharia de projeto naval no Brasil. Segundo Carloni, as empresas de engenharia de projetos brasileiras têm capacitação técnica, mas apresentam desvantagem competitiva em relação a algumas empresas estrangeiras no quesito custo e prazo. Mesmo assim, nos últimos projetos de embarcações da Norsul, tanto o projeto básico quanto o de detalhamento foram feitos por empresas nacionais.

15. Em entrevista realizada em fevereiro de 2013.

No modelo em que o projeto básico é contratado pelo armador por meio de empresas de engenharia de projetos navais, o armador utiliza este projeto na negociação com estaleiro, que se encarrega do projeto de detalhamento, conforme pode ser visto na figura 6.

FIGURA 6
Modelo de contratação de projeto básico



Elaboração do autor.

Obs.: imagem cujo leiaute e textos não puderam ser padronizados em virtude das condições técnicas dos originais disponibilizados pelos autores para publicação (nota do editorial).

Paulo Roberto Neves Bezerra,¹⁶ engenheiro e gerente de projetos navais da Vale, comentou que, no último projeto de navio graneleiro da companhia, o projeto básico foi desenvolvido por empresa nacional e utilizado na negociação com estaleiro internacional.

Os projetos básico e de detalhamento, quando contratados pelo estaleiro, são elaborados a partir da especificação preliminar (*outline specification*) fornecida pelo armador, que obrigatoriamente valida junto com o estaleiro ambos os projetos. Este modelo de contratação pode ser visto na figura 7.

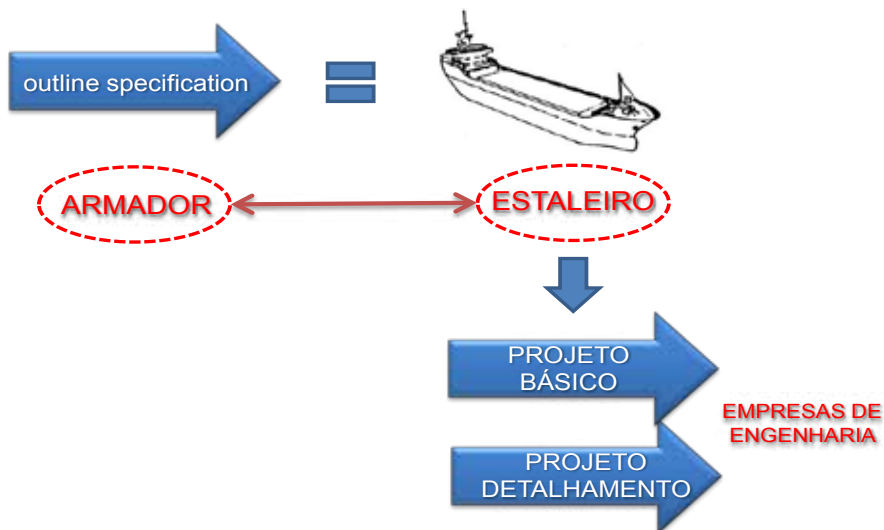
De acordo com Maurício de Oliveira Prado,¹⁷ engenheiro e gerente-geral de gestão do PROMEF da Transpetro, todos os navios da empresa no programa estão sendo construídos em estaleiros brasileiros. Tanto os projetos básicos quanto os de detalhamento são de responsabilidade do estaleiro, que contrata empresas de engenharia de projeto para este desenvolvimento, conforme pode ser visto no quadro 4.

16. Em entrevista realizada em fevereiro de 2013.

17. Em entrevista realizada em fevereiro de 2013.

FIGURA 7

Modelo de contratação de projeto básico e de detalhamento pelo estaleiro



Elaboração do autor.

Obs.: imagem cujo leiaute e textos não puderam ser padronizados em virtude das condições técnicas dos originais disponibilizados pelos autores para publicação (nota do editorial).

QUADRO 4

Contratação de navios pela Transpetro no PROMEF

Tipo Navio	Quantidade	Engenharia de projeto
Produto	12	Projemar
Panamax	4	Projemar
Suezmax CON	10	Samsung
Suezmax DP	4	IHI
Aframax CON	5	IHI
Aframax DP	3	IHI
Gazeiro	8	Ghenova
Bunker	3	EPNO

Fonte: Transpetro.

A seção 6 fará uma abordagem sobre as principais empresas de engenharia consultiva no Brasil.

6 CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS CONSULTIVAS

As empresas de projetos brasileiras voltadas para o setor naval são firmas superespecializadas no desenvolvimento de projetos de embarcações e unidades *offshore*, desde o nível conceitual até o de detalhamento. A maioria surgiu no Brasil como desmembramentos (*spin offs*) das áreas de projetos de antigos estaleiros que entraram em dificuldades durante o período de crise da indústria naval brasileira nas décadas de 1980 e 1990. São fornecedores que entregam, tanto para estaleiros quanto para armadores, soluções dotadas de alta densidade de conhecimentos incorporados. Trata-se de fornecedores absolutamente relevantes e de padrão internacional.

As empresas de engenharia naval voltaram a crescer no Brasil, puxadas, principalmente, pelos investimentos da Petrobras, que estabeleceu níveis elevados de nacionalização, de pelo menos 65%. Conforme visto introdutoriamente, há muitas perspectivas no horizonte, mas atualmente poucas vezes os escritórios nacionais, principalmente no segmento de *offshore*, são contratados para a elaboração de projeto básico. Boa parte destes projetos tem sido feita no exterior, por empresas tradicionais de países como Noruega, Holanda, Itália, Austrália, Espanha, Coreia do Sul e Japão. Os escritórios nacionais normalmente são chamados para fazer o detalhamento de projetos comprados no exterior pelos estaleiros ou elaborados por empresas estrangeiras aqui instaladas.

As principais empresas de engenharia brasileira de projetos navais avaliadas neste estudo foram: Sólido Engenharia; KROMAV Engenharia; CSR Naval & *Offshore*; Projemar; Oceânica; Interocean; e PRX Engenharia. Os quadros 5, 6 e 7 sumarizam os resultados obtidos nas entrevistas com os principais executivos destas empresas, oferecendo a oportunidade de caracterizar este setor e identificar oportunidades de desenvolvimento de políticas públicas para lhe dar sustentabilidade.

O quadro 5 mostra a caracterização das organizações entrevistadas; o quadro 6 sintetiza a dimensão relativa a MO e gestão de projetos das empresas entrevistadas; e o quadro 7 sintetiza a dimensão da metodologia relativa a perspectivas e políticas públicas das empresas de engenharia de projeto das empresas entrevistadas.

QUADRO 5
Caracterização das empresas de projetos navais

Organização	Faturamento anual (R\$)	Início de atividades	Funcionários	Localização	Origem	Tipo de Serviço	% Projetos na área Naval	Projetos no Exterior	Principais Ativos - Projetos:	Principais Clientes:
Sólido Engenharia	1,5 bilhões	1986	5	São Paulo (SP)	Fundada por um ex-Professor EPUFSP	Desenvolvimento de projetos básicos e conceituais nos seguinte setores: naval, <i>Offshore</i> , minerador, automobilística e civil; gerenciamento de projetos.	35%	Finlândia e Holanda	<i>Software</i> específicos e quadro de técnicos	Petrobras; Construtoras: Odebrecht, A. Gutierrez, A. Gaspar, Log-in, Dnit, Kromav
Kromav Engenharia	30 bilhões	1996	180	Rio de Janeiro (RJ)	Cisão da Ishikawajima (ISHITEC)"	Desenvolvimento de projetos básicos e detalhamento na área: naval e <i>offshore</i> . Gerenciamento de projetos.	20%	Finlândia	<i>Software</i> específicos e quadro de técnicos	Petrobras; Construtoras: Odebrecht, Queiroz Galvão, Mendes Junior e outras; OSX, IHI, CBO, Transpetro, e outros.
CSR Naval & <i>Offshore</i>	2,20 bilhões	2011	15	Rio de Janeiro (RJ)	Transformação da CONSUNAV	Desenvolvimento de projetos básicos e detalhamento na área: naval e <i>offshore</i> . Gerenciamento de projetos.	25%	Estados Unidos (Projeto Marinha)	<i>Software</i> específicos e quadro de técnicos	Odebrecht, Vale, Norsul Ecovix, CBO, e outros
Projemar	45 bilhões	1991	360	Rio de Janeiro (RJ)	Cisão daf EMAQ	Desenvolvimento de projetos básicos e detalhamento na área: naval e <i>offshore</i> . Gerenciamento de projetos.	30%	Estados Unidos, Cingapura, Itália, Portugal e outros	<i>Software</i> específicos e quadro de técnicos	Petrobras; Construtoras: Odebrecht e Queiroz Galvão, Jurong, Atlântico Sul, Transpetro, PDSA, Norsul, Vale, Log-in e outros.
Oceanica	Não informado	2003	17	São Paulo (SP)	Transbordamento ocorrido na USP	Desenvolvimento de projetos básicos e detalhamento na área: naval e <i>offshore</i> . Consultoria de projetos.	35%	Estados Unidos e Europa	<i>Software</i> específico, procedimentos técnicos e metodologia	Empresas de Óleo, Gás e seus subcontratados
Interocean	3,80 bilhões	1990	14	Rio de Janeiro (RJ)	Cisão da estaleiro	Desenvolvimento de projetos básicos e detalhamento na área: naval e <i>offshore</i> . Consultoria de projetos.	30%	Estados Unidos	<i>Software</i> específicos e quadro de técnicos	Hermasa, Vale, Empresas de Óleo, Gás e seus subcontratados
PRX Engenharia	Não informado	2011	3	Rio de Janeiro (RJ)	Transformação de Engenharia Projeto	Desenvolvimento de projetos modificação no setor de: naval e <i>offshore</i> .	100%	Noruega	<i>Software</i> específicos e quadro de técnicos	Norsul, Vale e outros.

Elaboração do autor.

QUADRO 6A
Caracterização de MO e gestão de projetos

Organização	Possui sistema de gestão?	Grau de instrução dos principais profissionais	Dificuldade de contratação e retenção de MO	Rotatividade da MO	Treinamento	Contratação e acompanhamento dos projetos	Processo de contratação dos projetos
Sólido Engenharia	Não.	Engenheiros navais e civis e arquiteto. Um doutor e um mestre.	Muita, não existe MO disponível e preparada. Mercado muito aquecido.	Funcionários são fiéis. A maioria está no quadro desde o início da empresa.	Incentiva a especialização, mas não tem nenhum programa específico de treinamento.	A contratação é conduzida pelos diretores. O acompanhamento é feito por cronogramas e reuniões com os clientes.	O processo se inicia com convite e depois enviam-se as propostas técnicas e comerciais. Em função da sua <i>expertise</i> e reconhecimento pelo mercado, não tem ação ativa com clientes atuais e novos.
KROMAV Engenharia	ISO 9000, 14001 e 18001.	Engenheiros: 40%; mestres e doutores: 10%.	Grande. Há pouca oferta.	Baixa. Filosofia "família KROMAV".	De 2% a 5% do faturamento. Programa anual de treinamento: cursos específicos e contratação de professores da USP e da UFRJ para temas específicos.	A contratação é conduzida pela diretoria. O acompanhamento é conduzido pela gerência de planejamento e qualidade. Gerente de contrato. Acompanhamento é feito por meio dos cronogramas e de reuniões com os clientes.	Licitação e mercado. Como já é conhecida no mercado, ocorrem convites. Tem ação ativa com clientes atuais e novos.
CSR Naval & Offshore	Não.	Quatro engenheiros; três administradores; oito projetistas e desenhistas de nível médio.	Pouca oferta.	Alta nos projetistas.	Não tem programa estruturado.	É conduzida pelos diretores. Acompanhamento é feito por cronogramas e reuniões com os clientes.	Licitação e mercado. Já é conhecida no mercado e por isso ocorrem convites.
Projemar	ISO 9000, 14001 e 18001.	Engenheiros são 30%; mestres e doutores, 6%.	Muita dificuldade em contratar, em função do aquecimento. A retenção é mais complicada para os mais jovens.	Mais alta com engenheiros e projetistas recém-formados. Os mais antigos são mais fiéis.	Investe e estimula participação em congressos e conexão de artigos. Desenvolve cursos no local de trabalho. Programa forte de estágio para formação de técnicos.	A contratação é conduzida pela diretoria. O acompanhamento é conduzido pela gerência de planejamento e qualidade. Gerente de contrato. Acompanhamento por cronogramas e reuniões com clientes.	Licitação e mercado. Já é conhecida no mercado e recebe convites. Tem ação ativa com clientes atuais e novos.

(Continua)

(Continuação)

Organização	Possui sistema de gestão?	Grau de instrução dos principais profissionais	Dificuldade de contratação e retenção de MO	Rotatividade da MO	Treinamento	Contratação e acompanhamento dos projetos	Processo de contratação dos projetos
Oceânica	Sistema próprio (PMBOK).	Engenheiros e tecnólogos.	Os profissionais estão escassos, mas isto nunca foi problema para a execução dos trabalhos.	Rotatividade pequena, embora com o mercado aquecido mais profissionais troquem de emprego.	Uma semana exclusiva de treinamento interno a cada seis meses, alguns treinamentos externos.	Diretores conduzem as contratações. Existe um procedimento a ser seguido para a execução dos projetos.	Licitação e mercado. Já é conhecida no mercado e ocorrem convites. Tem ação ativa com clientes atuais e novos.
Interocean	Não.	Quatro engenheiros; dois administradores; oito projetistas e desenhistas de nível médio.	Expansão do mercado e valorização da MO. Escassez de profissionais.	Alta nos projetistas.	Não tem programa estruturado.	As contratações são conduzidas pelos diretores. O acompanhamento é feito por meio de cronogramas e de reuniões com os clientes.	Licitação e mercado. A firma já é conhecida no mercado e recebe convites.
PRX Engenharia	Não.	Dois engenheiros e um administrador.	Pouca oferta.	Alta entre os projetistas.	Não tem programa estruturado.	Contratação conduzida pelos diretores. Acompanhamento realizado mediante cronogramas e reuniões com os clientes.	O processo se inicia com convite e depois são enviadas as propostas técnicas e comerciais. Em função da sua <i>expertise</i> e reconhecimento pelo mercado, não tem ação ativa com clientes atuais e novos.

Elaboração do autor.

QUADRO 6B
Caracterização de MO e gestão de projetos

Organização	Confeção de proposta técnica e comercial	Maiores dificuldades internas no processo comercial e na execução de projetos de engenharia	Maiores dificuldades externas	Requisitos mais utilizados pelos clientes na contratação de projetos e serviços	Sugestão para o cliente melhorar processo de contratação	Gestão das carteiras de projetos	A empresa possui política específica para o desenvolvimento de inovações (política de P&D)?	Patentes
Sólido Engenharia	É conduzida pelos diretores, com base em planilha de custo homem-hora (HH) desenvolvida pela empresa em Excel. Cronograma em Excel.	Conciliar prazo e qualidade.	Alteração de escopo. Falta de experiência do contratante.	Preço, técnica e prazo. Mais importante é o preço e, em segundo lugar, o prazo.	Enfatizar o requisito técnica.	Feita pelos diretores com base no custo H/H e nos cronogramas específicos.	Sim, mas de maneira não muito estruturada. Um dos diretores tem doutorado e foi professor da Escola Politécnica da USP. Parceria com esta escola e com o IPT.	Sim
KROMAV Engenharia	Conduzida pela gerência comercial e pelos diretores, com base em planilha de custo H/H desenvolvida pela empresa em Excel. Cronograma em Excel.	Conciliar prazo e qualidade.	Dimensionamento correto de MO. Grau de complexidade de novos projetos.	Custo, qualidade e prazo. Mais importante é custo, depois prazo e em terceiro lugar a qualidade.	Enfatizar o requisito qualidade.	Realizada pela gerência de planejamento e pela gerência de contratos com base no custo H/H e nos cronogramas específicos.	Não, apesar de a empresa possuir parceria com a USP, a UFRJ e o IPT.	Não
CSR Naval & Offshore	É orientada pelos diretores, com base em planilha de custo H/H desenvolvida pela empresa em Excel. Cronograma em Excel.	Prazo.	O cliente não sabe muito bem o que quer. Fluxo de informação ruim a partir do cliente.	Preço e prazo.	Enfatizar o requisito qualidade.	Feita pelos diretores com base no custo H/H e nos cronogramas específicos.	Não, apesar de a empresa possuir parceria com a CT Ingenieros, da Espanha.	Não
Projemar	Conduzida pela gerência comercial e pelos diretores, com base em planilha de custo H/H desenvolvida pela empresa em Excel. Cronograma em Excel.	Conciliar prazo e qualidade.	Dimensionamento correto de MO. Estima-se custo H/H.	Preço e prazo.	Enfatizar o requisito técnica.	Feita pelo sistema de gestão da qualidade.	Não, mas a empresa possui parceria com a USP, a UFRJ e o IPT.	Sim

(Continua)

(Continuação)	Organização	Confeção de proposta técnica e comercial	Maiores dificuldades internas no processo comercial e na execução de projetos de engenharia	Maiores dificuldades externas	Requisitos mais utilizados pelos clientes na contratação de projetos e serviços	Sugestão para o cliente melhorar processo de contratação	Gestão das carteiras de projetos	A empresa possui política específica para o desenvolvimento de inovações (política de P&D)?	Patentes
Oceânica	Realizada pelos diretores, com base em planilha de custo H/H desenvolvida pela empresa em Excel. Cronograma em Excel.	A supervalorização do projeto internacional perante o brasileiro, sem comprovação técnica. Para a execução, os problemas não reduzi-se à medida que mais projetos forem feitos.	Falta de contratos a longo prazo e entradas de concorrentes internacionais.	Os clientes buscam em primeiro lugar a qualidade depois o preço e prazo. Localmente a vantagem é a qualidade o atendimento.	Se os contratos fossem ou tivessem a possibilidade de um prazo mais longo, as condições de fornecimento poderiam ser melhores.	Feita pelos diretores com ferramentas de controle desenvolvidas pela própria empresa.	Sim, mas de maneira não muito estruturada. A empresa criou um ICT.	Sim	
Interocean	É conduzida pelos diretores, com base em planilha de custo H/H elaborada pela empresa em Excel. Cronograma em Excel.	Supervalorização do projeto internacional. Conciliar prazo e qualidade.	O cliente não sabe muito bem o que quer. Área de suprimentos pouco técnica.	Mínimizar gastos.	Frisar o requisito técnica. Avaliar também os custos operacionais das embarcações.	Feita pelos diretores com base no custo H/H e nos cronogramas específicos.	Não, apesar de a empresa possuir parceria com a USP, a UFRJ e o IPT.	Não	
PRX Engenharia	É conduzida pelos diretores, com base em planilha de custo H/H desenvolvida pela empresa em Excel. Cronograma em Excel.	Conciliar prazo e qualidade.	Alteração de escopo. Falta de experiência do contratante.	Preço, técnica e prazo. Mais importante é o preço e em segundo lugar o prazo.	Destacar o requisito técnica. Considerar também os custos operacionais das embarcações.	Feita pelos diretores com base no custo H/H e nos cronogramas específicos.	Não.	Não	

Elaboração do autor.

QUADRO 7A
Perspectivas e políticas públicas das empresas de engenharia de projeto

Organização	Como as empresas de engenharia podem melhorar os seus serviços?	Metas de desenvolvimento da empresa	Já teve projeto financiado com a FINEP ou o BNDES?	Observa-se algum tipo de políticas públicas com a finalidade de contribuir para a inovação na indústria de construção naval, em especial na engenharia de projetos?
Sólido Engenharia	Investindo em inovação e melhorando os prazos.	Ser incluída na lista contratual de fornecedores da Petrobras. Receber a certificação ISO 9000.	FINEP: Projeto Crew Boat Offshore com a USP.	Não.
KROMAV Engenharia	Investindo mais em informatização.	Concretizar a parceria com a AMEC. Entrar nos setores de engenharia consultiva para mineração e plantas de processo. Atuar no exterior.	Não.	Não.
CSR Naval & Offshore	Aumentando o seu nível de experiência.	Ter 15% a mais de faturamento. Firmar parcerias estratégicas.	Não.	Não.
Projemar	Investindo mais em informatização e uniformidade de procedimentos.	No curto prazo, chegar a R\$ 60 bilhões de faturamento. Agregar área de processos (orgânicos ou de aquisição). Avaliar parcerias.	Não.	Não.
Oceânica	Não relaxando no controle.	Dobrar em dois anos.	Não. De modo geral, as pequenas empresas têm pouco acesso.	Se existem, não são efetivos.
Interocean	Investindo mais em informatização.	Continuar a crescer.	Não.	Não.
PRX Engenharia	Investindo em inovação e melhorando os prazos.	Crescer e se estruturar.	Não.	Não.

Elaboração do autor.

QUADRO 7B Perspectivas e políticas públicas das empresas de engenharia de projeto

Organização	Desenvolve ações cooperativas com outras empresas ou com instituições públicas orientadas à inovação?	As empresas se utilizam de financiamentos para investimento em modernização da infraestrutura, qualificação gerencial e desenvolvimento tecnológico? Se sim, qual a natureza do financiamento (público ou privado)? Quais as garantias estabelecidas pelas empresas para o cumprimento das condições de tomada de financiamento?	Como o setor avalia as ações e incentivos governamentais (Lei do Bem, Lei da Inovação e outros)?	O setor faz uso dos incentivos governamentais (Lei do Bem, Lei da Inovação)?	O que pode ser feito para estimular o desenvolvimento das empresas de engenharia de projetos no Brasil?
Sólido Engenharia	Desenvolve parceria com a KROMAV e tem parceria com USP e IPT.	Apenas privado, mas precisamente capital próprio. Há financiamento público somente para grandes empresas, não existe política para PMEs.	Não conhece este tipo de incentivo.	Não.	Criar políticas específicas de financiamento para PMEs.
KROMAV Engenharia	Desenvolve parceria com a Sólido e a IHI, e também com a USP, a UFRJ e o IPT.	Não tem.	Não conhece este tipo de incentivo.	Não.	Incentivos para PMEs. Projeto no exterior não tem tributo (vem dentro do produto).
CSR Naval & Offshore	Não.	Não.	Não conhece este tipo de incentivo.	Não.	Incentivos fiscais. Incentivo ao conteúdo de projeto nacional. Aquisição de <i>softwares</i> e <i>hardwares</i> com incentivos.
Projemar	Desenvolve parceria com a USP, a UFRJ e o IPT.	Não.	Não conhece este tipo de incentivo.	Não.	Incentivos para PMEs. Incentivos fiscais. <i>Software</i> com taxa especial; Incentivos: treinamentos isentos de impostos ou financiados. Seguro risco de engenharia: no exterior é comum, no Brasil não é comum, mas existe.
Oceânica	Várias, no Brasil e no exterior.	Não.	Conhece este tipo de incentivo.	Não.	Incentivos para PMEs. Incentivo à execução de engenharia no Brasil, valorizando este estratégico trabalho.
Interocean	Sim.	Não.	Não conhece este tipo de incentivo.	Não.	Incentivos para PMEs. Incentivo à execução de engenharia no Brasil, valorizando este estratégico trabalho
PRX Engenharia	Sim.	Não.	Não conhece este tipo de incentivo.	Não.	Incentivos para PMEs

Elaboração do autor.

As principais informações obtidas destas entrevistas estão relacionadas a seguir.

- 1) Localizadas no eixo Rio de Janeiro-São Paulo, as empresas de engenharia de projetos navais que participaram desta pesquisa podem ser caracterizadas como pequenas e médias empresas (PMEs). Notam-se dois grupos distintos: a Projemar e a KROMAV estão no grupo das médias empresas, com faturamento na ordem de R\$ 30 bilhões e R\$ 50 bilhões; e as demais estão no grupo das pequenas, com faturamento na ordem de R\$ 1,5 bilhão e R\$ 4,5 bilhões. A maioria se originou de desmembramentos de estaleiros.
- 2) As empresas avaliadas são consultorias superespecializadas no desenvolvimento de projetos de embarcações e unidades *offshore*, desde o nível conceitual, passando pelo básico, até o executivo. Fazem também projetos de modificação, nos quais os armadores e os estaleiros são seus principais clientes.
- 3) A porcentagem de faturamento em projetos navais destas empresas é na ordem de 30% a 35%. O restante está concentrado no setor de *offshore*.
- 4) Essas empresas de engenharia consultiva desenvolvem uma média de dez a quarenta projetos por ano, enquanto os grandes escritórios de projeto no exterior trabalham com uma média de duzentos a trezentos projetos por ano.
- 5) Os principais requisitos utilizados pelos clientes destas empresas de projeto na contratação de seus serviços são: preço, técnica e prazo. A principal sugestão para o cliente melhorar o processo de contratação é enfatizar o requisito técnica. Se os contratos tivessem a possibilidade de um prazo mais longo, as condições de fornecimento poderiam ser melhores.
- 6) Outro item para a melhoria da contratação dos projetos seria que os contratantes também valorizassem os custos de Opex,¹⁸ que hoje muitas vezes nem são considerados nas avaliações de projetos.
- 7) Uma característica quase uniforme nas empresas entrevistadas é quanto à gestão das carteiras de projetos, que na maioria das empresas é feita pelos diretores com base no custo homem-hora (H/H) nos cronogramas específicos.

18. Opex é uma sigla derivada da expressão *operational expenditure*, que significa o capital utilizado para manter ou melhorar os bens físicos de uma empresa, tais como equipamentos, propriedades e imóveis. As despesas operacionais (muitas vezes referidas como Opex) são os preços contínuos para dirigir um produto, o negócio ou o sistema.

- 8) De acordo com os profissionais entrevistados, as empresas podem melhorar os seus serviços investindo em inovação e informatização, melhorando os prazos, aumentando o seu nível de experiência e uniformizando procedimentos.
- 9) Uma percepção quase unânime das empresas entrevistadas é que os contratantes buscam projetos já executados devido às pretensas reduções de riscos de projeto.
- 10) A maioria das empresas de projeto desenvolve ações cooperativas com outras empresas ou instituições públicas orientadas à inovação, como a USP, a UFRJ e o IPT.

No geral, as empresas estudadas não têm acesso a crédito de instituições públicas (como a FINEP e o BNDES) e seus representantes não conhecem políticas públicas de incentivo governamental disponíveis.

Outras percepções e comentários dos executivos entrevistados estão descritos adiante.

De acordo com Jorge Gomes Ribeiro,¹⁹ engenheiro e diretor da CSR Naval & *Offshore*, a Petrobras costuma importar o projeto básico e contratar empresas nacionais para trabalhar na fase seguinte, de detalhamento, numa espécie de customização.

Tomazo Garzia Neto,²⁰ presidente da Projemar, declarou que a empresa realizou investimentos pesados em águas profundas e direcionou-se também para a área de óleo e gás. Há três anos, de 80% a 85% do faturamento vinham de países como Cingapura, Portugal e Estados Unidos. Agora, a razão se inverteu: entre 70% e 75% da receita vêm do mercado interno.

De acordo com Marco Aurélio A. Barros,²¹ engenheiro e diretor da Projemar, os serviços de engenharia oferecidos pelas empresas de projetos são flexíveis, variando de acordo com as exigências do cliente, o tipo do produto e a fase do projeto, não sendo um processo estanque. Em termos de incorporação tecnológica nos processos produtivos, a indústria de construção naval não pode ser considerada inovadora. Entretanto, no que concerne ao produto, sobretudo na parte *offshore*, a produção de petróleo no Brasil em águas ultraprofundas está beirando o limite da tecnologia. Por isso, é necessário que a engenharia brasileira saiba lidar com novas tecnologias e as incorpore nos projetos dos produtos.

19. Em entrevista realizada em fevereiro de 2013.

20. Em entrevista realizada em fevereiro de 2013.

21. Em entrevista realizada em fevereiro de 2013.

Kenhitiro Kurihara,²² diretor da KROMAV, conta que sua empresa atua em projetos básicos, de detalhamento e *front-end engineering design* (FEED) – etapa anterior à obra, de análise da consistência do projeto sob seus inúmeros ângulos e eventuais impactos. Participa de projetos e concebe modificações em plataformas petrolíferas e também faz detalhamento de projetos de navios, como o petroleiro Suezmax, do estaleiro Atlântico Sul.

Kenhitiro Kurihara também informou que a AMEC, empresa internacional de engenharia e gerenciamento de projetos, estava adquirindo a participação de 50% da KROMAV Engenharia. A AMEC é especializada em consultoria, engenharia e gerenciamento de projetos para clientes nos mercados de petróleo e gás, entre outros. Com faturamento anual de £ 3,3 bilhões, a empresa emprega mais de 29 mil pessoas em cerca de quarenta países. A empresa passaria a se chamar AMEC KROMAV e buscaria aliar a especialidade em engenharia da KROMAV com a capacidade da AMEC em desenvolver projetos de porte em nível internacional.

O que se tem hoje são projetos conceituais que vêm de fora do país e muitas vezes com detalhamento sendo feito no Brasil”, afirma Marcos Cueva,²³ engenheiro e diretor da Oceânica *Offshore*, empresa que atua hoje mais fortemente no mercado *offshore* e conta com projetos sendo executados no país desde as suas primeiras fases. Outro comentário do diretor da Oceânica é que “para um navio projetado para cabotagem, não tem sentido pegar um projeto norueguês do Mar do Norte, utilizá-lo aqui e esperar o mesmo efeito.

As empresas internacionais têm vislumbrado o mercado brasileiro e identificado no país possibilidades de novos negócios. Uma das que se instalaram no país em 2002 foi a Dinabex, formada pela Dinain Brasil e Abance Brasil, duas das principais empresas de engenharia naval da Espanha.

Quem também acabou de iniciar as operações no Brasil foi a CT Ingenieros, uma multinacional espanhola de engenharia com quase 1 mil engenheiros e consultores em vários países, com atuação principalmente na Europa. É uma empresa especializada em desenvolvimento de projetos mecânicos e inovação em seis áreas distintas de atuação, como naval e *offshore*. Com enfoque multidisciplinar, a companhia atua há treze anos em todo o ciclo de vida dos produtos, desde o desenvolvimento do projeto básico e do funcional até o comissionamento e a entrega técnica.

Foi consenso entre os executivos entrevistados que, nos últimos dez anos, os projetos navais vêm demandando mais e mais investimentos na área de tecnologia da informação (TI), com a aquisição e o desenvolvimento de novos *softwares*. Algumas empresas, como a Petrobras, ainda exigem que os projetos sejam feitos em um determinado tipo de sistema e ferramentas de CAD 3D. Isto reforça

22. Em entrevista realizada em setembro de 2012.

23. Em entrevista realizada em fevereiro de 2013.

que a indústria naval não sobrevive mais sem TI, sendo fundamental em todas as etapas de um projeto, desde a concepção, passando pelo planejamento, até a entrega do navio.

Segundo Roberto Grabowsky, engenheiro e gerente da PRX Engenharia, é no segmento de navios de apoio às plataformas (PSV – *platform supply vessel*) que mais se buscam projetos no exterior, o que dificulta o desenvolvimento deste campo da engenharia no Brasil. “Os clientes compram o projeto básico e fazem o de detalhamento aqui. Mas esses projetos exigem muito investimento e levam no mínimo oito meses para ser desenvolvidos”.

7 PROPOSIÇÕES DE POLÍTICAS

Convencer os clientes – armadores e estaleiros – dos benefícios do projeto desenvolvido para as necessidades específicas brasileiras, além de defender a propriedade intelectual da técnica desenvolvida na realização de inovações, é um dos mais importantes desafios a serem vencidos na indústria naval nacional.

Atualmente, o estímulo ao desenvolvimento da cadeia de fornecedores na indústria naval nacional limita-se à produção de equipamentos e componentes. Não se considera de suma importância a criação e o domínio de tecnologia genuinamente brasileira, o que promoveria no longo prazo diferencial competitivo a toda a indústria no Brasil.

Analisando-se o nível de capacitação das principais consultorias de engenharia de projetos navais no Brasil, verificou-se alto nível de especialização, cada uma com sua especificidade voltada para o mercado. As empresas vêm enfrentando concorrência predatória por mão de obra, com grandes conglomerados voltados para a construção naval em si.

Além da competição por recursos humanos com outras áreas, a engenharia consultiva de projetos navais no Brasil enfrenta outro problema, que é a grande demanda de projetos em curto intervalo de tempo.

O entrevistado Jaime Luiz Patrício Fernandes, engenheiro e diretor técnico do estaleiro Eisa, considera bastante grave o fato de nenhum estaleiro brasileiro possuir capacidade de desenvolver, com alguma qualidade, seus projetos próprios de engenharia. Em entrevista realizada para este estudo em 2013, ele informou que um dos seus desafios nos próximos anos é estruturar um departamento de projeto, com o objetivo de desenvolver, principalmente, engenharia de detalhamento. O estaleiro Atlântico Sul já começou a estruturar um departamento dedicado ao projeto de detalhamento.

Segundo o professor Claudio Miller, doutor em engenharia naval e oceânica pela USP, ouvido pela pesquisa em 2012, a tendência é as empresas buscarem navios

com motores cada vez mais eficientes, que emitam menos CO₂ e cumpram as exigências de sustentabilidade impostas, por exemplo, pela Zona do Euro. Os navios devem possuir sistema de lastro capaz de evitar o transporte acidental de espécies animais e vegetais para outros ambientes, em especial no caso de embarcações que trafegam em rotas internacionais, o que pode representar desafios e oportunidades para a construção naval no Brasil.

O professor Rui Botter, doutor em engenharia naval e oceânica pela USP, entrevistado em 2012, acredita que a indústria naval é capaz de atender à demanda exigida e que existe um campo grande para a evolução tecnológica na indústria naval. Ainda, afirmou que o Brasil precisa realizar engenharia de alto nível no mercado, respondendo pela criação e utilizando novas tecnologias, e deixar de só fazer projeto de detalhamento. Para o professor, promover a realização dos projetos básicos no Brasil poderia alavancar a evolução tecnológica na cadeia da indústria naval brasileira.

Como visto, as empresas de engenharia representam uma ponte importante na geração e na disseminação de soluções tecnológicas. O aumento da densidade destas empresas representa uma forma de fortalecimento do estoque de tecnologia “de prateleira” para o conjunto das empresas. O aumento da disponibilidade de soluções tecnológicas mais padronizadas contribui para reduzir o preço e melhorar a eficiência de certas etapas do desenvolvimento do projeto.

Os novos cenários da construção naval no Brasil vão exigir soluções novas. Mesmo as aplicações já consolidadas ainda merecem releituras, em função de oportunidades tecnológicas e novas soluções para reduzir custos e aumentar eficiência.

Alguns fabricantes têm protegido mercados significativos por meio da venda de projetos casados de embarcações com sistemas por eles fabricados. Como forte exemplo desta prática, Roberto Grabowsky aponta a Rolls Royce, que fornece sistemas de propulsão e controle no mercado, atrelados ao projeto de embarcações de apoio. Com esta prática, a empresa garante seu mercado, dado que o construtor que adote seu projeto terá de comprar grande volume dos produtos fabricados por ela.

Os desafios do setor naval não estão somente na mão de obra e nos treinamentos específicos, mas também nas mudanças de concepção, de investimentos e de quebra de paradigmas, que prejudicam o maior desenvolvimento da indústria.

Portanto, é de se esperar que a existência de um sólido setor de engenharia nacional seja fator de maiores encomendas de bens de capital. A realização do projeto de engenharia no país, além de produzir projetos mais ajustados às condições locais, abre o mercado para fornecedores nacionais.

Em suma, pode-se afirmar que a virtual interrupção de grandes projetos navais durante duas décadas não apenas fragilizou os fornecedores de projetos e

soluções de engenharia, mas também impôs forte incapacidade dos demandantes em definir estratégias de contratação e relacionamento de longo prazo com estas empresas de projetos.

A incerteza, característica deste cenário, dificulta que as empresas de serviços de engenharia assumam custos fixos maiores e investimentos de longo prazo, o que inibe o desenvolvimento de aperfeiçoamentos tecnológicos e reduz sensivelmente a possibilidade de transbordamentos tecnológicos por parte das empresas de detalhamento – fator de grande importância para o aumento da competitividade dos demais elos da cadeia produtiva.

Além disso, é preciso adotar novas medidas e intensificar as existentes para induzir este desenvolvimento pleno dos serviços de engenharia no Brasil. As soluções de mercado dificilmente lograrão atingir este objetivo tão crucial ao crescimento sustentável da estrutura econômica nacional.

O desenvolvimento da engenharia básica é fundamental para estimular o conteúdo local e a exportação de equipamentos e serviços pelas empresas brasileiras.

Não há dúvida de que a engenharia brasileira atingiu um nível de excelência na elaboração de projetos navais, cada vez mais detalhados, completos e precisos em suas especificações. Esta conquista deve ser comemorada. Paradoxalmente, o desafio agora se localiza na engenharia básica, aquela que define os parâmetros gerais de um navio. Os projetos básicos têm um papel estratégico para a escolha das tecnologias e fabricantes dos equipamentos a serem aplicados na futura construção da embarcação.

Japão, Coreia do Sul, Estados Unidos, Alemanha e Noruega, entre outros, prezam pelo desenvolvimento da engenharia básica no próprio país, pois a consideram um instrumento para fomentar suas indústrias locais de bens de capital e a cadeia de serviços. Mesmo quando não há conhecimento disponível e é necessário contratar a engenharia fora do país, o trabalho é feito preferencialmente sob a liderança de uma empresa local, para que a transferência de conhecimento possa ser efetiva.

No caso das empresas brasileiras, o domínio do projeto básico é fundamental para estimular o conteúdo nacional em empreendimentos industriais e de infraestrutura, além de desenvolver o conhecimento e a competitividade, de forma a possibilitar a atuação de empresas de engenharia e fabricantes brasileiros em outros países.

O governo federal vem desenvolvendo uma série de mecanismos políticos, técnicos, fiscais e não fiscais (quadro 8) que têm propiciado impactos positivos para a indústria da construção naval.

QUADRO 8
Mecanismos do governo para fomento à indústria brasileira de construção naval

Ação	Descrição
Desoneração fiscal nos fornecimentos para a construção naval	Foram promulgados o Decreto nº 6.704, de 19/12/2008, que trata da desoneração do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para o fornecimento de materiais para a construção naval; e a Lei nº 11.774, de 17/9/2008, que trata da redução a zero das alíquotas dos programas de Integração Social e de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/PASEP) e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (Cofins) sobre equipamentos destinados à construção naval.
Criação do FGCN	O FGCN foi instituído pela Lei nº 11.786, de 25/9/2008, complementada pela Lei nº 12.058, de 13/10/2009, com destinação de R\$ 5 bilhões para a formação do patrimônio do fundo. Foi retirada a cobrança de Imposto de Renda (IR) das aplicações financeiras para manutenção do fundo.
PAC	Assegura encomendas aos estaleiros brasileiros e recursos para o financiamento da construção naval por meio do FMM e seus agentes.
Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural (PROMINP)	Instituído pelo governo federal, por meio do Decreto nº 4.925, de 19/12/2003, o PROMINP tem o objetivo de capacitar recursos humanos para eventuais vagas em empresas privadas no mercado de trabalho nacional, nas categorias profissionais e nas quantidades requeridas de níveis básico, médio, técnico de nível médio, superior e inspetores para a implementação dos empreendimentos do setor de petróleo e gás no Brasil previstos para o período 2007-2011.
Plano Setorial de Qualificação Social e Profissional para a Indústria Naval (PLANSEQ Naval)	Faz parte do Plano Nacional de Qualificação, do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), com uso de recursos do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT) e utilização da mão de obra especializada de instituições federais, como os institutos federais de educação, ciência e tecnologia (IFETS).
Programa de Capacitação Tecnológica para Apoio à Indústria Naval Brasileira	A Transpetro, o Ministério da Ciência e Tecnologia e o Centro de Pesquisas da Petrobras (Cenpes) firmaram convênios da ordem de R\$ 32 milhões, que garantiram investimentos para a modernização tecnológica e a capacitação profissional das empresas de construção naval do país.

Fonte: Sinaval (2011).

A maioria dos mecanismos já citados atinge especificamente estaleiros e armadores, por isso há necessidade também de definir políticas de fomento a empresas fornecedoras de serviço de projeto navais.

As atuais políticas públicas relacionadas à construção naval remetem à década de 1950 e não têm um foco claro em inovação. Há um direcionamento evidente de financiamento a estaleiros e armadores, de maneira independente, sem exigência de porcentagem mínima de gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) ou em projetos inovadores.

Portanto, é preciso adotar novas medidas e intensificar as existentes para induzir o desenvolvimento pleno dos serviços de engenharia naval no Brasil, pois as soluções de mercado dificilmente lograrão atingir este objetivo.

Seguem-se pontos propositivos, a serem aprofundados na continuação desta pesquisa, que podem contribuir para reforçar o desenvolvimento e a competitividade do setor de engenharia consultiva de projetos navais no Brasil. As sugestões, por ora evidentemente genéricas, pretendem contribuir para a superação dos desafios sugeridos anteriormente. Destacam-se medidas com os objetivos conforme descrito a seguir.

- 1) Criar linhas de financiamento do BNDES e da FINEP específicas para o segmento de engenharia de projetos navais, empresas que em geral têm pouca capacidade de alavancagem, em função do baixo patrimônio imobilizado.
- 2) Destinar recursos públicos para viabilizar fusões e aquisições de escritórios nacionais com estrangeiros.
- 3) Avaliar o conceito de margem de preferência pelo governo para licitações públicas envolvendo contratação de projetos, analisando a possibilidade de se aplicar no caso da Petrobras, como já foi feito com as indústrias têxtil e farmacêutica. Nesses casos, determina-se a preferência pelo produto nacional na contratação de bens e serviços para obras públicas quando o preço for até 25% mais caro que o similar estrangeiro.
- 4) Intensificar apoio à formação de engenheiros navais (graduação, pós-graduação).
- 5) Apoiar a consolidação de empresas da capital brasileiro (obtenção de economias de escala ao nível da firma, com diversificação da atuação, ganhos de reputação e maior capacidade de atrair novos quadros qualificados).
- 6) Rever o marco jurídico das licitações que envolvam serviços de engenharia, de modo a limitar a concorrência apenas em preço.
- 7) Sofisticar políticas de financiamento, por meio de engenharia que possa se beneficiar do Crédito para Financiamento de Máquinas e Equipamentos (Finame), com apoio a empresas de consultoria de projetos;
- 8) Reavaliar o peso do índice de nacionalização fixado para engenharia básica na tabela de conteúdo local da ANP.
- 9) Avaliar a possibilidade de a ANP autorizar as operadoras a destinar parte do investimento obrigatório em P&D com recursos da participação especial em projetos para desenvolver a engenharia naval e *offshore* no país.
- 10) A Lei do Bem é voltada apenas, na prática, para médias e grandes empresas. Dessa forma, um aspecto fundamental para expandir esse benefício para PMEs é ampliar o benefício para as empresas que estão no regime de lucro presumido.
- 11) Aproveitar-se indiretamente dos incentivos fiscais à inovação utilizando o argumento da Lei do Bem para auxiliar na venda de projetos de P&D para as grandes empresas. No entanto, é preciso ressaltar que o risco tecnológico esteja com a PME e não com a grande empresa contratante.
- 12) Em relação à obtenção de recursos financeiros para inovação (FINEP, BNDES etc.), aprimorar os mecanismos voltados para PMEs que possuam parcerias com grandes empresas.

- 13) Criar incentivos à exportação de projetos.
- 14) Estender algumas políticas aplicadas ao setor da construção naval (desoneração fiscal) ao setor de projetos navais.
- 15) Financiar Projeto Nacional de Embarcações de Apoio, por meio de parceria entre ICT, IPT e empresa de engenharia consultiva.
- 16) Financiar Projeto Nacional de Embarcações Fluviais, por meio de parceria entre ICT, IPT e empresa de engenharia consultiva.
- 17) Financiar Projeto Nacional de Embarcações de Transporte de Pessoal na Amazônia, por meio de parceria entre ICT, IPT e empresa de engenharia consultiva.
- 18) Financiar Projeto Nacional de Embarcações para Marinha do Brasil, por meio de parceria entre ICT, IPT, EMGEPRON, Marinha do Brasil e empresa de engenharia consultiva.
- 19) Financiar Projeto Nacional de Embarcações para Exército do Brasil, por meio de parceria entre ICT, IPT e empresa de engenharia consultiva e Exército do Brasil.

Para o engenheiro e presidente da LOGZ Logística Brasil, Nelson Carlini, a política industrial do Brasil deveria ir além de lotar as carteiras de encomendas dos estaleiros. De acordo com o engenheiro, as políticas deveriam criar estímulos para que os empresários reajam ao desafio da competitividade. No seu entendimento, o empresariado da construção naval brasileira sempre entendeu que a questão da inovação viria a reboque da demanda, não percebendo como relevante os investimentos próprios em pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A nova indústria naval brasileira reúne condições excepcionais para firmar-se e voltar a ser uma das mais importantes do mundo. Um conjunto de fatores conjunturais favoráveis e a compreensão, pelo governo, do papel social que uma indústria como essa pode cumprir para a geração de emprego e renda poderão assegurar o progresso e a perenidade da indústria naval.

Com os recursos assegurados pelo FMM, a instalação de novos estaleiros, a modernização de diversas empresas, um ambicioso programa de formação e qualificação de mão de obra, o apoio das universidades e centros de pesquisa e, principalmente, a vontade política já demonstrada pelas autoridades em suas várias instâncias de poder, não há dúvidas de que os novos tempos serão de grandes conquistas para esta indústria, o que se refletirá em benefícios para a população brasileira.

Hoje, a indústria naval vive um momento de atropelo por conta da acelerada construção de novos estaleiros paralelamente à produção dos navios para dar conta das encomendas. A forma como o processo está ocorrendo leva as empresas a cuidar apenas do dia a dia, sem um planejamento de longo prazo com ênfase em inovação.

O risco é fazer com que a oportunidade que se tem hoje, com a excepcional carteira de projetos, seja apenas uma bolha gigante que pode furar quando as encomendas acabarem, caso a indústria naval brasileira não alcance a competitividade e a sustentabilidade necessárias para disputar o mercado global.

Em diversos casos de países de industrialização recente, as empresas de engenharia de projeto foram peças importantes da política industrial (Medina *et al.*, 2010), permitindo que o aprendizado adquirido sobre o maquinário importado incorporado nos projetos servisse de base para o desenvolvimento de substitutos locais.

Portanto, é de se esperar que a existência de um sólido setor de engenharia nacional de projetos navais seja fator de maiores encomendas de bens de capital. A realização do projeto de engenharia no país, além de produzir projetos mais ajustados às condições locais, também abre o mercado para fornecedores nacionais.

Este estudo teve como objetivo avaliar as possibilidades de fomento às firmas de engenharia de projeto naval, analisar os desafios e as potencialidades da engenharia de projetos para a construção naval no Brasil e propor sugestões de políticas públicas.

Como foi informado anteriormente, este é um trabalho que apresenta a maior parte dos resultados da coleta de dados, da revisão da bibliografia e da experiência do consultor da pesquisa. Pode-se afirmar que a engenharia consultiva de projetos navais no Brasil tem amplas oportunidades para se desenvolver, uma vez que há amplo mercado em potencial.

Por fim, no que tange às oportunidades, vale ressaltar que a boa capacitação da engenharia consultiva nacional não é devidamente aproveitada para projetos básicos, onde as questões tecnológicas e sinergias com produtores de equipamentos locais poderiam ser potencializadas, contribuindo fortemente para o desenvolvimento e aprimoramento da cadeia do navipeças nacional.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Fernando Oliveira de; DALCOL, Paulo Roberto Tavares; LONGO, Waldimir Pirró. Metodologia para análise de sistemas setoriais de inovação: aplicação na indústria brasileira de construção naval. **Eletrônica produção & engenharia**, v. 2, p. 165-184, 2011.

BRASIL. Marinha do Brasil. Base Naval de Natal. **Divisão marítima**. Natal, [s.d.]. Disponível em: <<https://www.mar.mil.br/bnn/maritima.htm>>.

CARDOSO, Beatriz; ROMERO, Maria Fernanda; MIGUEZ, Rodrigo. Indústria naval: nas águas da tecnologia. **TN petróleo**, n. 67, p. 22-53, 2009. Edição especial. Disponível em: <<http://www.sinaval.org.br/docs/TN-Petroleo-Aguas-da-Tecnologia.pdf>>.

FAVARIN, Júlio Vicente Rinaldi. **Metodologia de formulação de estratégia de produção para estaleiros brasileiros**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

GOLDBERG, Simone. Conjuntura – ações para uma retomada segura. **Valor setorial** – indústria naval, p. 8-15, set. 2011. Edição especial. Disponível em: <<http://www.sinaval.org.br/docs/ValorSetorial-IndNaval-Set2011.pdf>>.

MEDINA, Afonso Celso *et al.* **Análise da competitividade da indústria marítima brasileira e um panorama do setor de cabotagem no Brasil e no exterior: uma visão da indústria da construção naval brasileira e seus principais atores**. São Paulo: Iglu, 2010.

PACHECO, Luciana Marçal. **Metodologia de planejamento, monitoramento e controle de projetos de engenharia** – estudo de caso: revitalização de plataformas. 2009. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

SINAVAL – SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO E REPARO NAVAL E *OFFSHORE*. **A indústria da construção naval e o desenvolvimento brasileiro** – 2010. (Versão 15/8/2012). Disponível em: <www.sinaval.com.br>.

_____. **Cenário da construção naval brasileira: balanço 2011**. (Versão 15/8/2012). Disponível em: <www.sinaval.com.br>.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL/ CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Construção naval**: breve análise do cenário brasileiro em 2007. Brasília: ABDI, 2008. v. 2. (Série Cadernos da Indústria ABDI).

BARROS, Marco Aurélio; ALVES, Marcio. Administração simultânea de vários projetos de engenharia multidisciplinares – práticas e soluções. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE, 23., 2010, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Rio de Janeiro, 2010.

CORDEIRO; J. S. *et al.* Um futuro para a educação em engenharia no Brasil: desafios e oportunidades. **Ensino de engenharia**, v. 27, n. 3, p. 69-82, 2008. Edição especial.

COSTA, Ricardo Cunha; PIRES, Victor Hugo; LIMA, Guilherme Penin Santos de. Mercado de embarcações de apoio marítimo às plataformas de petróleo: oportunidades e desafios. **BNDES setorial**, Rio de Janeiro, n. 28, p. 125-146, set. 2008.

COUTINHO, L.; SABBATINI, R.; RUAS, J. A. **Forças atuantes na indústria naval**. 2006. Disponível em: <www.gestaonaval.org.br>.

EMPREENDEDOR. Ressurreição naval. **Empreendedor**, ano 17, n. 197, p. 20-31, 2011. Disponível em: <http://www.sinaval.org.br/docs/Empreendedor_Ressureicao_Naval.pdf>.

FAVARIN, Júlio Vicente Rinaldi *et al.* Transferência tecnológica na construção naval: estudo de exemplos e discussão. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE, 23., 2010, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sobena, 2010.

GOLDBERG, David *et al.* Riscos na construção naval brasileira. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE, 23., 2010, Rio de Janeiro, Sobena. **Anais...** Rio de Janeiro: Sobena, 2010.

GUIMARÃES, João Felipe da Rocha; ASSIS, Luiz Felipe; PIRES JÚNIOR, Floriano C. M. Emprego de sistema 4D para controle de projetos na construção naval. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE, 23., 2010, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sobena, 2010.

GUIMARÃES, Lorena Faria; PIRES JÚNIOR, Floriano C. M.; ASSIS, Luiz Felipe. Análise de risco no acompanhamento de projetos de construção naval. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE, 23., 2010, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sobena, 2010.

LACERDA, Sander Magalhães. Oportunidades e desafios da construção naval. **Revista do BNDES**, v. 10, n. 20, p. 41-78. Rio de Janeiro, dez. 2003.

MOURA, Delmo Alves de. **Análise dos principais segmentos da indústria marítima brasileira**: estudo das dimensões e dos fatores críticos de sucesso inerentes à sua competitividade. 2008. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MOURA, Delmo Alves de; BOTTER, Rui Carlos; SILVA, Aldy Fernandes da. Importância das dimensões custo, qualidade, flexibilidade, inovação, tempo e confiabilidade para a competitividade da atual indústria marítima brasileira. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 45, n. 1, p. 18-29, 2010.

PADRONI, Rosa Maria. Estudo sobre os desafios na capacitação profissional dos tecnólogos navais da FATEC JAHU e dos aquaviários no Brasil para atender empresas de transporte naval e construção naval – estudos de casos. Proposta de um plano de capacitação. *In*: CONGRESSO PAN-AMERICANO DE ENGENHARIA NAVAL, TRANSPORTE MARÍTIMO E ENGENHARIA PORTUÁRIA, 22., 2011, Buenos Aires, Argentina. **Anais...** Buenos Aires, 2011.

PASIN, Jorge Antonio Bozoti. Indústria naval do Brasil: panorama, desafios e perspectivas. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 18, p. 121-148, dez. 2002.

PEREIRA, Newton Narciso; LAURINDO, Fernando José Barbin. A importância da tecnologia da informação na indústria de construção naval: um estudo de caso. **Prod. [online]**, v. 17, n. 2, p. 354-367, 2007.

PINTO, Marcos Mendes de Oliveira *et al.* Desafios para o ressurgimento da cadeia de fornecedores navais no Brasil. *In*: CONGRESSO PAN-AMERICANO DE ENGENHARIA NAVAL, TRANSPORTE MARÍTIMO E ENGENHARIA PORTUÁRIA, 21., 2009, Montevideu, Uruguai. **Anais...** Montevideu, 2009.

PIRES JÚNIOR, Floriano *et al.* Um sistema integrado para acompanhamento e controle de projetos de construção naval. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE, 23., 2010, Rio de Janeiro. **Anais....** Rio de Janeiro, 2010.

RUAS, José Augusto Gaspar *et al.* **Relatório de acompanhamento setorial**: indústria naval. Campinas: UNICAMP; ABDI, jul. 2009. v. 4. Disponível em: <<http://www.abdi.com.br/Estudo/Naval%20julho%202009.pdf>>.

SABBATINI, Rodrigo. **Relatório de acompanhamento setorial**: engenharia consultiva no Brasil: desafios e oportunidades. Brasília: ABDI, ago. 2011. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Estudo/relatorio_neit_eng-consultiva_final.pdf>.

SOLLOUM, João Ricardo; PONTES, Eduardo da Silva; FERREIRA, Leonardo. Uma reflexão sobre a influência das práticas de gerenciamento de projetos na competitividade da indústria naval. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE, 23., 2010, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sobena, 2010.

APÊNDICE

APÊNDICE A

QUADRO A.1

Questionário para empresas de consultoria em projetos navais

Caracterização da organização	<p>Organização Faturamento anual (R\$) Estabelecimento Funcionários Localização Origem Tipo de serviço Projetos na área naval (%) Projetos no exterior Principais ativos – projetos Principais clientes A empresa possui política específica para o desenvolvimento de inovações (política de P&D)? Patentes Metas de desenvolvimento da empresa</p>
MO e treinamento	<p>Sistema de gestão Grau de instrução dos principais profissionais Dificuldade de contratação e retenção de MO Rotatividade da MO Treinamento</p>
Gestão de projetos e modelo de contratação	<p>Contratação e acompanhamento dos projetos Processo de contratação dos projetos Confecção de proposta técnica e comercial Maiores dificuldades internas no processo comercial e na execução de projetos de engenharia Quais são os principais riscos associados aos projetos? Existe um mapeamento e plano de ações para mitigação e acompanhamento desses riscos? Qual é o grau de atuação e intervenção da instituição sobre esses riscos? Requisitos mais utilizados pelos clientes na contratação de projetos e serviços Sugestão para o cliente melhorar processo de contratação Gestão da carteiras de projetos Como as empresas de engenharia podem melhorar os seus serviços?</p>
Políticas públicas	<p>Já teve projeto financiado pela FINEP ou pelo BNDES? Observa-se algum tipo de políticas públicas com a finalidade de contribuir para a inovação na indústria de construção naval, em especial na engenharia de projetos? Ações cooperativas com outras empresas ou com instituições públicas orientadas à inovação As empresas se utilizam de financiamentos para investimento em modernização da infraestrutura, qualificação gerencial e desenvolvimento tecnológico? Se sim, qual a natureza do financiamento (público ou privado)? Quais as garantias estabelecidas pelas empresas para o cumprimento das condições de tomada de financiamento? Como o setor avalia as ações e os incentivos governamentais (Lei do Bem, Lei da Inovação e outros)? O setor faz uso dos incentivos governamentais (Lei do Bem, Lei da Inovação)? O que pode ser feito para estimular o desenvolvimento das empresas de engenharia de projetos no Brasil?</p>

Elaboração do autor.

APÊNDICE B

QUADRO B.1

Questionário para armador e estaleiro

<p>Caracterização da organização</p>	<p>Organização Faturamento anual (R\$) Estabelecimento Funcionários Localização Origem Tipo de serviço Projetos na área naval (%) Projetos no exterior Principais ativos – projetos Principais clientes A empresa possui política específica para o desenvolvimento de inovações (política de P&D)? Patentes Metas de desenvolvimento da empresa</p>
<p>Gestão de projetos e modelo de contratação</p>	<p>Contratação e acompanhamento dos projetos Processo de contratação dos projetos Confeção de proposta técnica e comercial Maiores dificuldades internas no processo comercial e na execução de projetos de engenharia Quais são os principais riscos associados aos projetos? Existe um mapeamento e plano de ações para mitigação e acompanhamentos destes riscos? Qual é o grau de atuação e intervenção da instituição sobre estes riscos? Requisitos mais utilizados pelos clientes na contratação de projetos e serviços Sugestão para o cliente melhorar processo de contratação Gestão da carteiras de projetos Como as empresas de engenharia podem melhorar os seus serviços?</p>
<p>Políticas públicas</p>	<p>Já teve projeto financiado pela FINEP ou pelo BNDES? Observa-se algum tipo de políticas públicas com a finalidade de contribuir para a inovação na indústria de construção naval, em especial na engenharia de projetos? Ações cooperativas com outras empresas ou com instituições públicas orientadas à inovação As empresas se utilizam de financiamentos para investimento em modernização da infraestrutura, qualificação gerencial e desenvolvimento tecnológico? Se sim, qual a natureza do financiamento (público ou privado)? Quais as garantias estabelecidas pelas empresas para o cumprimento das condições de tomada de financiamento? Como o setor avalia as ações e os incentivos governamentais (Lei do Bem, Lei da Inovação e outros)? O setor faz uso dos incentivos governamentais (Lei do Bem, Lei da Inovação)? O que pode ser feito para estimular o desenvolvimento das empresas de engenharia de projetos no Brasil?</p>

Elaboração do autor.

APÊNDICE C

Segue lista com algumas terminologias, definições, siglas e conceitos básicos da área de estudo deste trabalho.

**QUADRO C.1
Terminologia, definições, siglas e conceitos**

ABEPR	Associação Brasileira de Engenharia de Produção
ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABS	American Bureau of Shipping
AHTS	<i>Anchor handling and towing supply</i>
ANP	Agência Nacional do Petróleo
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
Capes	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEGN	Centro de Estudos em Gestão Naval
CGT	<i>Compensated gross tonnage</i>
CN	Construção naval
CNAVAL	Centro de Engenharia Naval e Oceânica do IPT
CNPq	Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COPPE	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da UFRJ
CSV	<i>Construction support vessel</i>
DSV	<i>Diving support vessel</i>
DWT	<i>Deadweight tonnage</i>
EAS	Estaleiro Atlântico Sul
Eisa	Estaleiro Ilha S/A
E&P	Exploração e produção
Finame	Crédito para Financiamento de Máquinas e Equipamentos
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FMM	Fundo da Marinha Mercante
GT	<i>Gross tonnage</i>
H/H	Homem-hora
ICT	Instituto de ciência e tecnologia
IMO	International Maritime Organization
Indústria naval	Setor de construção e reparo de embarcações, navios e plataformas <i>offshore</i>
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IN	Índice de nacionalização
MEC	Ministério da Educação
MCT	Ministério de Ciência e Tecnologia
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MO	Mão de obra
MT	Ministério dos Transportes
NSF	National Science Foundation
Navieças	São os fabricantes e prestadores de serviços diretamente ligados à construção e reparação naval.
OCDE	Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico

(Continua)

(Continuação)

ONIP	Organização Nacional da Indústria do Petróleo
OSV	<i>Offshore vessel</i>
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
Peno	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval e Oceânica da COPPE/UFRJ
PLSV	Pipe laying support vessel
PNV	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval e Oceânica da Escola Politécnica da USP
PROMEFL	Programa de Modernização e Expansão da Frota da Transpetro
PSV	Navio de apoio às plataformas (<i>platform supply vessel</i>)
SciELO	Scientific Electronic Library Online
Sinaval	Sindicato Nacional da Indústria da Construção e Reparação Naval e <i>Offshore</i>
SNI	Sistema nacional de inovação
Sobena	Sociedade Brasileira de Engenharia Naval
SPRU	Science and Technology Policy Research
SSI	Sistema setorial de inovação
Sunamam	Superintendência Nacional de Marinha Mercante
Syndarma	Sindicato Nacional das Empresas de Navegação Marítima
TPB	Toneladas de porte bruto
UFF	Universidade Federal Fluminense
UFPA	Universidade Federal do Pará
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
USP	Universidade de São Paulo

Elaboração do autor.

OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA A ENGENHARIA CONSULTIVA NO BRASIL: INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE¹

João Luiz Kuperman Garcia²

1 INTRODUÇÃO

A disponibilidade de infraestrutura é considerada uma condição essencial para o crescimento econômico de um país. No âmbito da infraestrutura econômica, o setor de transporte ocupa papel de destaque, uma vez que é responsável por promover o encurtamento das distâncias entre as regiões e o aumento do acesso a bens e serviços pela população, reduzindo custos de transferências das mercadorias necessárias ao sistema produtivo (Araújo, 2006).

No caso do Brasil, a importância da disponibilidade de transporte torna-se ainda mais acentuada, visto que o país apresenta não apenas um dos territórios mais extensos do mundo como também expressiva faixa litorânea – 8,5 mil km navegáveis de costa (SEP, [s.d.]) –, além de possuir grandes distâncias entre os principais polos produtores e os consumidores. Desta forma, o desempenho do setor de transportes se propaga claramente para o resto da economia nacional, influenciando diretamente a competitividade dos demais setores.

A existência de um setor maduro de engenharia de projeto, capaz de impulsionar e desenvolver a infraestrutura de transportes, é essencial para o desenvolvimento econômico e social por diversos fatores, entre os quais se incluem:

- repositório estratégico de conhecimento: o estabelecimento, a perpetuação e o desenvolvimento das atividades de engenharia de projeto por empresas brasileiras favorecem a retenção no país de conhecimento e tecnologia em serviços de engenharia, diminuindo (ou até eliminando) a dependência de agentes estrangeiros para a execução de serviços, principalmente de alto conteúdo tecnológico;

1. Este capítulo foi publicado anteriormente em janeiro de 2014, na coleção Texto para Discussão do Ipea, número 1916.

2. Consultor do Programa Diagnóstico, Perspectiva e Alternativas para o Desenvolvimento do Brasil, do Ipea – pesquisa realizada em parceria com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).

- impacto positivo nos principais indicadores macroeconômicos brasileiros: pela própria natureza dos empreendimentos de infraestrutura, de qualquer natureza (transporte, energia e saneamento, por exemplo), faz que a execução implique benefícios econômicos, como a geração de empregos, o incentivo ao consumo e, simultaneamente, à contenção de custos com base nos serviços prestados, entre outros, estimulando o crescimento econômico nacional e a contenção dos níveis de inflação;
- fonte de externalidades positivas para os demais setores da economia: como consequência das melhorias na infraestrutura econômica, os níveis de competitividade dos negócios são aprimorados com base em duas frentes:
 - viabilidade: novos negócios passam a ser viáveis técnica e financeiramente por meio da disponibilidade de vias de escoamento de produtos, as quais, além de reduzirem os custos de transporte e os riscos associados às operações produtiva e logística, ampliam o mercado consumidor;
 - competitividade: ao permitir a redução dos custos logísticos e um maior escoamento desses produtos, os bens produzidos tornam-se mais competitivos em mercados externos, em relação a fornecedores de outros países;
- desenvolvimento local da cadeia de fornecedores: uma vez que é responsabilidade das firmas de engenharia de projeto especificarem os equipamentos e definirem as especificações de produtos e serviços de fornecedores para as obras de infraestrutura, a atuação de empresas de engenharia nacionais permite ao mercado local um amadurecimento das redes de fornecedores nacionais. Neste âmbito, o estímulo à indústria de bens de capital é particularmente relevante, pois se trata de um segmento de grande impacto na economia brasileira e que vem sofrendo forte redução de suas atividades no país (FINEP, BNDES e ABDI, 2012); e
- desenvolvimento econômico regional: a disponibilidade de infraestrutura de transporte fora de grandes centros econômicos contribui para a redução da desigualdade regional, pois influencia as decisões de consumo, de produção e de locação dos investimentos das empresas dos demais setores da economia. O barateamento nos custos de transporte e o encurtamento de distâncias estimulam as relações comerciais entre firmas e consumidores dispersos nas diversas regiões brasileiras, potencializando o crescimento econômico brasileiro de longo prazo (Araújo, 2006).

Além disso, o valor de um setor nacional de engenharia de projeto capaz de viabilizar uma infraestrutura de transportes sólida torna-se ainda mais acentuado no atual momento vivido pelo Brasil. As recentes demandas suscitadas pelos diversos programas do governo focados no desenvolvimento econômico e social, tais como

o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), o Programa de Sustentação dos Investimentos (PSI), o Plano de Investimento em Logística (PIL), o Programa Minha Casa, Minha Vida, além da preparação de grandes eventos internacionais – notadamente a Copa do Mundo e as Olimpíadas – vêm demandando expressivos aportes de recursos para expansão e modernização da infraestrutura de transportes do país.

Este trabalho apresenta as principais análises e conclusões do estudo conduzido pelo Ipea cujo objetivo é retratar a situação do segmento de engenharia de projetos associados à infraestrutura de transporte no Brasil. Este estudo faz parte de uma iniciativa coordenada entre o Ipea e a Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) cujo objetivo é avaliar o desenvolvimento da engenharia consultiva no Brasil em quatro setores: infraestrutura de transporte, indústria naval, indústria de petróleo e gás e indústria aeronáutica.

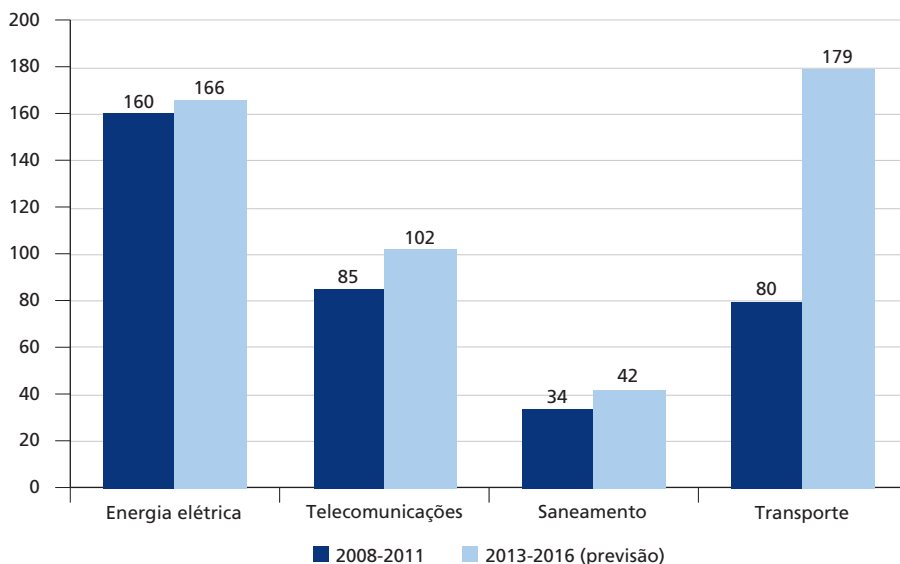
Este estudo visa avaliar as oportunidades e os desafios para o fomento ao setor de engenharia e fornecer contribuições relevantes para o desenvolvimento de políticas públicas e de estímulo ao setor de infraestrutura de transporte no Brasil. Para isso, primeiramente, fez-se uma contextualização do panorama de infraestrutura de transporte no Brasil, com base nos principais modais. Em seguida, fez-se uma caracterização dos mercados contratante e ofertante de serviços de engenharia ligados ao segmento estudado. Ademais, são mostrados os principais desafios para o desenvolvimento de projetos de engenharia sob a ótica de gestores com posição de destaque em organizações relevantes no segmento, tanto instituições contratantes como ofertantes de serviço de engenharia. Entre os principais desafios, podem-se citar a dificuldade na gestão de recursos humanos (por exemplo: contratação, retenção, capacitação etc.), a legislação inadequada e as incertezas acerca dos processos de contratação de serviços de engenharia por parte de instituições públicas. Por último, foram levantadas propostas de ações e políticas públicas para alavancar o setor e facilitar os investimentos nesta área com os agentes públicos e privados.

2 EVOLUÇÃO DA INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE NO BRASIL

A posição de destaque dada recentemente à infraestrutura de transportes em iniciativas públicas e privadas é ratificada pelos resultados de mapeamento das perspectivas de investimentos no setor para os próximos anos. Na comparação dos aportes de recursos públicos e privados referentes aos quadriênios de 2008-2011 e 2013-2016, o setor de transportes apresenta taxas muito elevadas de crescimento em relação a outros segmentos de infraestrutura. É esperado que, no quadriênio 2013-2016, os investimentos em transportes cheguem a R\$ 179 bilhões, um crescimento de 123% em relação aos R\$ 80 bilhões do período 2008-2011 (gráfico 1). Apenas como comparação, o crescimento dos investimentos para os setores de energia elétrica, telecomunicações e saneamento foi, respectivamente, 3%, 20% e 23%.

GRÁFICO 1

Evolução e perspectiva de investimentos totais em diversos segmentos de infraestrutura
(Em R\$ bilhões)

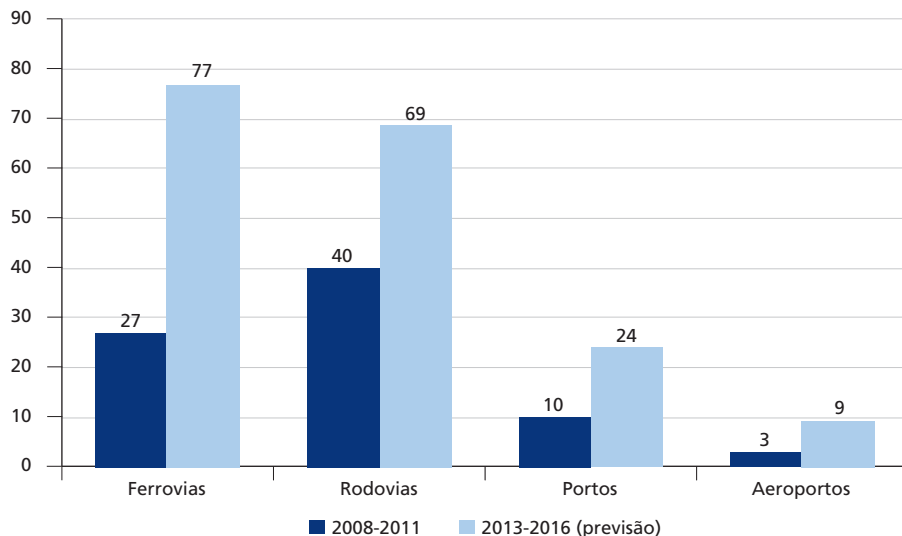


Fonte: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES, 2012).

Entre os investimentos em infraestrutura de transportes, o modal ferroviário deverá ser a principal razão desse incremento, pois está previsto que os recursos aplicados neste segmento tripliquem de valor: de R\$ 27 bilhões, entre 2008 e 2011, para R\$ 77 bilhões, de 2013 a 2016. O gráfico 2 apresenta a evolução dos investimentos direcionados aos diversos segmentos de infraestrutura de transporte.

Apesar dos avanços recentes obtidos pelo Brasil nos investimentos em infraestrutura de transportes, o setor permanece como um dos mais relevantes entraves para o desenvolvimento e a competitividade do país, carecendo de mais investimento. O Brasil ainda investe pouco em infraestrutura de transporte se comparado a outros países em desenvolvimento: o investimento público em infraestrutura de transporte no Brasil em 2010 foi apenas 0,36% do produto interno bruto (PIB), muito abaixo das porcentagens verificadas em outros países emergentes, como China, Índia e Rússia.

GRÁFICO 2
Evolução e perspectiva de investimento em infraestrutura de transporte
(Em R\$ bilhões)



Fonte: BNDES (2012).

TABELA 1
Comparativo de investimento público em transporte em relação ao produto interno
bruto (PIB) para países selecionados (2010)

Acompanhamento dos BRICs (2010)			
País	PIB (US\$ trilhões)	Investimento público em infraestrutura de transporte (US\$ bilhões)	Investimento público em infraestrutura de transporte/PIB (%)
Brasil	2,17	7,81	0,36 ¹
China	10,09	1.015,05	10,06
Índia	4,06	324,80	8,00
Rússia	2,22	155,40	7,00

Fonte: Confederação Nacional do Transporte (CNT, 2012).

Nota: ¹Ao serem considerados os investimentos privados, os investimentos totais em infraestrutura de transporte representam 0,56% do PIB.

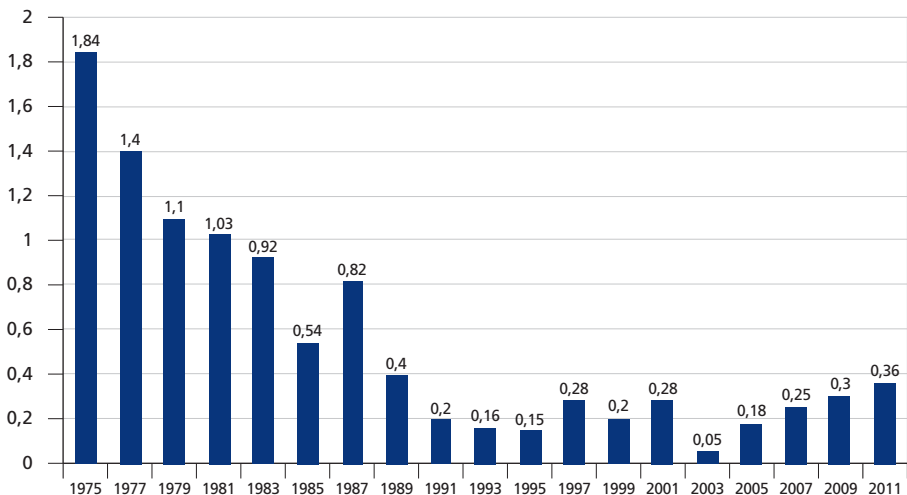
Segundo dados do Ipea (2012), os investimentos privados em infraestrutura de transporte no Brasil representaram, em 2010, US\$ 4,41 bilhões. Dessa forma, os investimentos totais em infraestrutura somaram US\$ 12,22 bilhões, ou 0,56% do PIB, o que ainda representa uma porcentagem bem abaixo de outros países do BRIC.

Dados da Confederação Nacional do Transporte (CNT) mostram que os investimentos federais em infraestrutura de transporte perderam representatividade, apresentando uma trajetória decrescente nas quatro últimas décadas. Em 1975, o investimento em infraestrutura de transporte representava 1,84% do PIB; em 1987, representava 0,82%; e, na década de 1990, em nenhum momento os investimentos superaram 0,5% do PIB. No início da década de 2000, entretanto, os investimentos em infraestrutura de transporte começaram a apresentar uma trajetória de crescimento, conforme pode ser visualizado no gráfico 3.

GRÁFICO 3

Evolução do investimento federal em infraestrutura de transporte com base no PIB (1975-2011)

(Em %)



Fonte: CNT (2011).

Como consequência do cenário de defasagem da infraestrutura de transporte, verificam-se altíssimos custos logísticos incorridos, o que faz que os produtos nacionais percam competitividade no mercado externo (CNT, 2011). Mesmo figurando em 48º lugar no *ranking* geral de competitividade entre 144 países, no quesito infraestrutura de transportes, o país ocupa a posição 79, sendo este um fator caracterizado pelo estudo como um “desafio de longa data ainda não resolvido” (World Economic Forum, 2012).

Apenas como exemplo, a CNT realiza uma pesquisa anual acerca da qualidade das rodovias brasileiras, a qual repetidamente apresenta dados alarmantes sobre o principal modal de transporte para escoamento de produção. O relatório de 2012 investigou mais de 95 mil km de rodovias federais e estaduais e concluiu que

29,3% dos trechos avaliados são considerados *ruins* ou *péssimos*, e 37,3% foram considerados *ótimos* ou *bons*. No entanto, se se considerar apenas os trechos sob a gestão pública – desconsiderando-se os trechos concedidos à iniciativa privada –, o panorama se torna alarmante: 34,6% dos trechos sob a administração pública são considerados *ruins* ou *péssimos* – para as rodovias concedidas, esta porcentagem é de 1,8%. Por seu turno, 27% dos trechos rodoviários sob a administração pública são considerados *bons* ou *ótimos*, enquanto a mesma porcentagem para os trechos concedidos para a administração privada é de 86,7%.

Com o objetivo de dimensionar a necessidade de investimento em infraestrutura de transporte, o Ipea realizou um estudo propondo um programa de investimentos em infraestrutura de transporte para os próximos quinze anos. Por meio da análise da participação dos investimentos em infraestrutura de transportes no PIB de diversos países emergentes, o estudo propõe que o país direcione aportes de recursos públicos e privados da ordem de 3,4%, nos primeiros cinco anos do novo modelo, e 2% do PIB, nos dez anos remanescentes. As estimativas abrangem tanto investimentos correntes – recuperação e manutenção das malhas e das instalações – e investimentos em expansão da infraestrutura propriamente dita, com foco na integração da matriz de transporte de cargas brasileira. A meta é fazer que os investimentos priorizem o desenvolvimento dos modais ferroviário e aquaviário, buscando ampliar a capacidade do sistema da forma mais eficiente possível, uma vez que a matriz de transportes encontra-se atualmente desbalanceada, devido à excessiva participação do modal rodoviário, onerando sobremaneira o custo do transporte e da logística. A tabela 2 detalha este programa, comparando os valores propostos por modal com as inversões verificadas entre 2006 e 2010 (Ipea, 2012).

TABELA 2
Projeção de necessidade de investimento em infraestrutura de transporte (2006-2010)

Modal	Investimento necessário – do 1º ao 5º ano (R\$ bilhões/ano)	Investimento necessário – do 1º ao 5º ano (% do PIB)	Investimento necessário – do 6º ao 15º ano (R\$ bilhões/ano)
Rodoviário	69,03	1,88	28,4
Ferrovário	29,83	0,81	29,6
Portuário	17,46	0,48	10,9
Aéreo	8,63	0,23	4,7
Total	124,95	3,40	73,6

Fonte: Ipea (2012).

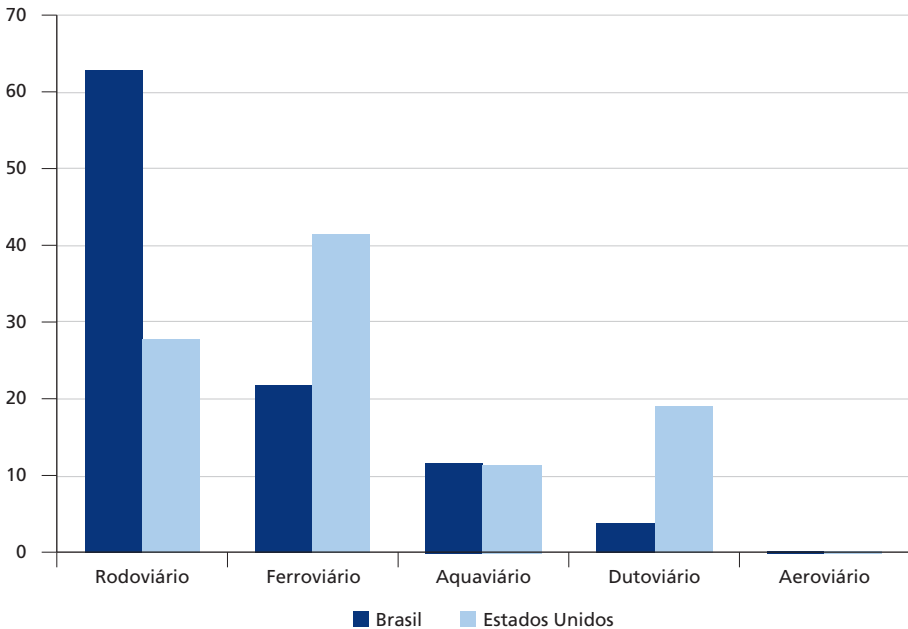
Dois estudos recentes elaborados pelas consultorias Inter B Consultoria e Instituto de Logística e Supply Chain (Ilos) corroboram com essa proposta ao indicarem a necessidade de elevação dos investimentos em infraestrutura de transporte para o patamar de R\$ 100 bilhões ao ano (a.a.), visando reduzir a defasagem da

infraestrutura de transporte brasileira em relação a outros países que competem com produtos brasileiros no cenário mundial.

3 EVOLUÇÃO DOS INVESTIMENTOS POR MODAL DE TRANSPORTE

O modal de transporte rodoviário recebe, historicamente, a maior parte dos investimentos em infraestrutura de transporte. Esta disparidade resulta da alta concentração da matriz desta categoria no referido modal e dos baixos investimentos em ferrovias verificados nos últimos trinta anos. Enquanto países com grandes dimensões territoriais, como Estados Unidos, China e Rússia, investem prioritariamente nos modais ferroviário e aquaviário, o Brasil priorizou, e ainda prioriza, os investimentos no rodoviário. No gráfico 4 são ilustradas as matrizes de transporte brasileira e americana em 2008. Segundo os mais recentes boletins estatísticos da CNT, não houve grandes alterações nesta situação.

GRÁFICO 4
Comparação entre as matrizes de transporte brasileira e americana (2008)
(Em %)



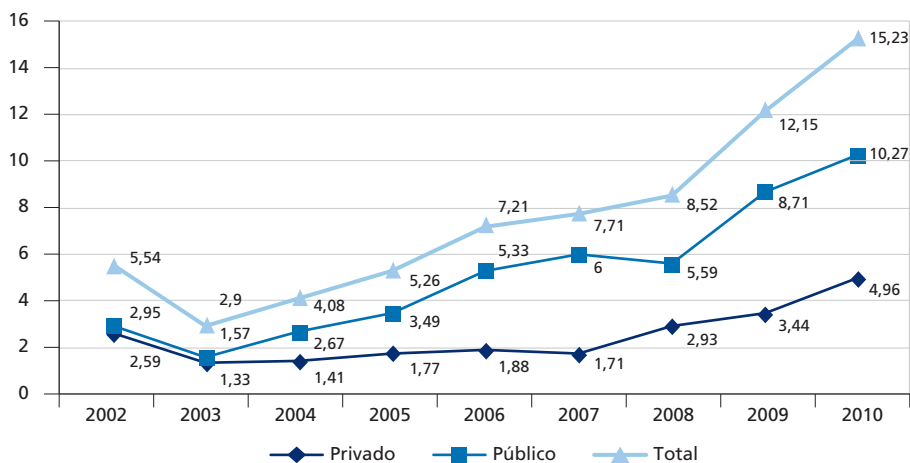
Fonte: Instituto de Logística e Supply Chain (Ilos, 2010).

Acompanhando a recuperação econômica brasileira, o aumento dos investimentos públicos observado desde 2003 reflete a postura do governo em melhorar a infraestrutura

de transporte rodoviário no país, reduzindo gargalos no desenvolvimento (Ipea, 2012). O significativo aumento verificado desde 2008, mostrando aplicações mais robustas, reflete, possivelmente, os primeiros resultados do PAC.

O gráfico 5 demonstra relativa estabilidade dos investimentos privados ao longo dos primeiros anos da década de 2000 (2002-2007), representando, em média, R\$ 1,8 bilhão a.a. Este comportamento exprime a estabilização das aplicações financeiras na manutenção dos trechos concedidos na segunda metade da década de 1990, que representaram a primeira fase do programa nacional de concessões de rodovias federais e estaduais.

GRÁFICO 5
Investimento em rodovias no Brasil (2002-2010)¹
(Em R\$ bilhões)



Fonte: Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias (ABCR, 2012)

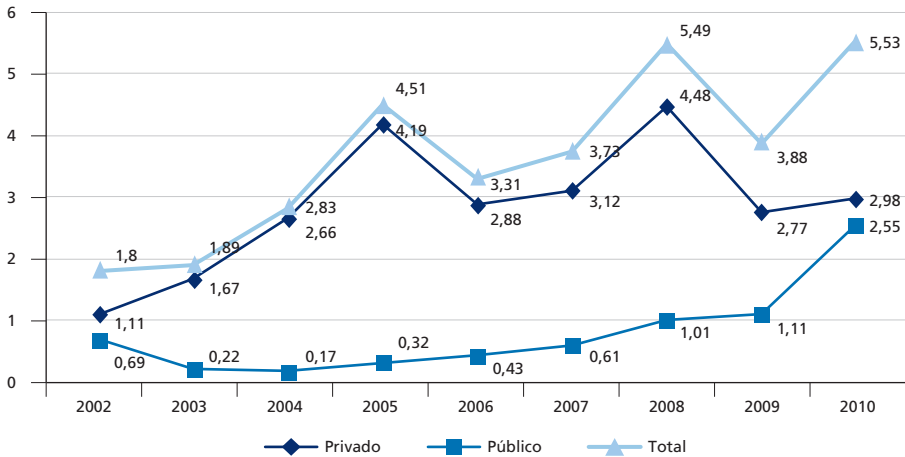
Elaboração: Ipea (2012).

Nota: ¹ Valores deflacionados pelo IGP-M (Dez./2010 = 100).

Desde 2008, o crescimento dos investimentos privados relaciona-se à segunda etapa dos programas de concessão de trechos de rodovias federais e paulistas, cujos contratos requerem maior volume de recursos financeiros nos primeiros anos de execução. Entre 2002-2010, estas inversões totalizaram cerca de R\$ 20,6 bilhões, contra cerca de R\$ 46,3 bilhões de investimentos públicos no mesmo período. É de se esperar que o investimento público em rodovias supere o privado nas estradas concedidas, pois a malha pública federal é quase quatro vezes maior que a malha total concedida.

Apesar do significativo crescimento dos investimentos públicos e privados no setor rodoviário nacional, estes totalizaram aproximadamente R\$ 15,2 bilhões em 2010, valor que correspondeu a somente 0,42% do PIB.

GRÁFICO 6
Investimento público e privado em ferrovias (2002-2010)¹
(Em R\$ bilhões)



Fonte: Ipea (2012).

Nota: ¹ Valores deflacionados pelo IGP-M (Dez./2010 = 100).

Para o setor ferroviário, o panorama apresentou uma evolução um pouco distinta. Na década de 2000, a maior parte do investimento em ferrovias, no Brasil, foi realizada pelo setor privado, tendo em vista que um dos objetivos do processo de privatização era transferir para a iniciativa privada a responsabilidade praticamente integral dos investimentos. Após as privatizações, o comportamento dos aportes de recursos pode ser entendido em três momentos (Ipea, 2012), conforme resumido a seguir:

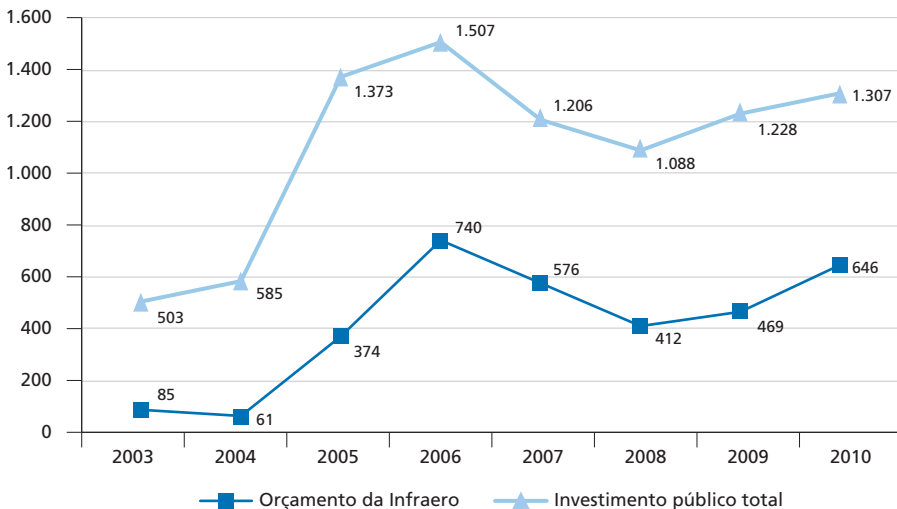
- até 2002 – Os investimentos privados permitiram recuperar a malha ferroviária, que estava em grande parte deteriorada, devido aos vários anos de baixo investimento durante a crise fiscal das décadas de 1980 e 1990. Logo após as privatizações, os investimentos tinham o objetivo de tornar a malha operacional, permitindo iniciar a prestação de serviços de transporte e, assim, gerar receita para custear as operações e abastecer o caixa para futuros investimentos;
- de 2002 a 2008 – Com o crescimento da demanda por transporte ferroviário, desde 2002, foi necessário investir em ampliação real de capacidade, tanto em locomotivas e vagões quanto em capacidade de tráfego nas principais linhas férreas. Estes investimentos demandaram maior volume de recursos financeiros, incrementando inclusive a própria

rentabilidade das concessões. Pode-se afirmar, também, que esta fase de ampliação de capacidade da malha concedida ainda não terminou;

- de 2008 em diante – Desde 2008, os investimentos públicos voltaram a ter participação relevante, com o financiamento e a construção de novos trechos ferroviários pelo governo federal, em especial a Ferrovia Norte-Sul. Simultaneamente, os aportes de recursos privados sofreram desaceleração, em grande parte pela deterioração do cenário econômico mundial.

Para o setor aéreo, o investimento público total, de 2003 a 2010, foi de R\$ 8,8 bilhões. Isto representa uma média anual de R\$ 1,1 bilhão. A maior parte do valor aplicado nestes oito anos (60,9%) deve-se ao orçamento fiscal, que foi responsável por R\$ 5,4 bilhões. A Infraero, sozinha, aplicou R\$ 3,4 bilhões durante os oito anos, o que representou 39,1% do total investido. A média anual de investimentos da Infraero foi de R\$ 430,3 milhões. Pode-se perceber que o investimento da Infraero, em 2006 (R\$ 766,9 milhões), foi o maior da série histórica analisada. O gráfico 7 apresenta os investimentos no setor aéreo no Brasil entre 2003 e 2010 (Ipea, 2012). Os valores referem-se ao que foi investido em aeroportos e no controle do tráfego aéreo.

GRÁFICO 7
Investimento público e privado em infraestrutura para o transporte aéreo (2003-2010)¹
(Em R\$ milhões)



Fonte: Ipea (2012)

Nota: ¹ Valores deflacionados pelo IGP-M (Dez./2010 = 100).

Durante o biênio 2003-2004, a Infraero investiu, em média, R\$ 72,8 milhões. Este valor é bem inferior à média de investimentos da empresa entre 2005 e 2010, que foi de R\$ 549,4 milhões, representando um crescimento de 654,4%. Constata-se também que, apesar dos graves acidentes aéreos ocorridos em 2006 (em voo da empresa aérea Gol) e 2007 (em voo da Tam), que culminaram no chamado “apagão aéreo”, não houve uma reação do poder público em termos de reforço nos investimentos totais aeroportuários, os quais permaneceram relativamente estáveis de 2006 a 2010 (Ipea, 2012).

Outro fator que chama atenção é a importância dos investimentos vindos de fontes alternativas. Apenas em 2006-2007, os valores aplicados pela Infraero superaram os recursos oriundos do orçamento fiscal. Estes números indicam que atualmente a instituição não tem conseguido realizar os investimentos de que os aeroportos necessitam sem significativo aporte de recursos fiscais (Campos Neto e Souza, 2011).

Para o segmento portuário, é importante considerar as evoluções mais relevantes que ocorreram nos últimos vinte anos. Em 1993, o governo passou o controle dos portos às administrações portuárias estaduais e às Companhias Docas, e buscou o apoio e o investimento do setor privado por meio de concessões e arrendamentos. Com isso, ocorreram várias reformas institucionais, aumentando o envolvimento privado nos portos e buscando-se liberalização e competitividade dos serviços.

O estabelecimento do novo quadro institucional, impulsionado pela Lei nº 8.630/1993 (Brasil, 1993), alavancou a participação da iniciativa privada, concedendo ao BNDES o posto de principal instituição financiadora por meio de (Ipea, 2012):

- financiamento da compra de equipamentos para o setor privado, por meio da linha de crédito Financiamento de Máquinas e Equipamentos (Finame); e
- financiamento a empreendimentos (Finem) para a operacionalização de linhas de crédito para investimentos em portos e terminais portuários, podendo participar com até 80% do valor total do investimento.

Em consequência dessas mudanças, o BNDES passou a alcançar, nos anos seguintes, 60%, em média, de participação no valor de projetos portuários (Marchetti e Pastori, 2006).

Entre o início de 2003 e o terceiro trimestre de 2008, apesar da elevação significativa das inversões, os investimentos portuários permaneceram não correspondendo às necessidades nem ao potencial do setor. O último mapeamento realizado pelo BNDES aponta uma necessidade de investimentos de R\$ 17,8 bilhões, entre 2011 e 2014, dos quais 74% (R\$ 13,2 bilhões) seriam oriundos do setor privado (Puga e Borça Júnior, 2011).

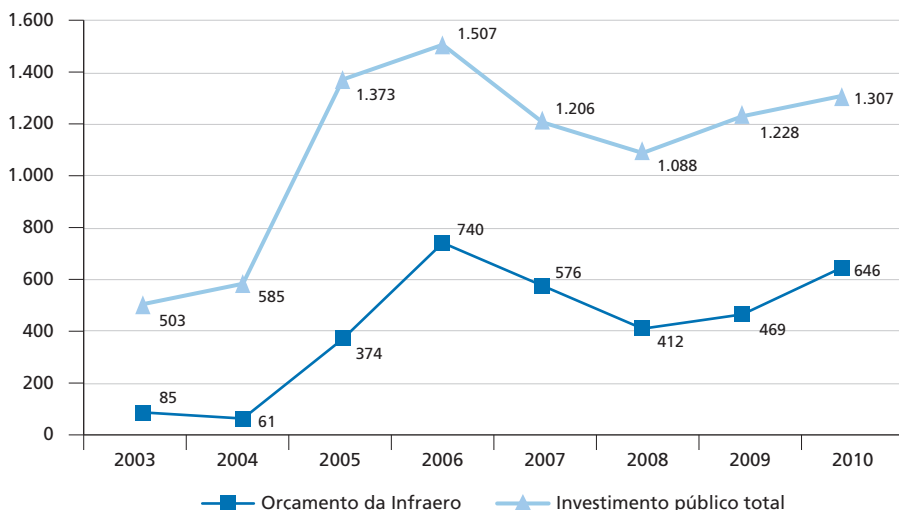
A divisão dos investimentos ficou, portanto, conforme resumido a seguir.

- iniciativa privada: investimento em equipamentos, recuperação e manutenção das instalações portuárias, sendo o BNDES a principal fonte de recursos;
- iniciativa pública: construção e manutenção da infraestrutura portuária (principalmente os acessos terrestres e marítimos), sendo o orçamento fiscal e a seguridade social as principais fontes de recursos.

Um impacto positivo causado pela reforma do marco regulatório de 1993 foi a obrigatoriedade que os contratos de operação dos terminais portuários impuseram aos agentes privados de realizarem investimentos nos portos. Os investimentos, todavia, focaram em melhoria e modernização de instalações, reduzindo custos dos serviços portuários, e deixaram de lado o processo de integração com os transportes terrestres para reduzir gargalos de acesso. Além disso, as modernizações ficaram restritas aos terminais operados pelo setor privado, com pouco impacto nas áreas administradas pelo setor público. As áreas de armazenagem também foram negligenciadas e, apesar da redução dos custos, a estrutura tarifária não melhorou, diminuindo os possíveis ganhos (Reis, 2008).

O gráfico a seguir mostra os investimentos totais (públicos e privados) nos portos brasileiros entre 2002-2010. A média anual dos investimentos foi de R\$ 2,18 bilhões, sendo R\$ 1 bilhão público e R\$ 1,18 bilhão privado. Em valores absolutos, os investimentos totais crescem no período, com certo equilíbrio entre público e privado, exceto em 2009, quando o público foi maior em 80,8%.

GRÁFICO 8
Investimentos em portos no Brasil (2002-2010)¹
(Em R\$ bilhões)



Fonte: Ipea (2012).

Nota: ¹ Valores deflacionados pelo IGP-M (Dez./2010 = 100).

Recentemente, o governo anunciou um programa de investimentos nos portos brasileiros que, além de disponibilizar R\$ 60 bilhões até 2017, traz algumas inovações regulatórias, o que deve permitir o aumento dos investimentos dos agentes privados. Entre as principais mudanças estão as relacionadas a seguir.

- incentivo dos investimentos privados em novos terminais e portos no Brasil;
- fim da diferenciação entre carga própria e de terceiros nos terminais, o que deve permitir que os terminais de uso privado (TUPs) possam movimentar carga de terceiros;
- planejamento centralizado no âmbito federal;
- criação da Comissão Nacional das Autoridades Portuárias (Conaportos) e do Conselho Nacional para Assuntos de Praticagem (Conapra);
- licitação de 55 terminais portuários com contratos por vencer ou que já venceram e que foram assinados antes da Lei dos Portos.

4 METODOLOGIA

Considerando-se os grandes desafios que o Brasil enfrenta para destravar os investimentos em infraestrutura de transporte, sejam eles públicos, sejam privados, é necessário entender as principais questões a serem resolvidas para viabilizar e agilizar os investimentos no setor.

Com esse intuito, o estudo visa caracterizar o processo de contratação de projetos de infraestrutura em transportes no Brasil, identificando os principais requisitos técnicos e econômicos exigidos das firmas de engenharia, bem como a percepção das empresas contratantes quanto ao atendimento destes requisitos pelas empresas de engenharia de projetos (tanto as de capital nacional como as filiais de empresas estrangeiras).

Para alcançar esse objetivo, buscou-se realizar uma avaliação da capacidade das empresas de engenharia de projetos em atender as demandas do setor de infraestrutura de transporte, além de identificar as principais dificuldades destas em satisfazer os requisitos exigidos pelos contratantes, tais como: capacidade técnica, formação e retenção de pessoal, disponibilidade de financiamento etc.

Visando atingir esse entendimento e reunir subsídios para formulação de políticas públicas, foram entrevistados executivos em posições estratégicas em organizações públicas e privadas do ramo de engenharia de projetos relacionados à infraestrutura de transporte – contratantes dos serviços e fornecedores (ofertantes).

Essas entrevistas foram conduzidas prioritariamente de forma presencial (apenas 20% tiveram de ser realizadas por telefone), no segundo semestre de 2012, em diversas unidades da federação (UFs), entre as quais citam-se: Rio de Janeiro, São Paulo, Distrito Federal e Minas Gerais. Para auxiliar na condução das discussões com os gestores, foi utilizado um roteiro semiestruturado de perguntas abertas relacionadas a diversos temas de grande relevância para o estudo.

As perguntas contidas no roteiro buscavam aprofundar diversos temas relevantes para o estudo, entre os quais os elencados a seguir.

- caracterização da organização, por exemplo: *que tipo de serviço a sua organização oferece/contrata?*
- funcionários e treinamento, por exemplo: *existe alguma dificuldade na contratação de profissionais para elaboração de projetos?*
- relacionamento interorganizacional, por exemplo: *como é a comunicação entre organizações contratantes e ofertantes ao longo do projeto?*
- gestão de projetos, por exemplo: *como é o processo interno de execução de proposta técnica e comercial? Quais são os principais riscos associados aos projetos?*
- processo de contratação, por exemplo: *como ocorre o processo de planejamento, contratação e acompanhamento dos projetos?*

As organizações selecionadas, tanto as representantes do grupo contratante quanto as ofertantes de serviços, são bastante relevantes dentro do ambiente brasileiro, e, algumas delas, dentro do cenário mundial. O grupo de organizações contratantes é representado, majoritariamente, por órgãos de governo e empresas estatais. Também foram consideradas empresas privadas que possuem concessão de operação de ativos de transporte (nos âmbitos federal e estadual) e grandes empreiteiras.

O grupo de empresas ofertantes de serviços de engenharia era composto por empresas com mais de dez anos no mercado. Algumas destas empresas possuem ramo bastante específico, como serviços de engenharia portuária ou ferroviária, e outras, bastante diversificado, incluindo outros segmentos de infraestrutura, tais como edificações, energia, óleo e gás. O quadro 1 lista as empresas que participaram do estudo.

QUADRO 1

Lista de instituições e organizações participantes do estudo

Empresa	Categoria
Metrô Rio	Contratante
Valec – Engenharia Construções e Ferrovias	
Infraero	
Companhia de Concessão Rodoviária Juiz de Fora-Rio (Concer)	
Companhia de Concessões Rodoviárias (CCR)	
Grupo Camargo Corrêa	
Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT)	
Progen	Ofertante
Ausenco Sandwell	
JM Souto	
Concremat	
Planave	

Elaboração do autor.

5 CARACTERIZAÇÃO DO MERCADO OFERTANTE DE SERVIÇOS DE ENGENHARIA LIGADOS À INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE

De forma genérica, uma empresa de engenharia de projetos oferece serviços de natureza técnica, intelectual, especializada e customizada. É comum as empresas de engenharia oferecerem serviços para as mais diferentes áreas, tais como infraestrutura, petróleo e gás, edificações. Segundo a ABDI (2011), a delimitação do segmento de engenharia consultiva é bastante complexa, visto que há uma profunda heterogeneidade tanto dos serviços oferecidos – que podem incluir apenas uma parte específica do projeto ou a sua totalidade, incluindo execução/construção – quanto das empresas ofertantes de serviços de engenharia – que podem ser empresas independentes de engenharia, subsidiárias de grandes corporações ou até departamentos de empresas de construção.

É possível delimitar o foco de atuação das empresas fornecedoras de serviço de engenharia de projetos, conforme esquematizado no diagrama 1.

DIAGRAMA 1

Etapas típicas de um projeto de engenharia



Elaboração do autor.

O projeto conceitual equivale a conceituar o projeto e definir seus objetivos, garantindo que haja clareza na descrição deste, visando dar o máximo de informações para a contratação dos projetos básico e executivo. Esta etapa, se bem elaborada, ajuda a evitar grandes disparidades no entendimento do objeto por parte dos fornecedores de serviços de engenharia consultiva e da própria empresa contratante, principalmente quando esta tem várias áreas organizacionais diferentes envolvidas na definição dos projetos e na condução do processo de contratação dos serviços de engenharia. É possível que nesta fase também sejam incluídas análises de viabilidade técnica e financeira do projeto.

O projeto básico, por sua vez, reúne os elementos fundamentais que caracterizam uma obra ou um serviço de engenharia em diversas dimensões, principalmente o escopo do projeto. Este, além de ser peça imprescindível para a execução da obra ou para a prestação de serviços, é o documento que garante ao contratante o pleno conhecimento do objeto que se quer contratar. Para isso, o projeto básico deve garantir à instituição contratante informações claras e com precisão adequada. Conforme a Resolução Confea nº 361/1991, este deve: *i)* desenvolver a alternativa escolhida, viável, técnica, econômica e ambientalmente; *ii)* identificar os elementos constituintes e o desempenho esperado da obra; *iii)* adotar soluções técnicas de modo a minimizar reformulações de escopo ou ajustes acentuados durante a execução; *iv)* especificar todos os serviços a serem executados, bem como os materiais e equipamentos; e *v)* definir as quantidades e os custos de serviços e fornecimentos, de tal forma a ensejar a determinação do custo da obra com precisão aceitável – de mais ou menos 15% (Confea, 1991). A legislação vigente determina que o projeto básico, relativamente a obras públicas, deve conter os seguintes elementos: *i)* desenvolvimento da solução escolhida; *ii)* soluções técnicas globais e localizadas; *iii)* identificação dos tipos de serviços a serem executados e de materiais e equipamentos a serem incorporados à obra; *iv)* informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos; *v)* subsídios para montagem do plano de licitação e gestão da obra; e *vi)* orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados.

Conceitua-se projeto executivo como o conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra, de acordo com as normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Estas o definem como “etapa destinada à concepção e à representação final das informações técnicas da edificação e de seus elementos, instalações e componentes, completas, definitivas, necessárias e suficientes à licitação (contratação) e à execução dos serviços de obra correspondentes”.

Essa etapa corresponde ao tratamento técnico e aprofundado do projeto básico, com as especificações detalhadas de materiais e insumos, das etapas e dos prazos

a serem cumpridos (cronograma físico-financeiro), dos métodos e equipamentos a serem utilizados e dos custos a serem incorridos na execução. Para realização do procedimento licitatório pela administração pública, não há obrigatoriedade da execução prévia de projeto executivo, pois a legislação permite que este possa ser desenvolvido concomitantemente com a execução das obras e serviços – desde que autorizado pelo órgão gestor do contrato. Neste caso, a licitação deverá prever sua elaboração por parte da contratada ou por preço previamente fixado pelo órgão. Esta prática, no entanto, tem se mostrado pouco produtiva e eficaz, visto que muitos projetos executivos não são elaborados – ou são elaborados de maneira insatisfatória –, gerando diversos problemas para o bom andamento das obras.

Por fim, a gestão e o acompanhamento da execução. Algumas empresas de engenharia, buscando oferecer serviços completos e garantir que o projeto seja realizado de forma adequada, também podem gerenciar e controlar a sua execução. Estas atividades ultrapassam a delimitação tradicional de engenharia consultiva, visto que as referidas empresas passam a atuar na implementação do projeto, uma etapa fundamental para garantir a qualidade da obra a ser executada. Por seu turno, estas precisam desenvolver competências gerenciais distintas, dado que seu objetivo só poderá ser atingido mediante a coordenação de atividades de outras empresas – principalmente as de construção – e da gestão efetiva da equipe da obra.

Segundo a ABDI (2011), as atividades de engenharia demandam um trabalho intelectual intenso, fazendo que a competência, a experiência e a criatividade das pessoas envolvidas – principalmente engenheiros, arquitetos e técnicos – sejam primordiais para a qualidade do projeto. Desta forma, é possível afirmar que os recursos humanos são os principais ativos das empresas de engenharia de projetos.

Mesmo sendo uma atividade essencial para a qualidade dos projetos executados, os custos associados à contratação das empresas de engenharia de projeto representam menos de 5% dos custos totais das obras, segundo fontes do segmento. Segundo estas mesmas fontes, os custos dos serviços de engenharia chegaram a representar 8% dos empreendimentos na década de 1970, o que mostra que ocorreu ao longo dos anos uma compressão das margens financeiras para as empresas que atuam no segmento.

Um ponto importante a ser considerado é que os serviços de engenharia são extremamente customizados e que, por isso, necessitam de tempo para serem executados. Se considerada a execução das principais etapas de engenharia de projeto (elaboração dos projetos conceitual, básico e executivo), o ciclo dos serviços de engenharia dura, em média, dois anos. Neste sentido, o planejamento de longo prazo da contratação das empresas de engenharia por parte das organizações contratantes, sejam elas públicas, sejam privadas, é uma atividade fundamental.

Por sua vez, mesmo sendo considerado crítico para a viabilização dos projetos, poucas organizações realizam adequadamente este planejamento. O quadro 2 apresenta os tempos médios de execução dos serviços de engenharia.

QUADRO 2

Duração média das etapas dos serviços de engenharia de projetos

Etapa do serviço	Duração média (meses)
Projeto conceitual	4
Projeto básico	8
Projeto executivo	12
Total do projeto	24

Elaboração do autor.

Obs.: os dados foram obtidos com base nas respostas dos executivos entrevistados no estudo conduzido pelo Ipea, integrante do programa de pesquisa Diagnóstico, Perspectiva e Alternativas para o Desenvolvimento do Brasil, do Ipea, realizado em parceria com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).

Segundo dados oficiais do Ministério do Trabalho (MTE) de 2010, o Brasil conta com mais de 16 mil empresas formais de serviços de engenharia, aproximadamente cem destas pertencentes à Associação Brasileira de Consultores de Engenharia (ABCE). No *ranking* elaborado pela revista *O empreiteiro* em 2011, o segmento de projetos de engenharia faturou R\$ 9,3 bilhões, sendo que apenas 113 empresas do setor tiveram faturamento superior a R\$ 1,5 milhão. Esta lista mostra que as 25 maiores empresas – em faturamento – possuem um *market share* de 72% do total do setor.

TABELA 3

Ranking das quinhentas maiores empresas de engenharia do Brasil (2011)¹

	Faturamento em 2010 (R\$ milhões)	Market share em 2010 – faturamento do setor (%)	Segmentos de atuação (média)
25 maiores empresas	6.750	72,9	11
Todas as empresas	9.256	100	8

Fonte: Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI, 2011).

Elaboração do autor.

Nota: ¹ Conforme *ranking* divulgado pela revista *O empreiteiro* em 2011.

Buscando diversificar os riscos estratégicos associados ao mercado de engenharia³ para aproveitar as competências técnicas desenvolvidas ao longo dos anos, é muito comum que as empresas de engenharia possuam atuação bastante

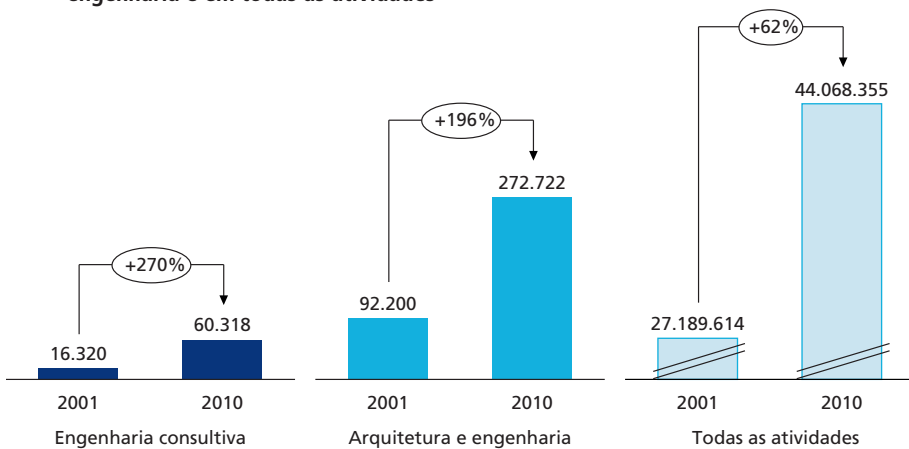
3. Por exemplo: pressão externa por redução da rentabilidade do negócio, baixa visibilidade de oportunidades de projetos no médio e longo prazo e pressão dos clientes por encurtamento dos prazos de execução dos projetos.

diversificada, ou seja, a maioria das empresas de engenharia atua em mais de um ramo da engenharia. Em média, as empresas de engenharia listadas no *ranking* elaborado pela revista *O empreiteiro* atuam em oito ramos de atividades de engenharia diferentes, sendo as 25 maiores ainda mais diversificadas (atuam em onze ramos diferentes da engenharia, em média). A diversificação foi uma das soluções encontradas para garantir a sobrevivência e a sustentabilidade destas empresas ao longo dos anos, principalmente em períodos em que a taxa de investimento em determinados setores, tanto público quanto privado, foi bastante baixa.

O setor de engenharia e projeto empregou, em 2010, mais de 270 mil pessoas no Brasil, o que fez dobrar a participação na estrutura de emprego formal no Brasil em dez anos – de 0,34%, em 2001, para 0,62%, em 2010. Isto mostra que o segmento foi um dos mais dinâmicos para o mercado de trabalho, dado que o saldo de empregos formais deste segmento evoluiu a uma taxa média anual de 12,9% a.a. entre 2001 e 2010, enquanto a média geral da economia foi de 5,5% a.a. Se se considerarem apenas as empresas de engenharia consultivas associadas à ABCE, a situação foi ainda mais animadora, visto que o crescimento de empregos formais verificado entre 2001 e 2010 foi de 15,6% a.a.

GRÁFICO 9

Evolução de empregos formais nas empresas de engenharia consultiva, arquitetura e engenharia e em todas as atividades



Fonte: ABDI (2011).

6 PRINCIPAIS QUESTÕES LEVANTADAS NAS ENTREVISTAS

A seguir estão consoli dadas as principais questões que afetam o fortalecimento e o desenvolvimento da engenharia de projeto relacionada à infraestrutura de transporte no Brasil, segundo os participantes das entrevistas. Os pontos apresentados a seguir estão organizados por ordem de importância, e os resultados são baseados exclusivamente nas opiniões dos respondentes.

6.1 Escassez de mão de obra qualificada

O mercado de trabalho extremamente aquecido, o rápido crescimento da economia e a migração dos profissionais de engenharia para outros segmentos de trabalho nas décadas de 1980 e 1990 (principalmente para a área de gestão, dentro das empresas, e para o setor financeiro da economia) desencadearam uma escassez acentuada de mão de obra qualificada, principalmente de engenheiros.

Essa situação se agravou em determinados segmentos da engenharia, que foram mais afetados pela baixa dos investimentos nas décadas passadas. O setor de engenharia ferroviária, por exemplo, só se sustentou nos últimos vinte anos devido aos investimentos privados realizados pelas empresas atuantes em mineração, principalmente.

Em 2011, o Ministério da Educação (MEC) anunciou que dobraria as vagas de engenharia nas universidades. Entretanto, é possível observar uma dificuldade em preencher as atuais vagas disponíveis para estes cursos superiores. Em 2009, os 1,5 mil cursos existentes no Brasil ofereciam 150 mil vagas a.a., tinham 300 mil matriculados (embora as vagas permitissem até 750 mil, uma vez que o curso dura, em média, cinco anos) e formaram 30 mil. O alto índice de evasão de estudantes matriculados seria uma das potenciais causas deste processo (Gusso e Nascimento, 2011).

Segundo dados do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa), a maior restrição para a formação de engenheiros no Brasil está no número de jovens com habilidades mínimas em matérias da área de ciências exatas já no ensino médio. Somente 3,8% dos participantes brasileiros do Pisa alcançaram desempenho considerado de competências mínimas em matemática. Segundo tais dados, considerando-se que a população de jovens com 15 anos no Brasil é de aproximadamente 3,2 milhões, haveria, no máximo, cerca de 122 mil jovens aptos para as carreiras de exatas.

Por esses motivos, o Brasil possui uma taxa de formação de engenheiros muito baixa se comparado a outros países em desenvolvimento. Enquanto o Brasil forma cerca de 40 mil engenheiros por ano, a Rússia, a Índia e a China formam 190 mil, 220 mil e 650 mil, respectivamente (tabela 4).

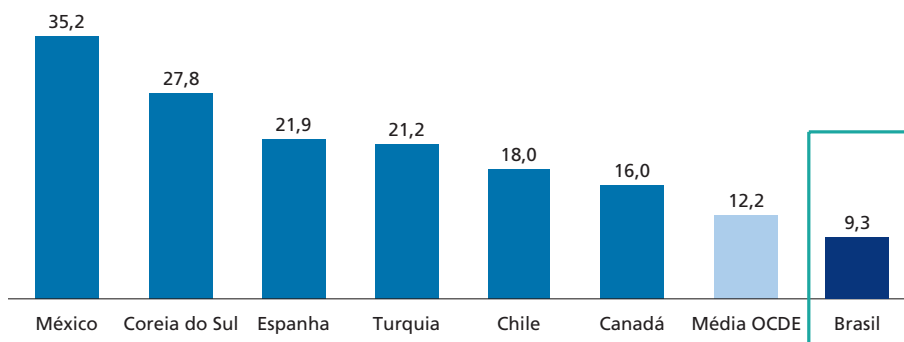
TABELA 4
Comparativo de formação de engenheiros por ano para países selecionados

País	Número de engenheiros formados por ano	Participação da população (%)
Brasil	40 mil	0,021
Rússia	190 mil	0,133
Índia	220 mil	0,018
China	650 mil	0,049

Elaboração do autor.

A pouca proficiência em matérias como matemática, física e química faz que o estudante brasileiro possua preferência por áreas do ensino superior relacionadas às ciências sociais e humanas. Dados da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) mostram que o Brasil tem uma proporção muito pequena de alunos graduados em engenharia: apenas 9,3% conseguem o diploma de engenheiro. Esta proporção está abaixo da média dos países da OCDE e muito abaixo de países como México, Coreia do Sul e Espanha.

GRÁFICO 10
Alunos formados em engenharia em relação ao total
(Em %)



Fonte: Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2010).
Elaboração do autor.

Não por coincidência, a falta de engenheiros foi um dos principais assuntos citados pelos participantes do estudo, fossem eles contratantes, fossem ofertantes de serviços de engenharia.

6.2 Alta rotatividade de profissionais

O rápido crescimento da necessidade de engenheiros e a baixa disponibilidade de recursos humanos para o preenchimento das vagas tornam a disputa por engenheiros bastante intensa. De forma unânime, os participantes das entrevistas alegaram ter dificuldade de reter profissionais para a execução dos seus projetos correntes; além disso, muitas vezes, a empresa de engenharia acaba rejeitando projetos por falta de corpo técnico e equipe gerencial para atender as demandas.

O problema se agrava ainda mais em empresas menores, devido às próprias características das atividades de engenharia de projetos: em função da inconstância na demanda – principalmente a relativa aos investimentos públicos – e da fragilidade financeira da maioria das empresas de engenharia, a manutenção de equipes prontas e treinadas para atender a novos projetos se torna bastante difícil.

6.3 Inflação de salários

Como forma de atrair e manter a força de trabalho e evitar a evasão de pessoas e do conhecimento organizacional desenvolvido ao longo dos anos, as empresas acabam (re)ajustando os salários dos profissionais de engenharia de forma bastante acentuada. Segundo os gestores consultados, a despesa com salários é a principal linha de custo das empresas e também representa a principal fonte de pressão de aumento de custos internos.

A valorização do trabalho do engenheiro não é algo exclusivo apenas do Brasil. Segundo pesquisa realizada pela National Association of Colleges and Employers (Nace), a carreira mais bem paga nos Estados Unidos era a área de engenharia. Por seu turno, segundo os entrevistados para este trabalho, os salários praticados no mercado estão bastante inflacionados em função da demanda por engenheiros. As empresas alegam que estes custos acabam sendo repassados aos projetos.

Os riscos financeiros associados à manutenção do quadro técnico, no entanto, acabam sendo elevados, pois as empresas de engenharia precisam ter saúde financeira para dar suporte às operações e garantir que o descasamento entre o fluxo de despesas e o de receitas não afete a sustentabilidade da empresa. Desta forma, as empresas maiores e mais diversificadas em número de projetos e setores de atuação acabam possuindo vantagem na manutenção de quadro de pessoal. Os riscos estratégicos associados ao crescimento dos negócios acabam sendo menores para as empresas de maior porte, demonstrando uma importante vantagem competitiva associada ao tamanho das operações das empresas de engenharia.

6.4 Dificuldade na “importação” de engenheiros

Diante do quadro de limitação de mão de obra qualificada disponível no Brasil, vem sendo discutida na esfera governamental a possibilidade de aproveitar a oportunidade para atrair técnicos bem formados que estejam sendo subutilizados em países europeus, em razão da crise por que estes passam. A combinação da atual conjuntura econômica europeia com a grande necessidade de técnicos e engenheiros no Brasil poderia ser uma grande oportunidade de incorporação tecnológica de países desenvolvidos e uma forma de destravar os investimentos em infraestrutura de transporte.

Esse cenário é particularmente crítico em conjunturas como a do desenvolvimento das infraestruturas ferroviária e naval no Brasil. Para o setor ferroviário, especificamente, a quantidade insuficiente de engenheiros especializados pode comprometer o ambicioso plano do Brasil de fazer que as ferrovias passem a responder, até 2025, por 35% de sua matriz de transporte de cargas, em vez dos atuais 25%.

Por sua vez, vê-se uma grande dificuldade, tanto por parte das empresas de engenharia quanto dos potenciais imigrantes, no processo de validação dos diplomas no Brasil. O processo atual de validação de diplomas de profissionais formados no exterior é excessivamente burocrático, chegando, em alguns casos, a superar dois anos de espera. A validação dos diplomas, necessária para que os estrangeiros possam trabalhar regularmente, é um processo longo, complicado e caro, o que leva muitos engenheiros, mesmo com o visto de trabalho em mão, a desistir. Existe, atualmente, uma demanda que supera 11 mil alunos de diversas áreas que buscam o reconhecimento de seus diplomas no Brasil.

A validação do diploma no Brasil pode ser feita por qualquer universidade pública, de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação, aprovada em 1996. Um dos problemas verificados é que cada instituição tem exigências e critérios distintos, podendo variar entre a análise do currículo, o conteúdo das disciplinas cursadas ou até a aplicação de provas. Todo o processo pode custar R\$ 6 mil, entre taxas da universidade e a tradução juramentada do material enviado às universidades.

6.5 Alto custo de treinamento

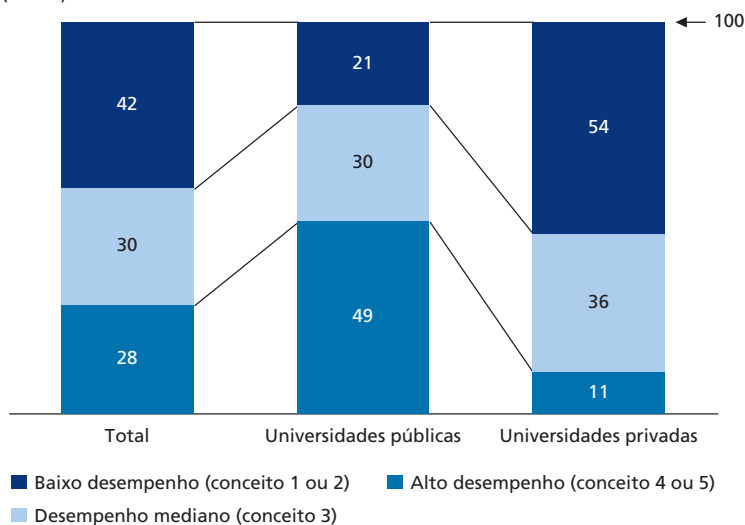
As empresas de engenharia de projetos alegam que a formação do profissional técnico e dos engenheiros é inadequada e insuficiente para atender às necessidades dos projetos em andamento.

Isso ocorreria, segundo os entrevistados, porque existe uma grande dissociação entre o que é ensinado nas universidades e faculdades e o que é demandado pelo mercado. Este problema se intensifica com a formação inadequada do estudante no ensino básico e médio, o que faz com que as instituições de ensino superior tenham que

buscar adequar essa formação do estudante, mesmo que parcialmente, para garantir o mínimo de transferência de conhecimento para os potenciais futuros engenheiros.

Um reflexo da baixa qualidade dos profissionais formados em engenharia pode ser verificado pelas notas do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade). A maioria dos concluintes dos cursos da área de engenharias avaliados em 2008 obteve seu diploma em instituições com baixo desempenho, o que mostra não apenas que estão se formando poucos engenheiros mas também que estão se formando engenheiros com baixa capacidade de agregar valor aos negócios de engenharia. O problema se agrava ainda mais nas universidades privadas: 54% das instituições foram consideradas de baixo desempenho, enquanto apenas 10,6% foram consideradas de alto desempenho.

GRÁFICO 11
Desempenho das universidades públicas e privadas no Enade (2008)
(Em %)



Fonte: Gusso e Nascimento (2011).

Como reflexo do baixo preparo dos estudantes do ensino médio para os cursos de engenharia, uma pesquisa realizada com 1.374 cursos no país mostra que aproximadamente 80% dos alunos que ingressam nas faculdades de engenharia acabam se evadindo, ou seja, um em cada cinco estudantes de engenharia conclui o curso (Gusso e Nascimento, 2011).

Para atenuar o problema, o governo federal lançou em 2011 o Pró-Engenharia, cujo objetivo principal é duplicar o número de engenheiros formados anualmente no país a partir de 2016. Este projeto foi elaborado por uma comissão de especialistas

nomeada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), e prevê investimentos de R\$ 1,3 bilhão. Nenhuma medida, porém, associada a este saiu do papel ainda, e não conseguirá resolver os problemas no curto prazo.

6.6 Baixa previsibilidade da demanda

O principal desafio estratégico apontado pelos gestores das empresas fornecedoras de serviços de engenharia consultiva foi a baixa visibilidade da demanda por projetos de infraestrutura de transporte por parte dos agentes públicos e privados. A falta de consistência dos investimentos e de planejamento das organizações contratantes aumenta significativamente os riscos do negócio. Isto faz que algumas empresas cheguem a trabalhar com um horizonte de projetos contratados que garantam a sustentabilidade da empresa e a manutenção da mão de obra contratada por período muito curto, chegando, em alguns casos, a períodos inferiores a dois meses.

No caso das empresas privadas contratantes, o principal problema apontado foi a priorização da execução de orçamentos de investimento em um horizonte de tempo não superior a um ano. Além disso, os investimentos são as primeiras despesas afetadas quando há incertezas nos mercados. Devido à constante instabilidade na economia brasileira, os gestores empresariais utilizam principalmente os cortes em investimentos para garantir a saúde financeira dos seus negócios (um ditado comum é: “em tempos de crises, o caixa é rei”).

Com relação aos investimentos públicos, o problema é ainda mais grave. O fato de as instituições públicas e empresas estatais serem responsáveis pela maior parte dos investimentos em infraestrutura de transporte no Brasil (Infraero, Valec, DNIT, por exemplo), a grande burocracia envolvendo os processos de liberação de recursos e a grande influência política em todo este processo dificultam a visão do planejamento de contratação dos projetos de engenharia pelas empresas do ramo no Brasil.

Além disso, pela falta de um processo de planejamento, não há priorização dos projetos. Os editais de licitação das instituições públicas para a contratação de serviços de engenharia são divulgados, segundo os entrevistados, de forma “desordenada”, e muitas vezes a divulgação destes editais se concentra em períodos específicos do ano.

Adicionalmente, como as empresas têm de investir tempo e capital para entender o edital e orçar o projeto em curtos períodos – da divulgação do edital até a data de licitação são poucos dias –, estas acabam tendo de priorizar os seus esforços e “apostar” em processos licitatórios cuja chance de vencer seja maior. A ausência de planejamento governamental de médio e longo prazo resulta na intermitência da demanda por serviços de engenharia de projetos, dificultando a manutenção de pessoal qualificado nos quadros das empresas de engenharia.

Com o objetivo de reverter essa situação, o governo federal criou em 2012 a Empresa de Planejamento e Logística (EPL), uma sociedade anônima de capital fechado, com controle da União. A estatal foi criada a partir da modificação da denominação da Empresa de Transporte Ferroviário de Alta Velocidade (ETAV), cujo objetivo era viabilizar o projeto de trem de alta velocidade (TAV) ligando o Rio de Janeiro às cidades de São Paulo e Campinas. A EPL foi criada pela Medida Provisória (MP) nº 576/2012 (Brasil, 2012), que também definiu a ampliação das suas competências.

Em linhas gerais, as funções delegadas à EPL estão no âmbito da estruturação de projetos do governo federal nas áreas de rodovias, ferrovias, portos e aeroportos. A estatal tem por objetivos o planejamento e a promoção do desenvolvimento da infraestrutura de transporte, por meio de estudos, pesquisas, operação e exploração do serviço, administração e gestão de patrimônio, desenvolvimento tecnológico e atividades destinadas à absorção e transferência de tecnologias.

Entre as responsabilidades mais relevantes da EPL, destaca-se a gestão das parcerias público-privadas (PPPs) que viabilizarão o pacote de investimentos do Programa de Investimentos em Logística: Rodovias e Ferrovias. O programa federal tem o objetivo de estimular a participação da iniciativa privada nos investimentos de infraestrutura no país, e pretende investir R\$ 133 bilhões na duplicação e construção de contornos e travessias em 7,5 mil km de rodovias, bem como na reforma e construção de 10 mil km de ferrovias nos próximos 25 anos.

A criação dessa estatal no atual governo da presidenta Dilma Rousseff pode ser vista como um “aprendizado” da formação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) em 2004, durante sua gestão como ministra de Minas e Energia. A criação da EPE, concebida para prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, deveu-se em grande parte à crise do setor energético brasileiro no início da década passada, que culminou nos racionamentos e apagões ocorridos em 2001.

Mesmo sendo uma iniciativa louvável, no sentido de racionalizar os investimentos em infraestrutura logística do país, os benefícios gerados pela criação da EPL ainda demorarão a ser visíveis, pois a empresa, apesar de ainda estar se estruturando, possui uma carga de trabalho bastante elevada.

6.7 Dificuldade de planejamento interno

A característica errática da demanda nacional por projetos de engenharia ligados à infraestrutura de transporte tem um impacto nocivo nas empresas de engenharia de projetos, principalmente as que atuam exclusivamente em engenharia consultiva.

A baixa previsibilidade da demanda, a dificuldade em compatibilizar os fluxos financeiros de despesas e receitas e a pressão por cortes de custos, por parte dos

contratantes, tornam a atividade de planejamento interno uma tarefa praticamente inexequível. Em qualquer uma das dimensões relevantes para a gestão de uma empresa de engenharia (tais como gestão de recursos humanos, gestão financeira, gestão operacional e planejamento estratégico), as variáveis são permeadas por grandes níveis de incerteza, o que praticamente inviabiliza qualquer comprometimento de longo prazo de despesas e investimentos.

6.8 Legislação inadequada para contratação de serviços

Uma importante fonte de reclamação verificada nas entrevistas com gestores, tanto das empresas de engenharia quanto de organizações públicas, foi a inadequação da legislação vigente para condução do processo de contratação de serviços de engenharia.

De acordo com os entrevistados, os processos licitatórios dão ênfase excessiva aos fatores relacionados ao custo e consideram praticamente de forma tangencial aspectos relacionados à qualidade técnica das empresas participantes do certame à experiência em projetos anteriores. O peso desproporcional dado ao preço desprivilegia os investimentos internos das empresas de engenharia em conhecimento e desenvolvimento tecnológico e abre espaço para empresas “aventureiras” ou que não possuem qualificação técnica comprovada para a execução dos serviços previstos.

A interpretação da legislação atual é bastante perversa para o processo de contratação de empresas de engenharia. Diversas entidades ligadas aos projetistas e consultores de engenharia, a exemplo do próprio Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Confea), mostram-se inconformadas com o enquadramento da atividade dos engenheiros, em princípio intelectual, técnica e customizada, como um “produto comum de prateleiras”.

O ápice da falta de incentivo à atividade de engenharia apontado pelos entrevistados é a utilização de pregões para a contratação de tais serviços. Esta modalidade de licitação foi instituída pela MP nº 2.026-3/2000, que autorizou sua adoção para a aquisição de “bens e serviços comuns”, assim entendidos aqueles que possam ser objetivamente definidos pelo edital, por meio de especificações usuais de mercado (Brasil, 2000b). O Decreto nº 3.555/2000 regulamentou esta MP e em seu Artigo 5º estabeleceu que “A licitação na modalidade de pregão não se aplica às contratações de obras e serviços de engenharia” (Brasil, 2000a).

Era de se entender, por conseguinte, ser inadmissível a realização de pregão para serviços de engenharia, independentemente de serem considerados comuns ou não. Por seu turno, o próprio decreto possui uma incongruência ao estabelecer, no Artigo 2º, que “Pregão é a modalidade de licitação para aquisição de *bens e serviços comuns*, promovida exclusivamente no âmbito da União, qualquer que seja o valor estimado da contratação, em que a disputa pelo fornecimento é feita por meio de propostas e lances em sessão pública” (Brasil, 2000a, grifo nosso).

Como resultado, o Tribunal de Contas da União (TCU) entendeu, conforme a Súmula nº 257/2010, que o uso de pregão nas contratações de “serviços comuns” de engenharia encontra amparo legal (Brasil, 2010). Não existe, entretanto, uma definição específica de “serviço comum” de engenharia, permitindo que projetos mais complexos sejam licitados por meio de pregões eletrônicos.

O resultado do uso de leilões reversos para a contratação de serviços de engenharia não tem sido benéfico para a administração pública. A postura “agressiva” de algumas empresas de engenharia visando ganhar o certame torna o preço acordado insuficiente para cobrir os custos da execução adequada do projeto. Desta forma, as possíveis consequências são: *i*) o aditamento dos contratos firmados, aumentando os custos previstos para as obras; *ii*) a execução não adequada do projeto por parte da empresa contratada; e *iii*) o cancelamento do contrato, o que prejudica a empresa fornecedora e a organização contratante, pois esta terá de realizar um novo processo de contratação, e atrasa a entrega dos projetos.

6.9 Marco regulatório para concessões ainda incipiente

Setores que apresentam adequado marco regulatório tornam-se capazes de atrair mais facilmente novos investidores, proporcionando maior segurança a agentes financiadores. A falta de marcos regulatórios adequados e perenes diminui a atratividade de um país por investimento em infraestrutura. De forma geral, um marco regulatório em transporte tem por objetivo (ANTEF, 2007):

- garantir a segurança jurídica das atividades;
- viabilizar a atração de investimento;
- criar um contexto favorável à integração e interação entre as diversas malhas de transporte; e
- promover a redução de custos aos usuários de transporte.

Os riscos na avaliação de empreendimentos impactam diretamente na garantia de retorno financeiro aos acionistas. No caso específico dos investimentos em infraestrutura de transporte, os marcos regulatórios são fundamentais para orientar, principalmente, os investimentos privados em ativos relacionados à concessão, como ocorre hoje nos segmentos rodoviário, ferroviário e aeroportuário.

Uma vez que projetos de infraestrutura envolvem, tradicionalmente, elevados volumes de recursos financeiros e longo prazo para o retorno dos investimentos (*payback*), o “controle” dos riscos regulatórios em tais iniciativas é crítica para a viabilização destes investimentos. No Brasil, segundo os gestores entrevistados, ocorrem mudanças constantes no ambiente regulatório nas áreas de infraestrutura. Isto decorreria da alternância de ideologias políticas predominantes no poder e da

falta de compreensão dos políticos da importância da estabilidade regulatória para o desenvolvimento econômico do país. Estes descompassos impactam negativamente o setor, uma vez que atrasam os investimentos em infraestrutura de transporte e os estudos necessários para viabilizá-los, refletindo de forma direta nas empresas de engenharia de projetos.

As discussões mais recentes com relação aos marcos regulatórios envolvem o setor ferroviário, pois é esperado um crescimento significativo dos investimentos privados. Segundo entidades do setor, não existe um ordenamento jurídico que possa ser considerado um aparelho regulatório adequado. Atualmente, existe um conjunto de leis e decretos que regulamentam o setor, mas não de forma abrangente. Existem diversos pontos que precisam ser aprimorados, como o direito de passagem, o tráfego mútuo e a ocupação das faixas de domínio da ferrovia, além da necessidade de fixação das atribuições gerais para a atuação da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) e suas relações com os demais entes. Em 2011, esta divulgou uma nova proposta para um marco regulatório do setor ferroviário no Brasil – cujas discussões ainda estão em estágio bastante incipiente –, a qual sofre grandes críticas da iniciativa privada.

6.10 Incertezas no processo de contratação por agentes públicos

Tanto os representantes de instituições públicas que contratam serviços de engenharia quanto os fornecedores de serviços se queixam da ênfase dada pela legislação vigente ao controle de custos. Para alguns casos, como os serviços são altamente especializados e técnicos, o modelo de contratação por menor preço pode ser algo extremamente prejudicial para o país, pois dificulta a garantia da qualidade dos serviços prestados.

Mesmo os gestores da administração pública que buscam contratar serviços dando maior peso à experiência e qualidade técnica da empresa contratada sofrem grande pressão por órgãos de controle, tal como o TCU, que exigem justificativas dos responsáveis pelos processos de contratação por não terem escolhido empresas que ofereceram o serviço pelo menor preço.

A complexidade do processo de contratação mediante critérios técnicos e de qualidade, a dificuldade de relacionamento com os órgãos de controle e a possível “judicialização” do processo de contratação por parte de outros fornecedores que se sentem preteridos (mesmo apresentando preços menores), obrigam os gestores de organizações públicas a adotarem os pregões para a contratação de serviços de engenharia. Desta forma, se torna praticamente inviável que concorrentes que ofereçam serviços diferenciados e com maior qualidade técnica participem de forma competitiva nos processos licitatórios.

6.11 Preferência por projetos com clientes privados

Devido aos altos riscos percebidos nos projetos com organizações e instituições públicas (intermitência da demanda, incerteza no fluxo de receitas, influência de diversos agentes de controle, influência política etc.), muitas empresas fornecedoras de serviços de engenharia almejam ter em sua carteira projetos de clientes privados. Em muitos casos, fornecedores de serviços atuam praticamente de forma exclusiva com aquele setor.

A dificuldade de “entrar” no segmento público também se deve aos baixos preços praticados pelas instituições públicas. Escândalos recentes na administração pública envolvendo órgãos governamentais fizeram que os investimentos públicos em infraestrutura tivessem uma redução bastante acentuada: o Ministério dos Transportes reduziu em 17,4% os recursos aplicados em 2012, se comparado com o ano anterior, o que representa uma retração de R\$ 1,8 bilhão em investimentos. Ao todo, o ministério aplicou R\$ 9 bilhões naquele exercício, contra os R\$ 10,9 bilhões empregados em 2011 e os R\$ 11,2 bilhões investidos em 2010.

Somado a isso, o governo federal, tradicionalmente, não consegue cumprir o orçamento de investimentos programados: até novembro de 2012, aplicou apenas 45% dos R\$ 102,31 bilhões previstos para este ano. No caso do Ministério dos Transportes, a previsão era que R\$ 17,8 bilhões fossem aplicados em 2012, o maior montante entre os 38 órgãos da administração direta, mas apenas R\$ 6,33 bilhões (menos de 36% do total do orçamento do ministério para o ano) foram desembolsados⁴ neste exercício.

Os contratos com empresas privadas, entretanto, possuem algumas vantagens claras que tornam os projetos de engenharia com estes clientes mais atrativos, mesmo que em alguns casos a remuneração seja menor. Normalmente, o processo de contratação é mais ágil, claro e objetivo. Além disso, os riscos financeiros associados à garantia de recebimento de pagamentos em prazos combinados são bem menores, o que é um fator positivo para a sustentabilidade das empresas de engenharia.

6.12 Centralização das iniciativas de investimento no âmbito do governo federal

Durante a década de 1990 e início da década de 2000, o país conseguiu implementar um conjunto de reformas importantes para a economia brasileira. Estas reformas foram essenciais para aprimorar o ambiente jurídico e criar uma atmosfera que impulsionasse os investimentos privados em infraestrutura.

Segundo os gestores consultados, no entanto, os últimos anos não têm sido tão positivos em relação à continuidade das reformas estruturantes no Brasil.

4. Soma dos valores pagos e restos a pagar no período.

A crise que afetou a economia mundial fez que os esforços do governo se voltassem para o incentivo ao consumo das famílias, visando à manutenção dos níveis de crescimento da economia.

Somado a isso, os entrevistados acreditam que as recentes ações do governo federal na área de infraestrutura, de certa forma, criaram um ambiente de incerteza e de conflito com os agentes privados. As atuais propostas de concessão ligadas aos aeroportos, por exemplo, foram citadas inúmeras vezes nas entrevistas e sofreram duras críticas. O excesso de foco em reduzir os custos de investimento, a minimização das tarifas praticadas (modicidade tarifária) e a intenção do governo em participar como acionista majoritário dos empreendimentos são considerados instrumentos de pressão sobre a rentabilidade dos empreendimentos e fatores que aumentam enormemente os riscos do negócio. O *trade off* entre garantir a atratividade dos investimentos em infraestrutura de transporte de investidores privados e praticar a modicidade tarifária é um importante desafio para a administração federal, que deverá se posicionar para destravar os investimentos.

6.13 Influência política nos projetos de engenharia

A ausência de um planejamento de longo prazo para os investimentos em infraestrutura de transporte no Brasil faz que muitos projetos sejam utilizados como “bandeira política” dentro do conteúdo programático dos governos. Os critérios utilizados para priorizar e selecionar projetos de investimentos são, muitas vezes, políticos e pouco técnicos.

O principal resultado de tal ingerência é a não integração entre os projetos de infraestrutura de transporte, dificultando a resolução dos problemas mais graves, e parece atingir todos os âmbitos da administração pública no país – federal, estadual e municipal.

Outro fator apontado que levaria à má aplicação dos recursos em investimentos de transporte é a defasagem entre o tempo ideal de “maturação” dos projetos e o calendário político. Como visto anteriormente, o tempo médio de execução de todas as etapas de engenharia de projetos é de dois anos. Este período, somado ao de execução das obras (que pode superar quatro anos), induz os gestores públicos a selecionarem projetos menos complexos e mais curtos, com menos benefícios para a sociedade. Desta forma, seria possível apresentar tais empreendimentos em momento propício, ou seja, em época de eleição.

6.14 Pouca importância dada à fase de engenharia

A atividade de engenharia de projetos é, indiscutivelmente, essencial para o êxito dos projetos de infraestrutura de transporte. Gestores de empresas fornecedoras de serviços de engenharia, entretanto, alegam que a maioria das organizações públicas e privadas não dão a devida atenção a esta etapa dos projetos de infraestrutura.

Mesmo representando uma parcela menor das despesas com investimento e apesar do alto impacto na qualidade que um bom projeto de engenharia poderia gerar, a fase de engenharia não recebe, muitas vezes, a devida atenção, em função da pressa para finalizar os projetos. O resultado desta negligência são projetos mal executados, orçamentos de investimento mal dimensionados e prazos de execução de obras mal gerenciados.

Tal fato ocorreria, segundo os entrevistados, em função da “percepção generalizada” por parte dos contratantes de que o que importa, realmente, é a fase de execução das obras. Esta situação seria mais intensa em projetos de infraestrutura de transporte envolvendo órgãos da administração pública, a qual, conforme relatado anteriormente, sofre grande influência do calendário político eleitoral.

A ausência de planejamento integrado dos investimentos em infraestrutura de transporte agrava ainda mais esse problema, pois torna escasso o volume de projetos estruturantes a serem executados no curto prazo. Segundo posicionamento da CNT, uma das principais razões do baixo nível de investimento na economia brasileira é a falta de projetos disponíveis para obras já decididas como prioritárias e estratégicas. Segundo os entrevistados, não existe consciência política para executar planejamentos de médio e longo prazo nem, muitas vezes, interesse.

6.15 Antecipação de etapas para agilizar a execução

A carência de projetos disponíveis em carteira e a pouca importância dada à fase de engenharia levam os gestores da administração pública a reduzirem ao máximo o tempo entre a concepção do projeto e o início das obras.

Somado a essa precipitação, a legislação vigente permite que a contratação de serviços e a compra de suprimentos necessários à execução das obras sejam realizadas ainda na fase do projeto básico. Esta prática, todavia, foi bastante questionada pelos especialistas ouvidos, os quais alegaram que este documento não possui detalhamento suficiente para garantir uma boa contratação.

Tal permissão para que o projeto executivo possa ser concluído em paralelo ao processo de contratação da obra e da compra de materiais implica em poucos projetos executivos serem finalizados de forma satisfatória. Os projetos executivos entregues pelos fornecedores acabam sofrendo inúmeras revisões, em função da sua baixa qualidade, o que prejudica enormemente a execução da obra.

6.16 Escopo mal delineado dos projetos

Nos projetos de engenharia, de forma geral, as fases apontadas como as mais importantes são o projeto básico e o projeto executivo. Nestas fases, muitos dos problemas existentes ao longo dos projetos de engenharia poderiam ser identificados (e até eliminados) se o escopo do projeto fosse mais bem delineado.

A grande heterogeneidade das propostas apresentadas pelos fornecedores de serviços de engenharia na fase de contratação é um importante sinal de que esta etapa foi mal delineada, o que seria um problema crônico tanto dos gestores públicos quanto dos privados.

O baixo interesse em executar projetos conceituais, que precedem a execução dos projetos básicos e são considerados desnecessários, prejudica bastante a comunicação entre empresas contratantes e empresas ofertantes de serviços de engenharia. A própria comunicação interna das organizações contratantes e destas com a sociedade (que potencialmente se beneficiaria com o projeto) pode ter “ruídos”.

A execução de projetos conceituais de forma correta poderia contribuir enormemente para agilizar as fases seguintes (projetos básico e executivo), e poderia ser executada internamente pelas empresas contratantes. Segundo os entrevistados, o desenvolvimento de competências para executar os projetos conceituais tem o potencial de ajudar as empresas contratantes em todas as fases do projeto, inclusive na execução das obras.

6.17 Editais de contratação/compra pouco específicos

O resultado dos pontos apresentados anteriormente (pouca importância dada à fase de engenharia, antecipação de etapas para agilizar a execução e o escopo mal delineado dos projetos) tem um impacto nocivo que se perpetua ao longo do projeto. A utilização de projetos em fase de baixa maturidade para a contratação de serviços de execução de obras e compras de material torna os editais de licitação pouco específicos, gerando grandes margens para interpretação. O resultado são propostas extremamente heterogêneas (quanto ao escopo e, conseqüentemente, ao preço) e que, muitas vezes, não refletem a necessidade real do projeto.

Adicionalmente, a baixa qualidade dos editais apresentados cria um ambiente que poderia favorecer fornecedores “aventureiros” e/ou prestadores de serviços de índole duvidosa. A baixa especificidade do escopo dos editais permite ao fornecedor ter uma grande amplitude de manobra para executar o projeto da forma que lhe convier, ou seja, minimizando os custos de execução. Como resultado, os projetos acabam não sendo entregues como esperado.

Além disso, os incrementos nos orçamentos das obras, que podem ser viabilizados por aditamentos nos contratos, são práticas bastante usuais e que ocorrem também em função de escopos de projetos mal delineados. Os fornecedores de serviços, sabendo da baixa qualidade do delineamento do escopo, muitas vezes apresentam propostas já sabendo que serão beneficiados com aditamentos futuros em seus contratos.

6.18 Conflito no relacionamento com órgãos de controle

A baixa qualidade dos projetos de engenharia executados e os escândalos envolvendo gestores da administração pública tornam cada vez mais evidente o trabalho executado por órgãos de controle, principalmente o TCU. Os tribunais de contas possuem o papel fundamental de garantir que os recursos públicos sejam geridos de maneira correta e prevenir potenciais escândalos envolvendo órgãos públicos.

O que se observa, entretanto, é que, sob o pretexto de garantir a lisura dos processos de gestão, a atuação dos órgãos de controle acaba dificultando e burocratizando excessivamente os trâmites relativos à aplicação dos recursos de investimento público, inclusive os relacionados à infraestrutura de transporte.

Além das razões apresentadas anteriormente, a baixa qualidade dos editais de licitação divulgados e o baixo envolvimento dos órgãos de controle nas etapas de definição de escopo dos projetos e no processo de contratação também foram apontados ao longo das entrevistas realizadas. A falta de conhecimento da dinâmica do mercado de engenharia dificulta a comunicação entre as instituições contratantes e os órgãos de controle e o reconhecimento da importância das atividades de engenharia nos projetos de infraestrutura de transporte. Isto resulta em que as empresas contratantes e ofertantes de serviços realizem excessivos esforços na prestação de contas e sofram constantes interferências ao longo dos projetos, podendo resultar em atraso nos processos licitatórios e “seleção adversa” de fornecedores mal qualificados (com foco excessivo em redução de custos e pouco em qualidade) para a realização dos serviços.

6.19 Informação “equivocada” transmitida à sociedade

Conforme descrito anteriormente, editais licitatórios mal elaborados, com base em projetos ainda em estágio incipiente de maturação, dificultam a compreensão do escopo e das atividades dos projetos a serem contratados na fase de execução. A baixa profundidade nos estudos do projeto básico inviabiliza a identificação prévia dos recursos e das atividades necessárias para a realização das obras pretendidas.

Tendo em vista que os custos adicionais apenas são identificados ao longo da construção, a informação transmitida à sociedade e aos órgãos de controle é que os sobrepreços são sinais de corrupção e desvio de recursos financeiros. A principal causa apontada pelo sobrepreço, no entanto, teria a ver menos com corrupção e mais com falta de planejamento dos projetos.

Empresas privadas alegam que o orçamento de obras ligadas à infraestrutura de transporte sofre variação de até 15%, ou seja, a diferença entre o custo planejado e o executado em obras de engenharia deve ser no máximo de 15%. Acima deste valor, considera-se que a fase de engenharia do projeto foi mal executada. Este indicador de desempenho, entretanto, utiliza como base a fase mais detalhada do projeto, ou seja, o projeto executivo. No caso da administração pública, os valores anunciados

normalmente são baseados no orçamento apresentado no projeto básico ou, em muitas vezes, apenas em uma “estimativa prévia”, sem base técnica alguma. Desta forma, a diferença entre o orçado e o realizado se torna ainda mais acentuada, o que tem um impacto negativo muito grande na percepção da qualidade da gestão dos recursos públicos. Este seria mais um problema relacionado à utilização do projeto básico como parâmetro para o processo licitatório de contratação das obras.

6.20 Riscos associados ao licenciamento ambiental

Sob o ponto de vista ambiental, projetos de infraestrutura tradicionalmente possuem maior potencial de impacto, em virtude principalmente das dimensões das obras. Entre estes, os que apresentam maiores riscos ambientais costumam ser aqueles que caracterizam novos investimentos em energia e transportes.

Nessa conjuntura, os riscos ambientais têm merecido atenção especial de agentes financiadores e executores dos projetos, uma vez que a identificação de irregularidades implica a paralisação dos projetos, envolvendo muitas vezes gastos significativos não previstos no planejamento inicial.

A falta de assertividade da legislação ambiental vigente e a falta de clareza na divisão de responsabilidade entre órgãos ambientais nos diversos âmbitos da administração pública (federal, estadual e municipal) tornam o processo de licenciamento bastante complexo. A alta subjetividade na interpretação da legislação vigente é apontada como um importante fator de risco na execução dos projetos de engenharia de transporte no país, o que muitas vezes resulta em atrasos no início das obras e constantes interrupções ao longo da execução dos projetos.

O crescimento econômico brasileiro e a necessidade de preparar instituições públicas responsáveis para atender ao aumento no número de pedidos de licença nos últimos sete anos levaram o governo federal a adotar medidas importantes para o setor. O novo conjunto de medidas de modernização do processo de licenciamento ambiental, anunciado em outubro de 2011 – composto por uma série de portarias do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e por uma instrução normativa do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) –, busca modernizar a regularização de projetos de infraestrutura e logística. Entre os objetivos a serem atendidos pelas alterações, destacam-se (Aneor, 2012, p. 13):

- mais segurança jurídica para técnicos, empreendedores e a população;
- atendimento ao dinamismo do crescimento brasileiro;
- mais clareza jurídica à análise dos processos; e
- agilidade nos processos.

Os novos procedimentos devem permitir a localização dos pedidos de licenciamento parados e a identificação do responsável por eventuais atrasos. A otimização de procedimentos permite que as etapas necessárias à liberação das obras, e especialmente das áreas de apoio, sejam vencidas em menor tempo, contribuindo para o cumprimento dos cronogramas previstos. O aprimoramento dos critérios de análise dos impactos ambientais, decorrentes de determinado empreendimento, permitirá refinar o estabelecimento de relações causa-efeito e a exigência de medidas de mitigação, diminuindo a subjetividade do processo e otimizando a aplicação dos recursos públicos e os benefícios ao meio ambiente.

6.21 Alta rotatividade de servidores em cargos técnicos

O objetivo de muitos profissionais no Brasil é conseguir ingressar, mediante concursos públicos, em cargos da administração federal. Um dos principais atrativos da carreira desta esfera é a estabilidade no emprego, algo que nas organizações privadas dificilmente é viável.

Muitos desses profissionais, conhecidos como *concurseiros*, acabam realizando vários concursos ao longo de sua carreira, em busca de instituições públicas com planos de carreira mais atrativos. Como consequência, apontam os gestores ligados à administração pública, a rotatividade dos profissionais contratados por concursos públicos é bastante elevada.

As agências reguladoras, as empresas estatais e o Ministério dos Transportes acabam perdendo profissionais, principalmente os formados em engenharia, para outras instituições, tais como órgãos de controle ou do Poder Judiciário e bancos estatais. A perda de profissionais de engenharia chega a 50% dos contratados por concurso, conforme apontado em entrevistas.

A principal causa apontada para tal situação é a diferença salarial: enquanto algumas instituições praticam salários iniciais por volta de R\$ 6 mil e R\$ 7 mil, outras chegam a pagar R\$ 12 mil para a mesma faixa. Em muitos casos, alguns contratados já planejam, desde o início, permanecer apenas o tempo suficiente para conseguir passar em outro concurso “mais vantajoso” financeiramente.

Como resultado dessa alta rotatividade, as empresas e os órgãos públicos possuem altos custos – associados ao treinamento do quadro técnico e à realização de concursos públicos – e baixo aproveitamento do conhecimento transmitido. Além disso, muitos destes órgãos alegam falta de pessoal para analisar os projetos de engenharia, o que acaba atrasando os investimentos privados nos ativos concedidos.

6.22 Tabela de referência de custos subdimensionados

Para dificultar ainda mais a participação de empresas fornecedoras de serviços de engenharia que priorizam a entrega de serviços com qualidade, a tabela de referência utilizada pelos órgãos da administração pública (principalmente os relacionados à esfera federal) para estimar os custos dos projetos é apontada como defasada em relação à realidade do mercado.

Com preços subestimados, o nível de pressão sobre a rentabilidade dos projetos para as empresas fornecedoras de serviços é potencialmente maior, as quais, sob esta condição, teriam de oferecer preços bastante agressivos para “vencer” a licitação.

Iniciativas recentes de órgãos governamentais e de empresas estatais demonstram o interesse de gestores da administração pública em reverter essa situação e atualizar as tabelas de referência com valores mais próximos da realidade do mercado fornecedor de serviços e produtos. Os gestores entrevistados relataram ações e projetos que visavam obter informações de mercado para atualizar as tabelas de referência, com o objetivo de aprimorar processos licitatórios futuros e garantir o fornecimento de produtos e serviços com qualidade adequada.

6.23 Projetos nacionais pouco integrados

A falta de planejamento integrado dos investimentos em infraestrutura de transporte impede que os benefícios potenciais sejam totalmente aproveitados. Em muitos casos, as novas estruturas de transporte acabam “competindo” com estruturas existentes. Um planejamento integrado dos investimentos em transporte poderia ser bastante benéfico, pois poderia aumentar a eficiência da aplicação de recursos financeiros (privados e públicos), ajudar na priorização dos investimentos e dar visibilidade de demanda para o mercado ofertante de serviços de engenharia.

Uma melhor alocação dos investimentos poderia aumentar significativamente a eficiência da estrutura logística do país. Como exemplo, um planejamento integrado para o desenvolvimento de portos, ferrovias e rodovias poderia realmente destravar os gargalos logísticos do país e propagar benefícios para muitos outros setores da economia do Brasil, segundo os entrevistados.

6.24 Falta de integração das empresas com as universidades

Tendo de suprir as carências de formação dos engenheiros que pertencem aos seus quadros, é comum que as empresas de engenharia tenham atividades internas de treinamento e desenvolvimento. Estas mesmas empresas, entretanto, alegam que poderiam contribuir mais com a formação dos estudantes de engenharia se houvesse maior integração com as universidades e os institutos tecnológicos. As razões apresentadas para esta falta de união são: *i*) a cultura de curto prazo das empresas de engenharia; e *ii*) a dificuldade burocrática em estabelecer parcerias com universidades, faculdades e institutos tecnológicos.

Essa integração poderia ser vantajosa para todos os envolvidos: de um lado, para a universidade, que poderia adequar a sua grade curricular às demandas do mercado, aumentando a atratividade dos seus cursos; de outro lado, para o estudante de engenharia, que se familiarizaria com as demandas mais prementes e relevantes das empresas, o que o ajudaria no desenvolvimento de conhecimentos úteis para a sua colocação no mercado de trabalho; e, ainda, para as empresas de engenharia, que poderiam desenvolver soluções inovadoras para os desafios dos seus projetos e reduzir custos com treinamento de pessoal, visto que teriam um poderoso instrumento de recrutamento e seleção de recursos humanos.

Essas iniciativas de integração empresa-universidade poderiam ser viabilizadas com orçamentos bastante modestos, tais como o fornecimento de bolsas de iniciação científica e financiamento de alunos de graduação e pós-graduação, ou até financiamento integral de pesquisas.

É possível, portanto, ver hoje que a falta de coordenação de atividades entre empresas e universidade resulta em baixos níveis de desenvolvimento tecnológico, não só das empresas de engenharia mas também de outros segmentos da economia. No Brasil, a interação universidade-indústria para as atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) é bastante incipiente e limitada, sendo isto um reflexo direto da ausência de rotinas e estratégias de geração de conhecimento e inovação por parte das empresas (Rapini, 2007).

7 PROPOSTAS DE AÇÕES E POLÍTICAS PÚBLICAS

As propostas de ações e políticas públicas que surgiram ao longo das entrevistas para mitigar os entraves apresentados na seção anterior são resumidas a seguir, e também são baseadas exclusivamente nas informações e opiniões dos participantes das entrevistas.

7.1 Alteração da legislação e marco regulatório

Um dos pontos mais comentados ao longo das entrevistas foi a alteração de marcos legais e regulatórios que influenciam direta ou indiretamente o ambiente competitivo do mercado de engenharia de projetos no país. O excesso de burocracia e de falhas nos instrumentos legais, que acabam prejudicando os contratantes (principalmente os agentes públicos, em diferentes esferas da administração pública) e os ofertantes de serviços de engenharia, poderia ser eliminado com a criação ou revisão de leis específicas.

Nesse quesito, a iniciativa mais importante para os agentes públicos contratantes seria a revisão das leis que regem a contratação de serviços por instituições públicas, principalmente a Lei nº 8.666/1993. Segundo os entrevistados, o excesso de normas legais e de detalhamento desta pode ser considerado um dos fatores que prejudicam o processo licitatório e o acompanhamento da execução dos serviços a serem prestados.

O regime diferenciado de contratação (RDC) foi citado como uma boa prática a ser utilizada e expandida, haja vista que ainda se encontra restrita aos projetos e às obras da Copa do Mundo de 2014, às Olimpíadas de 2016 e às obras do PAC.⁵ O processo licitatório via RDC tem como vantagens agilizar a contratação de fornecedores de serviços e dar maior eficiência à contratação (por exemplo: inversão de fases, contratação integrada de projetos, orçamentos paramétricos, remuneração variável às empresas que entregarem as obras antes dos prazos e que obtiverem bom desempenho nos padrões de qualidade etc.). Segundo os entrevistados, as experiências com o RDC e as críticas amplamente conhecidas à Lei nº 8.666/1993 poderiam servir de base para as discussões sobre um novo ambiente legal de contratação pública de serviços de engenharia, visando dar maior importância à qualidade técnica dos serviços, estimulando a formação de uma base estratégica de fornecedores nacionais com qualidade e garantindo o cumprimento dos contratos nos prazos e orçamentos previstos.

Outra iniciativa considerada importante para o fortalecimento do setor de engenharia de projetos é a revisão das tabelas de referência de custos de projetos, muito utilizadas por órgãos de fiscalização (principalmente tribunais de contas) e agentes públicos que contratam serviços. Esta tabela representa um importante instrumento para dimensionar custos de execução dos projetos, contribuindo para a definição de preços de referência adequados. Durante esta pesquisa, estavam sendo conduzidos processos de atualização destas tabelas em algumas instituições públicas cujos gestores participaram das entrevistas.

Além da legislação referente às licitações, também foi apontada a necessidade de revisão da legislação ambiental. Esta teria como resultado esperado mais objetividade nos pontos a serem abordados nos estudos de impacto ambiental e maior clareza na definição dos papéis e das responsabilidades de agentes reguladores e fiscalizadores nas diversas instâncias governamentais (federal, estadual e municipal). Além disso, esta revisão poderia trazer maior agilidade e simplicidade ao processo de análise dos pedidos de licenciamento, contribuindo para controlar os riscos de interrupção das obras de infraestrutura no país. Com relação a este ponto, também foi discutida a necessidade de reforçar a estrutura (pessoal, material e tecnológica) dos órgãos ambientais, de tal forma que estes consigam atender à demanda crescente por licenciamentos de projetos.

O terceiro aspecto relacionado ao ambiente legal brasileiro discutido pelos entrevistados refere-se ao potencial de contratação de mão de obra estrangeira especializada, principalmente para segmentos específicos, em que há grande carência, como engenheiros ferroviários e navais. A autonomia das universidades públicas para

5. Por meio da Lei nº 12.722, de 3 de outubro de 2012, o governo federal estendeu o uso do regime diferenciado de contratação (RDC) para as licitações e os contratos necessários à realização de obras e serviços de engenharia no âmbito dos sistemas públicos de ensino (Brasil, 2012c).

definir critérios de revalidação de diplomas foi amplamente criticada pelos entrevistados, sendo a principal recomendação a unificação e a simplificação deste processo.

Recentemente, doze universidades federais brasileiras – incluindo a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), a Universidade Federal de Alagoas (Ufal), a Universidade Federal do Pará (UFPA), a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – assinaram um documento para agilizar a revalidação de diploma de engenheiros e arquitetos portugueses, o que representa um importante avanço para a unificação e a simplificação deste processo. Estas iniciativas, todavia, são consideradas descentralizadas e bastante ineficientes, visto que cada universidade no Brasil deve estabelecer um convênio com outra no exterior para cada curso específico. Uma das propostas seria unificar este processo de tal forma que, se o diploma de curso de uma instituição estrangeira específica já foi revalidado no Brasil, todas as universidades públicas poderiam revalidar outros diplomas deste mesmo curso. Esta ação facilitaria e agilizaria todo o processo de revalidação para o estrangeiro que desejasse trabalhar no Brasil.

A quarta e última proposta referente ao ambiente legal citada pelos entrevistados é a ampliação dos mecanismos para participação nas discussões sobre os marcos regulatórios de transporte e infraestrutura no Brasil. Atualmente, segundo os entrevistados, as discussões sobre marcos regulatórios ficam restritas às esferas governamentais, com pouca participação da sociedade civil (incluindo especialistas do setor, acadêmicos e representantes de empresas). A criação de fóruns e comitês para discussão poderia ser uma forma de aumentar o alinhamento entre os diversos agentes e instituições interessadas.

7.2 Política educacional

Segundo os participantes da pesquisa, o desenvolvimento do mercado fornecedor de serviços de engenharia está associado ao fortalecimento do ensino básico e superior no Brasil.

Nos últimos anos, foi possível perceber um avanço sistemático de políticas públicas relacionadas ao desenvolvimento do ensino superior, com a construção de novas universidades públicas e a criação de mecanismos de financiamento de cursos superiores. O Fundo de Financiamento Estudantil (Fies), por exemplo, é um programa do MEC destinado a financiar cursos de graduação para estudantes matriculados em instituições privadas com juros bastante atrativos (em torno de 3,4% a.a.).

Ainda existe, porém, espaço para avançar em políticas públicas relacionadas ao desenvolvimento do ensino básico (da pré-escola ao ensino médio). O principal entrave para este avanço é a dificuldade de integração e coordenação entre as diversas esferas da administração pública (federal, estadual e municipal).

Seria fundamental, segundo os entrevistados, o desenvolvimento do atual modelo de gestão do sistema educacional brasileiro de forma a: *i*) melhorar o acompanhamento na aplicação de recursos financeiros; *ii*) facilitar a comunicação entre as diversas esferas governamentais (por exemplo, com divulgação de programas federais, divulgação de cartilhas educacionais, requisição de livros-texto *etc.*); *iii*) ajudar na identificação de melhores práticas educacionais e de gestão; e *iv*) ajudar no desenvolvimento de professores, diretores de escola e gestores públicos. Estas iniciativas contribuiriam para reduzir a desigualdade no acesso à educação e a defasagem escolar e melhorar tanto a formação dos alunos brasileiros (facilitando e estimulando a entrada dos alunos no ensino superior) quanto seu desempenho em matérias essenciais para cursos da área de exatas, como as engenharias.

Além disso, foi verificada a necessidade de criação de mecanismos de estímulo à integração entre empresas de engenharia e universidades (públicas ou privadas). Neste sentido, algumas possíveis ações foram citadas: *i*) criar cursos de graduação ou pós-graduação com grades curriculares adaptadas (para atender demandas específicas do mercado); *ii*) facilitar a criação de programas de estágios e projetos de iniciação científica (que sejam compatíveis com a carga de estudo dos cursos); e *iii*) estimular a integração entre universidade e empresa para o desenvolvimento de projetos de P&D.

Alguns dos entrevistados também citaram a necessidade de estimular a formação de engenheiros e técnicos, que poderia ser concretizada por meio de mecanismos de financiamento direcionado mediante Fies (melhores condições de pagamento, financiamento integral do curso, bolsas para alunos de baixa renda *etc.*).

7.3 Planejamento de longo prazo

Com o objetivo de aumentar a visibilidade das demandas de projetos de infraestrutura de transporte no Brasil, foi proposto o desenvolvimento de instrumentos que viabilizem o processo de planejamento da infraestrutura nacional de médio e longo prazo. Desta forma, seria possível definir, de maneira mais continuada, uma demanda de projetos de engenharia relacionados à infraestrutura de transporte, com previsão de investimentos públicos mais transparentes e mais bem planejados.

A criação da EPL tem por objetivo suprir exatamente essa demanda, mas, em função da sua recente criação (no formato atual, foi criada em agosto de 2012), ainda não foi possível, segundo os entrevistados, perceber os benefícios resultantes das suas atividades de planejamento. A expectativa dos participantes da pesquisa é que a EPL consiga ter o mesmo papel central no planejamento da infraestrutura de transporte no país que a EPE possui no segmento de energia.

Além disso, a criação de uma instituição central de planejamento de infraestrutura pode contribuir fortemente para a maior integração dos projetos de engenharia

ligados a transportes, o que poderia colaborar para a execução mais eficiente (em custo e prazo) de projetos de infraestrutura que possuam algum grau de sinergia.

Para a administração pública, a definição de programas estruturantes de longo prazo poderia concorrer para um melhor planejamento e uma melhor execução orçamentária dos órgãos estatais e agências reguladoras. Para as empresas privadas, o planejamento setorial poderia facilitar o desenvolvimento organizacional das empresas de engenharia que trabalham no segmento de transportes, ajudando no fortalecimento e crescimento de tais organizações.

7.4 Desenvolvimento organizacional e de processos em instituições públicas

O fortalecimento do modelo de gestão ligado à administração pública foi considerado um aspecto fundamental para o aumento da eficiência dos processos licitatórios e para a melhoria da qualidade dos projetos de engenharia ligados à infraestrutura de transporte. Este fortalecimento poderia ser viabilizado por diversas iniciativas: capacitação continuada dos recursos humanos, maior integração com órgãos de controle na fase de construção dos editais, compartilhamento de modelos de editais considerados “melhores práticas” etc. Desta forma, seria esperado que os riscos de interrupção nos processos licitatórios fossem minimizados e que a qualidade dos projetos entregues e/ou executados fosse aprimorada.

Em paralelo a esse processo, seria importante definir e implementar ações que visem aumentar a retenção de profissionais que trabalham em agências reguladoras e instituições públicas que se envolvem nos projetos de infraestrutura de transporte, em função da alta rotatividade neste segmento e da importância do contínuo aprimoramento do capital intelectual adquirido nas instituições.

7.5 Fortalecimento da integração entre ações públicas e privadas

Os investimentos em infraestrutura no Brasil, de modo geral, poderiam ser estimulados e acelerados caso houvesse maior aplicação de mecanismos relacionados às PPPs. A menor burocracia e a maior eficiência na aplicação de recursos poderiam contribuir para agilizar todos os processos (gerenciais e técnicos) relacionados ao desenvolvimento da infraestrutura de transporte no país.

Foi apontada, todavia, a necessidade de estimular a criação de tais parcerias, inclusive por meio do desenvolvimento de novos instrumentos legais que facilitem todo o processo (identificação e seleção dos parceiros potenciais, criação de mecanismos de controle e acompanhamento compartilhado dos projetos, definição de cláusulas que contribuam para o compartilhamento efetivo dos riscos do negócio etc.).

Dado o volume de investimento necessário e a quantidade de projetos potenciais no segmento de infraestrutura de transporte no país, os participantes da pesquisa defendem que existe um grande espaço para o desenvolvimento de PPPs em transporte

em qualquer esfera governamental (federal e estadual, principalmente). Atualmente, é possível ver alguns avanços no uso de mecanismos destas parcerias nos governos estaduais, principalmente em São Paulo, Minas Gerais, Pernambuco, Espírito Santo e Bahia, que já possuem prática consolidada na implementação desta estratégia.

7.6 Desenvolvimento de políticas públicas focadas no segmento de engenharia de projetos

Visando fortalecer especificamente as empresas nacionais de engenharia de projetos, foi apontada a necessidade de desenvolver políticas públicas direcionadas para este setor. Entre as ações sugeridas, estão: *i*) priorizar a contratação de empresas brasileiras em processos licitatórios envolvendo instituições públicas (por exemplo: margem de preço); *ii*) contribuir para a formação de *joint ventures*, fusões e aquisições de empresas nacionais ou internacionais, visando facilitar a inserção global das empresas brasileiras; *iii*) incentivar o processo de internacionalização das empresas nacionais, mediante parcerias estratégicas com outros países; *iv*) criar instrumentos de apoio financeiro, visando facilitar a aquisição e/ou desenvolvimento de tecnologias, além do processo de internacionalização.

Todas essas propostas precisam ser avaliadas e confrontadas com as políticas que estão em andamento ou em discussão. Além disso, estas precisam ser avaliadas do ponto de vista da exequibilidade e dos impactos, diretos e indiretos, nos atores públicos e privados.

REFERÊNCIAS

ABCR – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CONCESSIONÁRIAS DE RODOVIAS. **Relatório anual 2011**. São Paulo: CL-A Comunicações, 2012.

ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Engenharia consultiva no Brasil: desafios e oportunidades**. Brasília: ABDI, ago. 2011. (Relatório de Acompanhamento Setorial). Disponível em: <<http://goo.gl/BBYVzq>>.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13531**. Norma 95 da ABNT, Elaboração de projetos de edificações, s.d.

ANEOR – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE EMPRESAS DE OBRAS RODOVIÁRIAS. Licenciamento ambiental. **Brasil vias**, Brasília, ano 7, n. 56, p. 12-15, dez. 2011-jan. 2012.

ANTF – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS. **Marco regulatório do transporte ferroviário**. Brasília: ANTF, 2007. Disponível em: <<http://goo.gl/ZmOI0H>>.

ARAÚJO, M. P. **Infraestrutura de transporte e desenvolvimento regional**: uma abordagem de equilíbrio geral inter-regional. 2006. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Relatório de investimento**: 4º trimestre de 2012. Rio de Janeiro: BNDES, 2012.

BRASIL. Lei nº 8.630, de 25 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre o regime jurídico da exploração dos portos organizados e das instalações portuárias e dá outras providências. (Lei dos Portos). Brasília: Congresso Nacional, 1993. Disponível em: <<http://goo.gl/5x96ef>>.

_____. Decreto nº 3.555, de 8 de agosto de 2000. Aprova o regulamento para a modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns. Brasília: Congresso Nacional, 2000a. Disponível em: <<http://goo.gl/yeb4A5>>.

_____. Medida Provisória nº 2.026-3, de 28 de julho de 2000. Institui, no âmbito da União, nos termos do Artigo 37, inciso XXI, da Constituição Federal, modalidade de licitação denominada pregão, para aquisição de bens e serviços comuns e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2000b. Disponível em: <<http://goo.gl/UQC6vB>>.

_____. Tribunal de Contas da União. Súmula nº 257, de 28 de abril de 2010, Acórdão AC-0841-13/10-P. O uso do pregão nas contratações de serviços comuns de engenharia encontra amparo na Lei nº 10.520/2002. Brasília: TCU, 2010.

_____. Medida Provisória nº 576, de 15 de agosto de 2012. Altera as Leis nº 10.233, de 5 de junho de 2001, e nº 12.404, de 4 de maio de 2011, para modificar a denominação da Empresa de Transporte Ferroviário de Alta Velocidade S/A (ETAV) para Empresa de Planejamento e Logística S/A (EPL), e ampliar suas competências. Brasília: Congresso Nacional, 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/W12Raf>>.

_____. Lei nº 12.722, de 3 de outubro de 2012. Altera as Leis nºs 10.836, de 9 de janeiro de 2004, 12.462, de 4 de agosto de 2011, e 11.977, de 7 de julho de 2009; dispõe sobre o apoio financeiro da União aos municípios e ao Distrito Federal para ampliação da oferta da educação infantil; e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 2012c. Disponível em: <<http://goo.gl/Ijo6Ax>>.

CAMPOS NETO, C. A. S.; SOUZA, F. H. **Aeroportos no Brasil**: investimentos recentes, perspectivas e preocupações. Brasília: Ipea, 2011. (Nota Técnica, n. 5). Disponível em: <<http://goo.gl/9rn66b>>.

CNT – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de ferrovias 2011**. Brasília: CNT, 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/bffQ5j>>.

_____. **Pesquisa CNT de rodovias 2012**: relatório gerencial. Brasília: CNT; CEST; SENAT, 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/50ZFpj>>.

CONFEA – CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA. Resolução nº 361, de 10 de dezembro de 1991. Dispõe sobre a conceituação de projeto básico em consultoria de engenharia, arquitetura e agronomia. Brasília: Confea, 1991. Disponível em: <<http://goo.gl/CeA6A8>>.

FINEP – FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS; BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL; ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Workshop engenharia de projeto no país**: relatório final. Rio de Janeiro: FINEP; BNDES ; ABDI, 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/UW4SpE>>.

GUSSO, D. A.; NASCIMENTO, P. A. M. M. Contexto e dimensionamento da formação de pessoal técnico-científico e de engenheiros. **Radar** – tecnologia, produção e comércio. Brasília: Ipea, n. 12, 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/iwiAoH>>.

ILOS – INSTITUTO DE LOGÍSTICA E SUPPLY CHAIN. **Custos logísticos no Brasil 2010**. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://goo.gl/wrhxH7>>.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Brasil em desenvolvimento 2011**: Estado, planejamento e políticas públicas. Brasília: Ipea, 2012. v. 1. Disponível em: <<http://goo.gl/l0vCB5>>.

MARCHETTI, D. S.; PASTORI, A. Dimensionamento do potencial de investimentos para o setor portuário. **BNDES setorial**, Rio de Janeiro, n. 24, p. 3-34, set. 2006. Disponível em: <<http://goo.gl/E1mO5l>>.

NACE – NATIONAL ASSOCIATION OF COLLEGES AND EMPLOYERS. **Salary survey**. September, 2012. p. 4. Disponível em: <<http://goo.gl/I2nqDr>>.

OCDE – ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Education at a glance 2010** – OECD indicators. Paris: OCDE, 2010. Disponível em: <<http://goo.gl/rzByNJ>>.

PUGA, F. P.; BORÇA JUNIOR, G. Perspectiva de investimentos em infraestrutura 2011-2014. BNDES, **Visão do desenvolvimento**, n. 92, 2011.

RAPINI, M. S. Interação universidade-empresa no Brasil: evidências do diretório dos grupos de pesquisa do CNPq. **Estudos econômicos**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 211-233, jan.-mar. 2007. Disponível em: <<http://goo.gl/pEbwPB>>.

REIS, A. F. Investimento público em infraestrutura e privatizações. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 36., 2008, Salvador, Bahia. **Anais...** Salvador: ANPEC, 2008.

WORLD ECONOMIC FORUM. **The global competitiveness report 2012-2013**. Geneva: World Economic Forum, 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/lso7W>>.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

ANAC – AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Aeródromos**. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/cojylk>>.

ARAÚJO, J. G. **Transporte rodoviário de cargas no Brasil**: mercado atual e próximas tendências. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/Urvqj3>>.

ANTF – ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS. **Balanco do transporte ferroviário de cargas de 2011**. Brasília: ANTF, 2012.

ANTT – AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Transporte Rodoviário Internacional de Cargas** – Transporte Ferroviário. Disponível em: <<http://goo.gl/tg1EHF>>.

_____. **Concessões rodoviárias**. Disponível em: <<http://goo.gl/JGPeMC>>.

_____. **Concessões ferroviárias**. Disponível em: <<http://goo.gl/OCUUDo>>.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o Artigo 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da administração pública e dá outras providências. Brasília: Congresso Nacional, 1993. Disponível em: <<http://goo.gl/WiUrz7>>.

_____. Ministério dos Transportes. **Programa de Investimentos em Logística**: rodovias e ferrovias. Brasília: MTrans, 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/HkziJd>>.

CARNEIRO, M. C. F. Investimentos em Projetos de Infraestrutura: desafios permanentes. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 26, p. 15-34, dez. 2006. Disponível em: <<http://goo.gl/SCRZAz>>.

CAMPOS, D. **Eficiência logística**. [s.l.; s.d.]. Disponível em: <<http://goo.gl/NAqHeU>>.

CAMPOS NETO, C. A. S. *et al.* **Gargalos e demandas da infraestrutura rodoviária e os investimentos do PAC**: mapeamento Ipea de obras rodoviárias. Brasília: Ipea, 2011. (Texto para Discussão, n. 1.592). Disponível em: <<http://goo.gl/0YWQ5T>>.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Investimentos e reformas no Brasil**: indústria e infraestrutura nos anos 1990. Brasília: Ipea, 2002.

MAC DOWELL, F. M. B. **Modal rodoviário versus ferroviário versus aquaviário**. In: CONGRESSO ANUAL DA ABM: GESTÃO CORPORATIVA, 62., 2007, Vitória, Espírito Santo. Vitória: ABM, 2007.

PAIXÃO, F.; KNOBEL, M. Tendências/debates: o verdadeiro gargalo de engenheiros. **Folha de São Paulo**, São Paulo, set. 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/ZzZ4tO>>. Acesso em: 5 nov. 2012.

PEREIRA, R. H. M.; NASCIMENTO, P. A. M. M.; ARAÚJO, T. C. **Projeções de mão de obra qualificada no Brasil**: uma proposta inicial com cenários para a disponibilidade de engenheiros até 2020. Brasília: Ipea, 2011. (Texto para Discussão, n. 1.663). Disponível em: <<http://goo.gl/ahVhoc>>.

PRAZERES, D. L. **A exploração de aeroportos em regime privado**: um ensaio para sua classificação. 2011. Monografia (Especialização) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011. Disponível em: <<http://goo.gl/RHHh5k>>.

RUBIN, C. Mercado de trabalho para engenheiros no Brasil. **Revista pré-Univesp**, São Paulo, n. 21, maio 2012. Disponível em: <<http://goo.gl/OYdcJI>>.

SEP – SECRETARIA DE PORTOS. **Sistema Portuário Nacional**. Disponível em: <<http://goo.gl/LuNeXS>>.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação

Ipea

Revisão e editoração

Editorar Multimídia

Capa

Editorar Multimídia

The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.

Livraria

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES, Térreo

70076-900 – Brasília – DF

Tel.: (61) 3315 5336

Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

Missão da ABDI

Serviço social autônomo vinculado ao Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e do Comércio Exterior que tem como missão desenvolver ações estratégicas para possibilitar a política industrial, promovendo o investimento produtivo, o emprego, a inovação e a competitividade da indústria brasileira.

