

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL  
ACADEMIA DE PROPRIEDADE INTELECTUAL, INOVAÇÃO E  
DESENVOLVIMENTO

ADA CRISTINA VIANNA GONÇALVES

**POR QUE O BRASIL AVANÇA POUCO EM INOVAÇÃO? UMA ANÁLISE DE  
COMO AS INSTITUCIONALIDADES CONTRIBUÍRAM PARA CASOS DE  
SUCESSO BRASILEIROS**

Rio de Janeiro

2020

Ada Cristina Vianna Gonçalves

**POR QUE O BRASIL AVANÇA POUCO EM INOVAÇÃO? UMA ANÁLISE DE  
COMO AS INSTITUCIONALIDADES CONTRIBUÍRAM PARA OS CASOS DE  
SUCESSO BRASILEIROS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Inovação, da Academia da Propriedade Intelectual, Inovação e Desenvolvimento – Coordenação de Programas de Pós- Graduação e Pesquisa, do Instituto Nacional da Propriedade Industrial, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Propriedade Intelectual, Inovação e Desenvolvimento.

Orientadora: Dra. Rita Pinheiro-Machado

Co-orientador: Dr. Mauro Luz Catharino

RIO DE JANEIRO - RJ

2020

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) pela oportunidade de participar do Programa de Incentivo à Pós-graduação da empresa. Este apoio, assim como de todos os gestores ao longo deste período, foi fundamental para a consecução desta pesquisa.

Agradeço à minha orientadora, Dra. Rita Pinheiro Machado, pesquisadora do INPI, pelo apoio e colaboração ao longo de todo o período do curso e, em especial, pelas contribuições nas fases finais de revisão do texto da tese.

Ao Dr. Mauro Luz Catharino, coorientador deste trabalho pelo apoio e sugestões que muito contribuíram para a estruturação do arcabouço metodológico desta tese.

Agradeço a todos os colaboradores da Coordenação e Secretaria do Programa de Pós-Graduação da Academia do INPI pela boa vontade e colaboração ao longo destes quatro anos.

Aos meus colegas dos cursos de Mestrado e Doutorado da Academia do INPI, meus agradecimentos pelo convívio agradável e por todas as conversas instigantes que tornaram este processo muito mais prazeroso, e, em particular à Jaqueline Carolino, minha mais nova amiga a quem agradeço o convívio, trocas de informações e amizade.

Aos meus pais, Carmen e José Carlos (*in memoriam*) por terem me proporcionado uma criação sólida, por todas as oportunidades de educação e desenvolvimento que me permitiram sempre poder estudar, e pela paciência e habilidade em lidar com meu espírito questionador, desde sempre.

À minha sobrinha Juliana, por todo o carinho e apoio em todas as horas, ao meu irmão Gilberto, à minha cunhada Rosana (*in memoriam*), ao meu primo Marcus Vinícius, e aos meus sobrinhos João e Sofia pelo apoio e incentivo ao longo de todo o curso.

Às minhas amigas, Angela Mazzini e Paula Gonzaga agradeço pelo apoio, amizade e estímulo que foram muito importantes ao longo de todo este processo.

Ao Rodrigo, meu filho querido, amigo e parceiro de todos os meus projetos, agradeço a amizade, incentivo e paciência. Obrigada por todo o apoio, sempre!

Agradeço muito ao Candinho, companheiro de toda esta trajetória, interlocutor sempre paciente e atento. Seu apoio foi fundamental para a realização e conclusão deste trabalho e superação de vários obstáculos (que não foram poucos!) ao longo deste processo. Muito obrigada por tudo.

Ao meu filho Rodrigo, com muito amor, obrigada por  
sua amizade, integridade e sabedoria.

GONÇALVES, Ada Cristina Vianna. **Por que o Brasil avança pouco em Inovação? Uma análise de como as institucionalidades contribuíram para os casos de sucesso brasileiros.**

Tese (Doutorado em Propriedade Intelectual e Inovação) - Coordenação de Programas de Pós-Graduação e Pesquisa, Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI, Rio de Janeiro, 2020.

## RESUMO

O Brasil é reconhecido pela sua relevante base científica e pela excelência de suas universidades e instituições de pesquisa. Tais características permitem que o país tenha participação expressiva na geração de conhecimento em nível internacional. No entanto, no que se refere à inovação, a situação é diferente. Vários estudos endossam o grande potencial do país em recursos naturais e o acúmulo de conhecimento em diversas áreas, mas, em uma perspectiva agregada revelam resultados menos expressivos (ruins) para o país em inovação, mesmo considerando a existência de casos de sucesso. Neste contexto, a principal motivação deste estudo foi a necessidade de buscar novas perspectivas de avaliação sobre a configuração e dinâmica do sistema de inovação do país, a partir das institucionalidades presentes nos casos de sucesso de inovação. A presente tese tem por objetivo identificar as principais institucionalidades que contribuíram para os casos de sucesso - Embraer (Embraer S.A) e a Petrobras (Petróleo Brasileiro S.A), que nem sempre estiveram presentes nas políticas de promoção do desenvolvimento tecnológico brasileiro. A pesquisa realizada é de natureza qualitativa e exploratória e foi baseada na estrutura de estudo de caso. A metodologia utilizada foi análise empírica, a partir de informações secundárias, primárias, contemplando a realização de entrevistas semi-estruturadas. A escolha dos casos selecionados se deu em razão de quanto a tecnologia foi significativa, até mesmo crucial, para a consolidação dessas empresas e a inserção delas no mercado global. A revisão de literatura teve como principal referencial teórico o conceito de institucionalidade, definido com base nos conceitos propostos por Esman (1962) e Edquist e Johnson (2005). Para cada um dos casos estudados foram analisadas as institucionalidades em 3 dimensões principais: as organizacionais (1), aquelas referentes às atividades de desenvolvimento tecnológico (2) e as atividades de suporte à inovação (3), que funcionaram como base para a definição do constructo utilizado no presente estudo. No estudo de caso da Embraer foram analisadas as principais institucionalidades presentes na trajetória da empresa, identificadas também no projeto KC-390 Millennium, um avião cargueiro, que na perspectiva tecnológica, se situa no estado da arte no segmento de defesa, em função de suas características e se configura como o maior projeto de aviação concebido e desenvolvido pela indústria aeronáutica do país. No estudo de caso da Petrobras foram identificadas as principais institucionalidades desenvolvidas pela empresa no segmento de exploração de águas profundas o que levou a mesma a ser reconhecida como um *player* do mercado mundial de óleo e gás, permitindo também a descoberta e exploração da reserva de pré-sal, um caso sem precedentes no mundo, e, a implementação de projeto de boias flutuantes com grau de ineditismo tecnológico recentemente executado por um consórcio de empresas de vários países. Os resultados da presente tese comprovam o papel central das institucionalidades nos sistemas e processos de inovação, demonstrando que estudos a partir destes elementos podem funcionar como uma abordagem adequada para a identificação de elementos críticos que contribuem para o sucesso das organizações nos processos de desenvolvimento tecnológico, assim como para a avaliação das dinâmicas dos sistemas setoriais e nacionais de inovação, de forma complementar aos estudos de natureza quali-quantitativas para estes temas. Ao analisar as principais institucionalidades

organizacionais e específicas presentes nos dois estudos de caso podemos também comprovar que as mesmas conferem estabilidade aos processos de inovação das empresas, funcionando como contraponto ao grau de instabilidade muitas vezes observado nos processos sistêmicos, em particular no processo de implementação de políticas públicas para inovação, ainda que, em períodos importantes estas organizações tenham recebido apoio dos governos, por meio de investimentos e/ou de políticas públicas específicas.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento tecnológico; Embraer; Institucionalidades;  
Petrobras; Sistemas setoriais de inovação.

## ABSTRACT

GONÇALVES, Ada Cristina Vianna. **Why does Brazil make little progress in innovation? An analysis of how institutions have contributed to Brazilian success stories.** 2020. 219p. Thesis (Doctorate in Intellectual Property and Innovation). Post-Graduate Program Coordination, National Institute of Intellectual Property, Rio de Janeiro, 2020.

Brazil is recognized for its relevant scientific base and for the excellence of its universities and research institutions. Such characteristics allow the country to have an expressive participation in the generation of knowledge at an international level. However, when it comes to innovation, the situation is different. Several studies endorse the country's great potential in natural resources and the accumulation of knowledge in several areas, but, in an aggregate perspective, they reveal less expressive results for the country, even considering the existence of successful cases. In this context, the main motivation of this study was the need to seek new perspectives of evaluation on the configuration and dynamics of the country's innovation system, based on the institutions present in cases of successful innovation. The purpose of the thesis study was to identify the main institutions that contributed to the success cases - Embraer (Embraer S.A) and Petrobras (Petroleo Brasileiro S.A), which were not regularly present in the policies for the promotion of Brazilian technological development. The research carried out as an empirical research based on the case study structure. The methodology used was structured in a qualitative analysis based on secondary and primary information, contemplating the realization of semi-structured interviews. The choice of cases selected for the present study was due to how significant the technology was, even crucial, for the consolidation of these companies and their insertion in the global market. The literature review had as its main theoretical reference the concept of institution, defined on the concepts proposed by Esman (1962) and Edquist and Johnson (2005). The institutions were analyzed in 3 main dimensions for each of the cases studied: organizational (1), those related to technological development activities (2) and innovation support activities (3), which functioned as a basis for defining the construct used in the present study. In the Embraer case study, we analyzed the main institutions present in the company's trajectory, also identified in the KC-390 Millennium project, a cargo plane, which in the technological perspective, is state of the art in the defense segment, due to its characteristics and is the largest aviation project designed and developed by the country's aviation industry. In the Petrobras case study, the main institutions developed by the company in the deep water exploration segment were identified, which led it to be recognized as a player in the world oil and gas market, also allowing the discovery and exploration of the pre-salt, an unprecedented case in the world, and the implementation of a floating buoy project with a high level of technological novelty recently carried out by a consortium of companies from several countries. The results of this thesis prove the central role of institutions in innovation systems and processes, demonstrating that studies based on these elements can work as an adequate approach for the identification of critical elements that contribute to the success of organizations in technological development processes, as well as for the evaluation of the dynamics of the sectorial and national innovation systems, in a complementary way to quali-quantitative studies for these themes. By analyzing the main organizational and specific institutions present in the two case studies, we can also prove that they provide stability to companies' innovation processes, functioning as a counterpoint to the level of instability often observed

in systemic processes, particularly in the process of implementing public policies for innovation, although these organizations have received support from governments, through investments and / or specific public policies during the last decades.

Keywords: Embraer; Institutions; Petrobras; Technological development; Sectorial systems

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Principais Referenciais conceituais-teóricos para a proposta de estudo

Figura 2: Segmentos de atuação da Embraer

Figura 3: Dados sobre atividade de patenteamento Petrobras (2016-2018)

Figura 4: Principais tipos de plataformas utilizadas pela Petrobras

Figura 5: Ilustração com especificações técnicas da estrutura BSR no Campo Sapinhoá  
- Lula NE, Bacia de Campos, RJ

Figura 6: Imagens do Projeto BSR – Campo Sapinhoá - Lula NE, Bacia de Campos,  
RJ

Figura 7: Principais institucionalidades da Embraer

Figura 8: Principais institucionalidades da Petrobras

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Referenciais e palavras-chave do Arcabouço conceitual para Institucionalidades

Quadro 2: Referenciais de busca e palavras-chave para o estudo de caso Embraer

Quadro 3: Referenciais de busca e palavras-chave para o estudo de caso Petrobras

Quadro 4: Arcabouço conceitual-teórico para identificação das Institucionalidades

Quadro 5: Constructo para análise das Institucionalidades dos estudos de caso

Quadro 6: Identificação dos segmentos de atuação e projetos tecnológicos objeto dos estudos de caso

Quadro 7: Perfil e identificação dos Entrevistados

Quadro 8: Quadro Resumo das dimensões dos sistemas de inovação

Quadro 9: Variáveis do Modelo Esman

Quadro 10: Síntese das principais contribuições dos autores para o conceito de “Institucionalidades”

Quadro 11: Resumo das principais competências necessárias ao processo de inovação

Quadro 12: Síntese do arcabouço teórico conceitual para Institucionalidades

Quadro 13: Principais projetos de desenvolvimento tecnológico

Quadro 14: Principais projetos do segmento de defesa da Embraer

Quadro 15: Principais fornecedores e parceiros do projeto C-390 Millennium

Quadro 16: Síntese dos principais objetivos e atividades das fases do PROCAP

Quadro 17: Principais tecnologias desenvolvidas no âmbito do PROCAP

Quadro 18: Resumo das principais institucionalidades, comuns e específicas, identificadas nos casos de sucesso

## TABELAS

Tabela 1: Principais depositantes brasileiros no PCT – Embraer e Petrobras

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

BSR - Sistemas de Risers Suportados

CENAP - Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisas de Petróleo

CENPES – Centro de Pesquisa Leopoldo Américo Miguez de Mello

(Centro Tecnológico da Petrobras localizado na Ilha do Fundão- UFRJ/ RJ).

CNP - Conselho Nacional do Petróleo

C&T - Ciência e Tecnologia

CT&I – Ciência, Tecnologia e Inovação

CTA - Centro Tecnológico de Aeronáutica

COMPERJ - Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

DPI – Direitos de Propriedade Intelectual

EMBRAER – Empresa Brasileira Aeronáutica S.A.

ETEC – Encomenda Tecnológica

FAB – Força Aérea Brasileira

FAPESP – Fundação

FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos

FPSO - Unidade flutuante de Armazenamento e Transferência

*(Floating Production Storage and Offloading)*

IBP – Instituto Brasileiro do Petróleo

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial (BR)

IGI - Índice Global de Inovação

ITA - Instituto Tecnológico de Aeronáutica

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações

MME – Ministério de Minas e Energia

OCDE – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OMC – Organização Mundial do Comércio

OMPI – Organização Mundial da Propriedade Intelectual

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

P D&I – Pesquisa e Desenvolvimento e Inovação

PCT – *Patent Cooperation Treaty*

P&G – Petróleo e Gás

PITCE – Política Industrial

PDP – Parceria de Desenvolvimento Produtivo

Plano Brasil Maior – Política Industrial (2011)

PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A.

PINTEC – Pesquisa de Inovação do IBGE

OTC - *Offshore Technology Conference*

TRL – Technology Readness Level

UNCTAD – United Nation Conference for Trade and Development

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	18
2	METODOLOGIA .....	27
2.1	METODOLOGIA DA PARTE EMPÍRICA .....	28
2.2	Proposta de Pesquisa – Justificativa, Pressupostos.....	31
2.3	Procedimentos metodológicos .....	33
2.4	Constructo dos estudos de caso .....	36
2.4.1	As institucionalidades dos casos de sucesso.....	39
2.5	A pesquisa de campo .....	40
2.5.1	Entrevista e Seleção dos Entrevistados.....	42
3	INSTITUCIONALIDADES E SISTEMAS DE INOVAÇÃO: ARCABOUÇO CONCEITUAL-TEÓRICO .....	46
3.1	Sistemas de Inovação - conceito e principais características.....	47
3.2	Institucionalidades ( <i>institutions</i> ) – a construção do conceito em uma perspectiva histórica .....	53
3.3	As Institucionalidades e os Sistemas de Inovação - Arcabouço conceitual - teórico	61
3.4	O papel das institucionalidades ( <i>institutions</i> ) e as dimensões dos sistemas setoriais e tecnológicos nos sistemas de inovação.....	63
3.4.1	Sistemas setoriais de inovação.....	63
3.4.2	Sistemas tecnológicos .....	66
4	AS PRINCIPAIS INSTITUCIONALIDADES DOS ESTUDOS DE CASO: EMBRAER E PETROBRAS .....	69
4.1	Principais características e breve histórico do sistema de inovação no Brasil	69
4.2	O estudo de caso da Embraer.....	80
4.2.1	Histórico .....	80
4.2.2	A indústria aeronáutica no Brasil .....	83
4.2.3	A criação do ITA e do CTA .....	86
4.2.4	O papel do Estado na configuração e apoio à indústria aeronáutica .....	89
4.2.5	A crise financeira e o processo de privatização da Embraer .....	95
4.2.6	A Embraer no período pós-privatização .....	96
4.2.7	Os principais projetos de desenvolvimento tecnológico no processo de consolidação da Embraer .....	97
4.2.8	As parcerias de risco .....	102
4.2.9	A estrutura produtiva da empresa e sistema setorial de aeronáutica .....	107
4.2.10	Aspectos sobre Política de Propriedade Intelectual da Embraer .....	110
4.2.11	As encomendas tecnológicas e as políticas de <i>offset</i> .....	114

4.2.12	A importância das atividades de certificação e homologação para a indústria aeronáutica .....	118
4.3	O projeto do avião cargueiro KC-390 Millennium.....	120
4.3.1	Antecedentes e principais projetos da Embraer no segmento de defesa e segurança	121
4.3.2	Características do projeto KC-390 Millennium.....	130
4.3.3	Principais institucionalidades do projeto KC- 390 Millennium .....	135
4.4	Caso Petrobras. Segmento de atuação – Exploração em águas profundas e ultraprofundas .....	138
4.4.1	Histórico e Características da indústria .....	138
4.4.2	Breve histórico da indústria de petróleo no Brasil.....	139
4.4.3	O Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello - CENPES .....	142
4.4.4	PROCAP – Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas	145
4.4.5	Redes de Cooperação com Instituições de Pesquisa brasileiras. ....	151
4.4.6	Infraestrutura de Pesquisa no sistema de Petróleo e Gás no Brasil .....	154
4.4.7	Sistema setorial de Petróleo e Gás (P&G).....	156
4.4.8	Aspectos sobre a Política de Propriedade Intelectual da Petrobras .....	157
4.4.9	O papel do desenvolvimento tecnológico na trajetória da Petrobras no segmento de exploração em águas profundas e ultraprofundas .....	162
4.4.10	O Pré-sal e o projeto das Boias Flutuantes no Campo Sapinhoá - Lula NE, Bacia de Campos/RJ .....	169
4.4.11	O Projeto das Boias Flutuantes (BSR) no Campo Sapinhoá - Lula NE, Bacia de Campos, RJ.....	173
5	AS INSTITUCIONALIDADES COMUNS E ESPECÍFICAS DOS ESTUDOS DE CASO	182
5.1	Institucionalidades comuns aos dois estudos de caso.....	182
5.1.1	A orientação estratégica do Estado aliada a necessidade de soluções concretas para dois desafios identificados no país.....	182
5.1.2	Capacitação de recursos humanos altamente qualificados .....	183
5.1.3	Existência/ estruturação de centros de pesquisa .....	183
5.1.4	Política de promoção do desenvolvimento tecnológico como componente estratégico dos modelos de negócio e trajetória das organizações.....	184
5.1.5	Participação das empresas nos sistemas setoriais de inovação.....	185
5.1.6	Política de Propriedade Intelectual .....	186
5.2	Institucionalidades específicas - organizacionais e sistêmicas .....	187
5.2.1	Estudo de caso Embraer.....	187
5.2.2	As Institucionalidades específicas e sistêmicas do estudo de caso Petrobras	190
6	CONCLUSÕES.....	197

7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	203
8	APÊNDICES .....	215
	APÊNDICES – ROTEIRO DOS ESTUDOS DE CASO EMBRAER e PETROBRAS..	215



## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico dos países é resultado da existência de diversos fatores, como características históricas, políticas, culturais, socioeconômicas, mas também pela sua base científica e tecnológica, da competitividade de sua base industrial e a existência efetiva de políticas públicas industriais e de inovação.

Neste contexto, o desenvolvimento tecnológico e a inovação são elementos essenciais para o crescimento econômico das nações, e os principais determinantes de aperfeiçoamentos tecnológicos que contribuem para o avanço dos padrões de qualidade de vida da sociedade e o aumento do grau de competitividade das empresas nos mercados onde atuam.

Idealmente, tais processos devem ser orientados pelo estabelecimento de políticas públicas de Estado, estruturadas a partir da definição de estratégias e prioridades para os países, com destaque para as políticas de desenvolvimento industrial e de inovação, que se apresentam como elementos importantes na construção de estratégias de desenvolvimento socioeconômico de longo prazo e também orientam o esforço das firmas e organizações para inovar.

O esforço de inovação realizado em diversos países tem sido objeto de interesse de especialistas de diferentes escolas e áreas do conhecimento como a economia do conhecimento, a sociologia, a ciência política, a administração, e, mais recentemente de foco de estudos sobre organizações e políticas públicas no contexto da economia do conhecimento.

O conceito de inovação definido na edição mais recente do Manual de Oslo, (OCDE/EUROSTAT, 2018) retrata a ampliação do conceito original apresentado na primeira edição do manual em 1992, acompanhando as diferentes dimensões que o tema tem assumido ao longo dos últimos 50 anos:

Inovação - introdução e/ou aperfeiçoamento de novos produtos, processos e serviços no mercado, que diferem significativamente de produtos e processos existentes desenvolvidos para potenciais usuários ou para utilização pelas próprias unidades (firmas ou organizações) que os desenvolveram.

Neste período, o que se observa é um esforço de contemplar na definição de conceitos e formas de mensurar o conjunto de atividades relacionadas à inovação que vão além de parâmetros quantitativos e, que muitas vezes, extrapolam os contornos das firmas (OCDE/EUROSTAT, 2018).

Uma das abordagens, ainda que pouco difundidas, utilizadas para avaliar os resultados de inovação nos países é a abordagem baseada no conceito de “Institucionalidades” (*institutions*).

O conceito de institucionalidades (*Institutions*, no original em inglês) originalmente apresentado por Veblen (1919) *apud* Lopes (2013)<sup>1</sup>, vem sendo, ao longo do tempo, assimilado por diversos autores em diferentes dimensões: econômicas, sociológicas e políticas, e validado com diferentes perspectivas conceituais.

Para Veblen (1919) *apud* Edquist (2005, p. 44), o conceito de “Institucionalidades” está relacionado a “um conjunto de hábitos de pensamentos, crenças e normas comuns ao gênero humano” (tradução da autora). Conforme apontado por Lawson (2015), Veblen, em conjunto com os autores Mitchell (1929) e Commons (1931), formam a corrente teórica do “Antigo Institucionalismo”.

Para os autores como Marshall (1890); Schumpeter (1934); Penrose (1959); Arrow (1962), entre outros, as instituições cumprem um papel importante nos sistemas econômicos e de tecnologias (MARSH, 2010).

A partir da década de 80, economistas como Williamson (1985) e North (1990), influenciados pelos economistas neoclássicos e autores da chamada “Nova economia institucional”, que atribuem a performance econômica dos países à natureza de suas instituições, contribuindo para uma maior associação e apropriação do termo “institucionalidades” a questões de mercado, regulamentação, (redução) custo de transação, entre outros aspectos, onde o Estado desempenha um papel central.

No entanto, a vertente das institucionalidades relacionadas à temática da inovação se apresenta de forma mais explícita nos trabalhos dos autores evolucionistas a partir de Nelson (1982) (MARSH, 2010).

Na perspectiva dos autores evolucionistas ou neo-schumpeterianos, com destaque para os trabalhos de Lundvall (1992) e Nelson (1967; 1982), duas variáveis são identificadas como estratégicas para o processo de inovação - as institucionalidades e as políticas públicas.

Estudos mais recentes sobre os sistemas e processos de inovação realizados por Edquist e Johnson (2005) e Carlsson e Jacobsson (2005) apresentam contribuições importantes para o tema relacionando o processo de inovação à existência de institucionalidades, convergindo com a percepção de Lundvall (1992) de que as mudanças tecnológicas podem ser entendidas como um processo de aprendizado gradual e cumulativo, principalmente no contexto das firmas.

<sup>1</sup> VEBLEN, T. *The place of science in modern civilization and other essays*. New York: Huebsch, 1919.

Com abordagem complementar, Dosi (1982) e Teece e Pisano (1988) apontam que as firmas definem suas estratégias a partir de sua base de conhecimento e outros ativos que podem ser acessados para capturar oportunidades de mercado.

Na avaliação de Carlsson e Jacobsson (2005) as políticas públicas de inovação se configuram como instrumentos que permitem melhorar a competitividade das empresas e estimular o crescimento econômico dos países.

Os autores destacam a importância do papel do arranjo institucional como um dos 3 elementos principais dos sistemas de inovação, além da estrutura produtiva e da base tecnológica que dão suporte às oportunidades tecnológicas nas organizações, considerando que os processos de transferência de tecnologias, de formação das redes de cooperação e de compartilhamento de conhecimento também são afetados pelo arranjo institucional.

Outro aspecto abordado pelos autores se refere à variável da dimensão geográfica, uma vez que mesmo que se identifique determinadas firmas como âncoras dos processos de desenvolvimento tecnológico, se verifica que tais processos não estão restritos às dimensões de fronteiras dos países, regiões ou continentes, dimensão comprovada nos casos de sucesso avaliados nesta tese.

Para Edquist e Johnson (2005),

...o contexto institucional (*the institutional context*) no qual as organizações interagem é constituído por leis, regras sociais, normas culturais, rotinas, hábitos, padrões técnicos, entre outros.

Os autores apontam ainda que organizações e institucionalidades são, muitas vezes, e, de forma equivocada, tratadas como sinônimos. Organizações são um tipo especial de institucionalidade, são os atores responsáveis pelas ações; as institucionalidades são as regras do processo e apresentam um conjunto de competências distintas para o processo de inovação observadas em duas principais categorias de organizações: públicas e privadas, enfatizando que instituição NÃO é sinônimo de organização, ainda que organização seja uma categoria de institucionalidades (EDQUIST e JOHNSON, 2005).

Já Hodgson (2006) define instituições como um conjunto de sistemas e regras que são observadas pelos diferentes agentes dos sistemas econômicos no processo de interação social, incluindo os sistemas de propriedade, condições de produção e de mercado (EDQUIST e JOHNSON, 2005).

No contexto desta tese, adotamos o conceito de “institucionalidades” como o conjunto de elementos - regras, normas e mecanismos de suporte à inovação - a partir dos conceitos propostos por Esman (1962) e Edquist e Johnson (2005).

## **Características do Sistema brasileiro de inovação**

O Brasil é reconhecido, em algumas áreas do conhecimento, pela sua relevante base científica e por ter universidades e instituições de pesquisa de excelência. Tais características permitem que o país tenha participação de forma expressiva na geração de conhecimento em nível internacional.

Os esforços realizados no país em ciência e tecnologia (C&T) contribuíram para o reconhecimento mundial de casos de sucesso, tais como: a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a Embraer S.A, a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), a Petrobras S.A., a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e a Vale (antiga Companhia Vale do Rio Doce).

Suzigan e Albuquerque (2011) analisando o desempenho científico do país em diferentes áreas do conhecimento - ciências da saúde, ciências agrárias, mineração, engenharia aeronáutica e geociências - destacaram a articulação da produção do conhecimento ao desenvolvimento tecnológico como elemento chave do sistema de inovação brasileiro.

Mais recentemente, Mazzucatto e Penna (2016) analisam os resultados atingidos em três setores importantes para o país - agronegócio, energia e serviços - que, mesmo com dinâmicas distintas, foram possíveis em função da existência de uma base científica e tecnológica, do estabelecimento de parcerias estratégicas com fornecedores de equipamentos e insumos, da participação de instituições de pesquisa e da integração entre os diferentes agentes econômicos.

No setor de agronegócios os autores destacam o papel da Embrapa, que por meio de desenvolvimento tecnológico e de modernização do setor, consolidado ao longo de décadas, permitiu que o Brasil se tornasse um líder mundial em exportações de carne e soja. No setor de energia, ressaltam o papel da empresa Petrobras S.A. e a importância da atuação de seu centro de pesquisa (Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello - CENPES), do estabelecimento de parcerias com diversas instituições de pesquisa nacionais e estrangeiras, sua rede de fornecedores locais e prestadores de serviços, permitindo o desenvolvimento de soluções técnicas de ponta para exploração de petróleo e gás em reservas marítimas ultraprofundas. Além das experiências citadas acima, estes autores salientam também o dinamismo das pequenas e médias empresas no desenvolvimento do setor de automação bancária estruturado a partir da necessidade de diferentes agentes do país em lidar com taxas muito altas de inflação na década de 1980, abrindo caminho para o fortalecimento da indústria de *software* no país.

No entanto, no que se refere à inovação, a situação é diferente. Estudos recentes realizados por diferentes autores (MAZZUCATTO e PENNA, 2016; GUPTA et al., 2013; DE NEGRI e CAVALCANTE, 2013; PACHECO, 2018), além dos dados constantes em relatórios e avaliações publicados por organismos multilaterais (OCDE, 2017; WIPO, 2019), registram e endossam o grande potencial do país em recursos naturais e o acúmulo de conhecimento em diversas áreas, mas, em uma perspectiva agregada revelam resultados menos expressivos (ruins) para o país, mesmo considerando a existência de casos de sucesso.

Embora a inovação se constitua em uma agenda mais recente para o Brasil, Gonçalves e Cavalheiro (2015) avaliam que a sua consecução é impactada pelo alto grau de descontinuidade das políticas públicas (estrutura de financiamento, programática e normativa) e pela falta de *institucionalidades* importantes para o processo de inovação. Percebe-se também que a falta de definição de prioridades e estratégia de desenvolvimento de longo prazo afetam significativamente o atingimento de resultados sistêmicos.

Sob este quadro, o Brasil pouco avança nos *rankings* globais de inovação e de competitividade, conforme, demonstrado no relatório do Índice Global de Inovação (IGI)<sup>2</sup>, monitoramento anual da *World Intellectual Property Organization (WIPO)*. Na edição do IGI publicada em 2019 o Brasil se encontra na 66ª posição, em um *ranking* de 129 países (WIPO, 2019).

O IGI está estruturado em sete pilares fundamentado em um conjunto total de 80 indicadores. No que tange aos elementos do primeiro bloco (Instituições), tópico de especial interesse para o que se deseja discutir aqui, os indicadores são: políticas públicas, ambiente regulatório e ambiente de negócio.

Na percepção desta autora, a identificação de um conjunto de indicadores institucionais contemplados como um dos sete pilares estruturantes do *framework* de análise do principal relatório de avaliação da performance das ações de inovação realizada em mais de 120 países, ainda que de forma incipiente, corrobora a importância e necessidade de se dar mais ênfase às questões relacionadas ao arranjo institucional dos sistemas de inovação e não somente realizar avaliações sobre os resultados das políticas de inovação a partir de um conjunto de indicadores quantitativos, como historicamente podemos observar.

<sup>2</sup> Blocos do Índice Global de Inovação (IGI): (1) instituições; (2) capital humano e pesquisa; (3) infraestrutura; (4) sofisticação de mercado; (5) sofisticação de negócios esses mais relacionados ao ambiente de negócios; (6) conhecimento e resultados tecnológicos; e, (7) resultados criativos, esses mais diretamente relacionados às atividades de inovação.

Além do Índice Global de Inovação, a performance do Brasil também vem sendo avaliada no âmbito do Índice Global de Competitividade (*The Global Competitiveness Report*). Na edição de 2019, *ranking* de competitividade elaborado pelo Fórum Econômico Global, o país se encontrava na 71ª posição em um conjunto de 137 países (WEF, 2017).

Nos últimos 20 anos observamos vários esforços do governo brasileiro voltados para o aprimoramento das políticas de inovação e industrial.

Após mais de quatro décadas depois do estabelecimento de uma política industrial baseada em substituição de importação implementada nos anos 70, constatamos um processo de retomada das políticas industriais no país (PITCE, 2004; PDP, 2008; Plano Brasil Maior, 2011) com reflexos importantes nas políticas de inovação, com destaque para aperfeiçoamento dos marcos legais de inovação (Lei 10.973/2004 e Lei 13.243/2018), a criação de novos instrumentos financeiros, a ampliação de incentivos fiscais para P&D, a criação de novas fontes de recursos financeiros - Fundos Setoriais - a partir de 1999, aliado ao esforço de aperfeiçoamento dos mecanismos de interação entre as universidades e empresas, por meio de parcerias e processos de transferência de tecnologias, dentre outras ações.

Por outro lado, observamos, especialmente nos últimos dez anos, a descontinuidade ou desmobilização de algumas dessas iniciativas recentes, paralelamente a um processo de interrupção de políticas industriais explícitas desde 2011, associados a um expressivo contingenciamento de recursos para ciência, tecnologia e inovação (CT&I) e propostas de revisões de arranjos institucionais já consolidados.

Tais eventos, na avaliação da autora, contribuíram para um cenário onde se observa uma superposição de esforços pelos diferentes atores do governo federal que atuam no fomento à inovação, trazendo como consequência uma maior pulverização na aplicação de recursos financeiros e investimentos em inovação, o que demonstra um alto grau de falta de coordenação do modelo adotado pelo Estado brasileiro.

Estudos elaborados por Araújo (2011), Cassiolato (1992), Suzigan (2000), Dahlman e Frischtak (1993), IEDI (2011), Dahlman (2008), Viotti (2008), Salerno e Kubota (2008), Suzigan e Furtado (2010), Suzigan e Albuquerque (2011) e, mais recentemente, por Gupta et al.(2013), De Negri e Cavalcante (2013), Mazzucato e Penna (2016), Pacheco (2018), dentre outros autores, corroboram essa análise e apontam as questões críticas do sistema de inovação brasileiro, ao mesmo tempo que convergem na identificação dos casos de sucesso, objeto de análise da presente tese.

O que se percebe é que nos sistemas de inovação consolidados, nos países avançados, as institucionalidades não específicas, i.e. comuns aos casos de sucesso aqui estudados, estão

sempre presentes, e que na dinâmica do sistema de inovação elas se retroalimentam criando as facilidades e as bases estruturais para o desenvolvimento tecnológico no sistema como um todo.

De um modo geral, os estudos sobre os sistemas de inovação, incluindo alguns recentes sobre o Brasil, apresentam abordagem baseada em análises quali-quantitativas, a partir de indicadores propostos nos anos 70 tendo por base a relação do percentual de investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) dos países, a relação da introdução de novos produtos, processos e o faturamento das empresas, a existência de programas e ações de fomento e volume de recursos financeiros investidos em inovação, dentre outros aspectos.

Poucos estudos tratam da dimensão das institucionalidades quando avaliam a configuração, características e grau de maturidade dos sistemas de inovação dos países e seus casos de sucesso.

Neste contexto, a principal motivação deste estudo foi a necessidade de buscar novas perspectivas de avaliação sobre a dinâmica do sistema de inovação do país, a partir das institucionalidades presentes nos casos de sucesso de inovação, que nem sempre estão contemplados na configuração das políticas públicas de inovação, mesmo considerando esta agenda como evento recente para o país, e por este motivo, não consolidada.

Assumindo que o processo de inovação é um processo sistêmico, cumulativo e que envolve um conjunto de variáveis internas e externas às organizações, é importante analisar quais as institucionalidades (elementos essenciais), além das políticas públicas, que deram suporte à trajetória institucional e tecnológica de determinadas organizações, em suas diferentes dimensões - nacional, setorial e tecnológica - contribuindo para que se tornassem casos de sucesso no sistema de inovação do país.

Em função das análises abordadas acima definimos uma pergunta como principal direcionador desta pesquisa: Por que o Brasil avança pouco em inovação? – com o objetivo de entender quais os elementos - Institucionalidades - que, presentes em dois casos de sucesso brasileiros podem ter contribuído para o êxito dos mesmos, ainda que, em alguns períodos, não tenham sido observados em diversas ações de fomento e políticas públicas voltadas à inovação.

O objetivo geral da presente tese é identificar quais as institucionalidades que permitiram que os casos de sucesso de desenvolvimento tecnológico e inovação no Brasil – Embraer e Petrobras – tivessem êxito na sua trajetória de inovação.

Os objetivos específicos são:

- a) identificar as principais institucionalidades comuns e específicas para os casos estudados;
- b) verificar dentre as institucionalidades identificadas aquelas que foram relevantes para a consolidação dos casos estudados;
- c) identificar quais institucionalidades são necessárias e devem ser contempladas nas ações de governo e políticas públicas voltadas à inovação.

A Figura 1 sintetiza a construção do arcabouço conceitual-teórico da tese.

Figura 1: Principais Referenciais conceituais-teóricos para a proposta de estudo



Fonte: Elaboração própria.

A metodologia utilizada para o estudo proposto foi a análise de pesquisa qualitativa, empírica, baseada em estudo de caso, o que se alinha com o estudo de um número reduzido de casos como amostra, permitindo identificar questões concretas a partir de um referencial conceitual (YIN, 2013).

A revisão de literatura realizada teve como referencial teórico o conceito de institucionalidade com base nos conceitos propostos por Esman (1962) e Edquist e Johnson (2005). Para a realização do estudo proposto foram utilizadas informações primárias, informações secundárias (artigos científicos, teses, dissertações, relatórios, documentos institucionais e informações disponibilizados em sites das organizações estudadas) e a realização de entrevistas com a aplicação de questionários semi-estruturados. O detalhamento da metodologia está descrito no Capítulo 1 da presente tese.

### **Estrutura da tese**

Além da introdução apresentada no Capítulo 1, a tese está estruturada em seis capítulos. O Capítulo 2 apresenta a metodologia utilizada na presente tese com destaque para análise de estudo de caso, a partir da abordagem proposta por YIN (2013), estruturada com base nas informações de fontes primárias (pesquisa de campo – realização de entrevistas semiestruturadas a partir de questionários elaborados pela autora) e secundárias (artigos, teses, dissertações, relatórios de atividades, informações e documentos públicos nos sites das organizações estudadas), e descreve as ferramentas e métodos de análise e o constructo dos estudos de caso. O Capítulo 3 apresenta a revisão bibliográfica, em uma perspectiva histórica e evolutiva, contemplando os principais arcabouços conceituais para o tema Institucionalidades, e de forma complementar, para os conceitos de sistemas de inovação, sistemas setoriais e sistemas tecnológicos. O Capítulo 4 apresenta as principais institucionalidades dos projetos e segmentos de atuação das organizações estudadas e sua interrelação com as institucionalidades presentes no sistema de inovação brasileiro, considerando a análise dos principais pontos críticos presentes naquele sistema. O Capítulo 5 analisa as institucionalidades organizacionais e sistêmicas, comuns e específicas aos dois estudos de caso, bem como o grau de impacto das institucionalidades identificadas para cada caso estudado. O Capítulo 6 apresenta as conclusões do estudo com a indicação de contribuições para o aprimoramento das ações de fomento em prol do desenvolvimento tecnológico.

## 2 METODOLOGIA

Em função do escopo do presente estudo a metodologia utilizada foi de natureza qualitativa, o que se alinha com a proposta de estudo de um número reduzido de casos como amostra, mas permite também identificar questões concretas a partir de um referencial conceitual (YIN, 2013).

No presente estudo adotamos o termo "institucionalidade", liberdade da autora, como tradução para o termo "*institutions*", de forma a evitar que os leitores venham a confundir o termo original da língua inglesa como tradução literal para "institutos", algumas vezes entendidos como organizações.

A presente pesquisa é de caráter empírico, tendo como método principal o método indutivo. Além da pesquisa bibliográfica a proposta metodológica abrange a pesquisa documental e a realização de pesquisa de campo por meio de entrevistas semi-estruturadas, componentes que serão detalhadas mais a frente.

Segundo Marconi & Lakatos (2010) há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas, e que parte dos estudos exploratórios podem ser definidos como pesquisas bibliográficas, mas indicam que a cobertura de um conjunto maior de fenômenos do que aqueles acessados por meio do acesso a dados secundários pode enriquecer os estudos, bem como trazer maior precisão para análise.

Com relação ao método indutivo Gil (2008, p.29) afirma que este "procede inversamente ao dedutivo: parte do particular e coloca a generalização como um produto posterior do trabalho de coleta de dados particulares". De acordo com o raciocínio indutivo, a generalização é constatada a partir da observação de casos concretos suficientemente confirmadores dessa realidade. Constitui o método proposto pelos empiristas (Bacon, Hobbes, Locke, Hume), para os quais o conhecimento é fundamentado exclusivamente na experiência, sem levar em consideração princípios preestabelecidos. Nesse método, parte-se da observação de fatos ou fenômenos cujas causas se deseja conhecer.

Quanto às pesquisas qualitativas, estas têm como principal objetivo interpretar os fenômenos contemporâneos e são utilizadas quando são definidas perguntas que tentam responder a questões sobre "o que" e "como" determinados eventos acontecem.

Apresentam como características principais: a utilização de amostra reduzida de casos, selecionados intencionalmente; enfatizam o uso de métodos e processos indutivos e, a análise dos dados ocorre com uma abordagem interpretativa e realizada por inferência,

diferentemente das pesquisas quantitativas, e, não são estruturadas a partir de hipóteses pré-concebidas. Segundo Miles e Huberman (1994, p. 1), as pesquisas qualitativas, em geral exploratórias, “ajudam os pesquisadores a irem além de concepções iniciais e gerar ou reviver modelos concebidos”.

O presente estudo tem como foco responder a duas questões principais:

- Por que o Brasil apresenta um número reduzido de casos de sucesso em inovação; e,
- Quais foram as principais institucionalidades que permitiram a consolidação dos casos de sucesso brasileiros - Embraer e Petrobras - baseados em desenvolvimento tecnológico.

Conforme mencionado anteriormente o presente estudo tem como foco buscar estabelecer a relação entre as institucionalidades identificadas nos estudos de caso e a existência delas nas políticas de inovação do país de forma a inferir se tais institucionalidades poderiam ser replicadas para outros casos brasileiros em inovação.

Desta forma, a abordagem proposta na presente tese poderia se apresentar como abordagem complementar a outras perspectivas adotadas em outros estudos sobre casos de sucesso em inovação, que, de maneira geral são baseados em indicadores quantitativos, contribuindo para o aperfeiçoamento das políticas públicas em inovação e também para que o Brasil tenha um número mais expressivo de casos de sucesso na agenda de inovação.

Assim, pretendemos demonstrar que, quando há orientação estratégica, o país consegue estruturar todo o sistema de inovação específico para o alcance do resultado esperado, a partir de um conjunto adequado de institucionalidades necessário ao desenvolvimento tecnológico pretendido.

## **2.1 METODOLOGIA DA PARTE EMPÍRICA**

A parte empírica da pesquisa tem por base o desenvolvimento de dois estudos de caso com o objetivo de identificar as institucionalidades que deram suporte aos processos de desenvolvimento tecnológico e de inovação das organizações selecionadas, a partir da aplicação de modelo analítico estruturado para esta tese. Nesse contexto, pretendemos avaliar quais institucionalidades - elementos e características - que permitiram que as organizações estudadas se consolidassem como caso de sucesso.

De acordo com Yin (1994),

um estudo de caso é uma pesquisa empírica: que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real, quando as fronteiras entre

fenômeno e o contexto não são claramente evidentes, e onde múltiplas fontes de evidência são utilizadas (p. 23).

Para o autor o estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo, exaustivo e empírico, de um ou poucos objetos, de maneira a permitir o seu conhecimento amplo e detalhado; tendo por objetivo investigar um fenômeno atual dentro do contexto de realidade, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas; e no qual são utilizadas várias fontes de evidência. O autor define os seguintes elementos como os principais componentes para a estruturação de pesquisa baseada em estudos de caso:

- A identificação das questões que fundamentam o estudo;
- A identificação das proposições identificadas;
- A definição da unidade de análise;
- O alinhamento lógico entre dados/ informações e proposições do estudo; e,
- Os critérios para interpretação dos resultados.

Para YIN (1994) um estudo de caso tem capacidade de lidar com uma completa variedade de evidências, *e.g.*, documentos, artefatos, entrevistas e observações e deve contemplar as seguintes atividades:

- A escolha do referencial teórico ou conceitual sobre o qual se pretende trabalhar;
- A seleção dos casos em si e o desenvolvimento de protocolos para a coleta de dados;
- A definição de constructo e a condução do estudo de caso, com a coleta e análise de dados e elaboração do relatório do caso; e,
- A análise e interpretação dos dados obtidos à luz do referencial conceitual selecionado.

Ainda que o ponto de partida para a utilização do estudo de caso tenha por base um quadro referencial teórico, algumas investigações se enquadram em situações nas quais estudos de natureza predominantemente quantitativa não dão conta dos fenômenos sociais complexos envolvidos em tais situações. O autor enfatiza também que a pesquisa de estudo de caso tem um papel funcional e legítimo em fazer avaliações e podem ser usados para capturar a complexidade de um caso, incluindo mudanças temporais, bem como explorar as condições contextuais de um caso específico (YIN, 1994).

Para YIN (2010) o estudo de caso permite apreender a multiplicidade de dimensões presentes em uma situação, de forma a compreender os “porquês” e os “comos” em uma pesquisa, onde é baixo o controle de uma situação, que por sua natureza esteja inserida em contextos sociais.

As três aplicações principais para estudos de caso apontadas pelo autor são (YIN, 2010):

(a) como parte de uma avaliação maior dentro do estudo de caso e vista como fonte complementar, apresentando informação explicativa;

(b) como o método de avaliação primário onde objeto de estudo avaliado se torna o caso principal; ou,

(c) como parte de uma combinação de avaliação de dois níveis ou mais sub-avaliações com o potencial de estudo de caso desempenhando vários papéis para dar suporte à avaliação do objeto do estudo.

A utilização do estudo de caso demanda atenção em função da possibilidade de não haver rigor metodológico, por falta de definição de procedimentos metodológicos rígidos padronizados, o que pode levar a vieses no estudo e à dificuldade de generalização e ao aumento do tempo dedicado à pesquisa.

No que se refere à aplicação de entrevistas Yin (1994) destaca que é importante observar as seguintes questões:

- A identificação de perfis adequados para candidatos a serem entrevistados;
- A dificuldade de garantia de isenção e imparcialidade ao analisar os assuntos estudados por parte dos entrevistados, uma vez que, é difícil destacar as percepções individuais do envolvimento das pessoas com as empresas onde atuam;
- A questão de que os estudos de caso baseados em pesquisas qualitativas abrangem percepções de grupos de pessoas em relação aos contextos institucionais e pessoais, podendo apresentar algumas vezes avaliações enviesadas sobre determinadas situações; por outro lado, a *expertise* dos entrevistados pode contribuir com informações e registros importantes sobre o caso estudado.

Bonoma (1985) corrobora as questões apontadas por Yin, principalmente quanto à adequação do estudo de caso para analisar fenômenos amplos e complexos, onde o corpo de conhecimentos existente é insuficiente para permitir a proposição de questões causais; e quando o mesmo não pode ser estudado fora do contexto no qual ele naturalmente ocorre. Comenta ainda que o objetivo do estudo de caso não é a quantificação, mas ao invés disto, objetiva (1) descrição, (2) classificação (desenvolvimento de tipologia), (3) desenvolvimento teórico e (4) teste limitado da teoria. Em uma palavra, o objetivo é compreensão.

Na visão de Eisenhardt (1989), o estudo de caso é comumente empregado em áreas onde há escassez de modelos teóricos compreensivos ou de suporte empírico.

Johansson (2003) corrobora a visão dos autores citados acima e enfatiza que a metodologia de estudo de caso foi desenvolvida no âmbito das ciências sociais, destacando que a contemporaneidade dos eventos é um pré-requisito para estudos dessa natureza; e que esses podem ser teóricos, empíricos ou de abordagens mistas.

A proposta é que os estudos de casos sejam utilizados para ilustrar o modelo de análise, que envolve tanto a pesquisa bibliográfica, quanto a documental, complementadas pela pesquisa de campo (entrevistas semi-estruturadas).

## **2.2 Proposta de Pesquisa – Justificativa, Pressupostos**

Como dito anteriormente, em geral, os estudos sobre sistemas de inovação, incluindo os que tratam de Brasil, apresentam abordagem baseada em análises quali-quantitativas, com base em indicadores propostos nos anos 70 considerando, entre outras variáveis, o impacto das atividades de P&D em relação ao faturamento das empresas, a existência de instrumentos de fomento, volume de recursos investidos em ciência e tecnologia, e, mais recentemente também avaliando a relação de investimento em P&D e o número de patentes e o percentual de investimento em P&D em relação ao PIB dos países.

Poucos estudos tratam da dimensão das institucionalidades quando avaliam a configuração, características e grau de maturidade dos sistemas de inovação dos países e seus casos de sucesso, e justamente daqui parte a principal motivação do estudo.

Contribuição da autora - O fato da doutoranda atuar, há mais de 30 anos, como analista e gestora de programas na principal e mais antiga agência de fomento à inovação do país, a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), vinculada ao Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), órgão do governo federal responsável pela coordenação do sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) no Brasil, permitiu, ao longo desse período, a observação e participação na implementação de diversos eventos voltados à agenda de inovação, tais como: a implementação de diversos planos e ações (federais e estaduais) de fomento à inovação, a retomada e formulação de diferentes políticas públicas industriais e de inovação nos anos 2000, a formulação e implementação dos marcos legais recentes, e o processo de configuração do atual sistema de *funding* para CT&I, que representaram significativos avanços no sistema de inovação brasileiro, mas, que em uma análise crítica e concreta sobre o potencial do país, não revela na mesma dimensão, a consolidação de um maior número de casos de inovação no país.

De forma a viabilizar o presente estudo com a abordagem proposta foi necessário vencer alguns desafios.

O primeiro desafio enfrentado foi a escolha de um referencial conceitual-teórico que apresentasse a abrangência suficiente para abordar um conjunto relativamente amplo de elementos presentes nos processos de inovação e, em especial, nos casos de sucesso selecionados, que se pretendia analisar no âmbito desta tese.

A partir de uma pesquisa bibliográfica extensa confirmamos que o conceito mais apropriado para o estudo proposto seria o referencial conceitual-teórico de institucionalidades (*Institutions*), definidos, neste contexto, como elementos estreitamente associados aos processos de desenvolvimento e mudanças tecnológicas.

O segundo desafio foi identificar, dentre as abordagens disponíveis - econômica e social - a abordagem conceitual mais alinhada às questões e atividades relacionadas aos processos de inovação e desenvolvimento tecnológico, uma vez que, a partir da década de 90, o conceito de Institucionalidades ficou muito associado ao trabalho de North (1990) e outros economistas da corrente conhecida como “Nova economia institucional”, caracterizando as institucionalidades como ferramentas importantes para a estabilidade dos sistemas econômicos.

Desta maneira, foi necessário a identificação de outros autores que apresentassem uma abordagem de caráter mais abrangente e voltada à inovação.

A segunda etapa da pesquisa bibliográfica revelou duas abordagens complementares para o processo de inovação: 1) o modelo proposto por Esman em 1962, conhecido como “*Esman Model*”, utilizado pela Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD) como modelo experimental para as atividades de inovação; e, 2) a abordagem sistêmica elaborada por Edquist e Johnson (2005), autores contemporâneos reconhecidos como principais estudiosos sobre os processos e dinâmica de inovação das escolas mais recentes.

#### a) Proposta de tese

A proposta da tese foi identificar, a partir de casos de sucesso de desenvolvimento tecnológico e inovação no Brasil – Embraer S.A e Petrobras (Petróleo Brasileiro S.A.) – as institucionalidades que permitiram que as organizações estudadas obtivessem êxito nas suas trajetórias de atuação.

Adicionalmente, buscamos identificar quais as institucionalidades que podem ser necessárias e críticas para que o Brasil tenha um número mais expressivo de casos de sucesso na agenda de inovação. Desta forma, pretendemos demonstrar que, quando há orientação estratégica, o país consegue estruturar todo o sistema de inovação específico para o alcance do

resultado esperado, a partir de um conjunto adequado de institucionalidades necessário ao desenvolvimento tecnológico pretendido.

Em função da abordagem proposta pela autora, a presente tese tem como principais referenciais teóricos-conceituais: o conceito das Institucionalidades (*institutions*) e de sistemas de inovação apresentados por Esman (1962) e por Edquist & Johnson (1997; 2005), a partir da abordagem evolucionária proposta por Nelson e Winter (1982). De forma complementar, foram abordadas as dimensões de sistemas setoriais de inovação (MALERBA, 2002) e de sistemas tecnológicos (CARLSSON e JACOBSSON, 2005), completando o referencial conceitual a partir do qual foram analisadas as principais institucionalidades dos casos de sucesso.

Nesse contexto, avaliamos que a existência de políticas públicas é um elemento importante para a estruturação do arcabouço institucional, financeiro, legal e do conjunto dos processos e interações entre os diferentes agentes que compõem o sistema de inovação, sejam nacionais, locais, regionais, setoriais e/ou tecnológicos.

Por meio desta análise foi possível também compreender que eventuais faltas no tratamento da dimensão das institucionalidades nas políticas públicas de apoio ao desenvolvimento tecnológico e inovação podem impactar o êxito das ações governamentais, assim como de outras dimensões (falta de definição de prioridades, descontinuidade) já comentadas na introdução desta tese.

É importante registrar que o presente estudo não teve como objetivo realizar uma avaliação completa e/ou exaustiva de todas as institucionalidades presentes nas organizações selecionadas, mas sim identificar os principais elementos presentes em projetos estratégicos de desenvolvimento tecnológico, identificados também em projetos recentes das duas empresas, quais sejam: o avião de carga C-390 Millennium do segmento de defesa da empresa Embraer; e, o projeto de bóias flutuantes, uma das principais tecnologias utilizadas no segmento de exploração de águas ultraprofundas da Petrobras.

### **2.3 Procedimentos metodológicos**

Em função das questões apresentadas no item anterior e abordagem proposta para esta tese a partir de dois estudos de caso, apresentamos a seguir os procedimentos metodológicos adotados em cada fase do presente estudo:

- Fase 1. Pesquisa bibliográfica: a pesquisa bibliográfica contemplou levantamento de fontes e estudos contemporâneos (teses, dissertações, artigos, livros) sobre sistemas de

inovação, institucionalidades, políticas de inovação no Brasil e de casos de sucesso brasileiros e de projetos de desenvolvimento tecnológico, mais especificamente das empresas Embraer e Petrobras, tendo por base estudos teóricos e empíricos contemplados nos domínios das Ciências Sociais, da Economia e da Administração, definidos em 3 eixos principais:

(1) estruturação de referencial teórico para o conceito de “institucionalidades” (“*Institution*” no original em inglês);

(2) estudos que contemplam sistemas setoriais de inovação e casos de sucesso em tecnologia e inovação; e,

(3) modelos analíticos dos processos de inovação e projetos estratégicos em empresas e organizações de pesquisa de países em desenvolvimento.

A primeira fase do levantamento bibliográfico foi realizada por meio de três conjuntos de palavras-chave, quais sejam: Institucionalidades (*institutions*), sistemas de inovação e sistemas setoriais, abrangendo o período compreendido entre 1980-2018.

Na segunda fase da pesquisa consideramos as citações encontradas após a aplicação das palavras-chave nas bases de dados, selecionadas quando atendiam a um ou mais dos seguintes critérios:

1) abrangesse conceitos para o tema institucionalidade, a abordagem sistêmica e setorial para inovação;

2) descrição de metodologias de estudo para sistemas de inovação - nacionais e setoriais;

3) descrição de estudos de caso baseados em desenvolvimento tecnológico aplicados em análises setoriais;

4) descrição de mecanismos e ferramentas de análise para estudos de caso baseados em tecnologia e inovação.

A metodologia de pesquisa dos referenciais conceituais - a pesquisa bibliográfica (revisão de literatura) foi realizada nas principais bases de dados acadêmicas e periódicos, disponíveis *online* (<http://www.periodicos.capes.gov.br>), acessados por meio da plataforma Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Scielo e Google Acadêmico.

O detalhamento dos passos metodológicos deu suporte ao atingimento dos objetivos específicos propostos no estudo, estruturados em quatro eixos principais:

1- Identificação dos referenciais conceituais para “institucionalidade”;

2- Identificação dos referenciais conceituais para sistemas de inovação, nacionais e setoriais;

- 3- Estruturação do constructo dos casos de sucesso; e,
- 4- Identificação das principais institucionalidades e componentes estruturantes dos projetos/ segmentos de atuação selecionados para cada caso estudado.

Uma síntese dos processos de busca para os referenciais conceituais realizado por meio do Google Acadêmico e Portal de Periódicos da Capes está detalhado no Quadro 1.

**Quadro 1- Referenciais de busca e palavras-chave pelo Google Acadêmico, Scielo e Portal de Periódicos Capes**

<b>Palavras-chave usadas no Google Acadêmico</b>	<b>Critério de Busca</b>	<b>Total</b>	<b>Relevante</b>
<b>Período 1980- 2019</b>			
Institutions and Innovation, Technology Systems	Todos os índices	82.600	25
Institutions and Innovation, Technology Systems, Development Countries	Todos os índices	70.500	19
Institutions and Innovation, technology Systems, Development Countries, Brazil	Todos os índices	29.500	14
<b>Palavras-chave usadas no Portal Capes</b>	<b>Critério de Busca</b>	<b>Total</b>	<b>Relevante</b>
Institutions and Innovation System	Todos os índices	194	16
Institutions and Innovation System, Developing Countries	Todos os índices	29	6

Fonte: Elaboração própria.

- Fase 2. Pesquisa de campo: a partir das informações identificadas nas etapas anteriores foram estruturados roteiros para a realização de entrevistas semi-estruturadas. O objetivo foi identificar informações e relatos atualizados, complementares àquelas identificados nas pesquisas bibliográficas e documental, e dessa maneira, triangular as informações coletadas nas diferentes fontes.

- Fase 3. Caracterização e constructo dos estudos de caso

Os estudos de caso – Embraer e Petrobras - foram identificados e selecionados em função das seguintes variáveis:

- A atuação institucional com expressivo diferencial em inovação e tecnologia;
- A trajetória institucional consolidada com base em desenvolvimento tecnológico;
- O fato de ter mais de quarenta anos de existência/ atuação;
- A inserção no mercado global;
- A indicação de avaliações internacionais acadêmicas e por organizações multilaterais como casos de sucesso em tecnologia no Brasil, entre outras fontes.

Para a pesquisa bibliográfica dos projetos e segmentos de atuação das empresas Embraer (Quadro 2) e Petrobras (Quadro 3) foram utilizadas as seguintes palavras-chave: Embraer; KC-390; C-390 Millennium; Petrobras; tecnologias de águas profundas; *subsea*, exploração em águas profundas e ultraprofundas.

#### Quadro 2 - Palavras-chave - Estudo de caso Embraer

Palavras-chave	Critério de Busca	Total	Relevante
Embraer aircraft corporate	Todos os índices	805	280
KC-390; <i>Technologies</i>	Todos os índices	64	15

Fonte: Google acadêmico, Scielo, Portal de Periódicos Capes

#### Quadro 3 - Palavras-chave - Estudo de caso Petrobras

Palavras-chave	Critério de Busca	Total	Relevante
Petrobras	Todos os índices	429	19
Águas profundas, ultraprofundas, <i>subsea</i>	Todos os índices	687	24

Fonte: Google acadêmico, Scielo, Portal de Periódicos Capes

## 2.4 Constructo dos estudos de caso

Segundo Martins (2005), o constructo possui um significado construído intencionalmente, a partir de determinado marco teórico e sistêmico, devendo ser definido de tal forma que permita ser delimitado, traduzido em proposições particulares observáveis e mensuráveis. Para o autor, os constructos devem cobrir todas as funções das entidades ou organizações inferidas, de forma a:

- 1- Resumir os fatos observados;
- 2- Constituir um objeto ideal para a pesquisa;
- 3- Constituir a base para previsão e explicação dos fatos.

A definição de uma construção empírica fornece sempre as instruções para pôr a prova, i.e, para determinar a verdade ou falsidade das asserções nas quais recorre a construção.

Constructos podem ser entendidos como operacionalizações de abstrações que os cientistas sociais consideram nas suas teorias. Um constructo é uma variável – conjunto de termos, de conceitos e variáveis, ou seja, uma definição operacional robusta que busca

representar empiricamente um conceito dentro de um quadro teórico específico, podendo ser considerado como o embrião de um modelo (MARTINS, 2005).

A análise dos casos de sucesso foi estruturada a partir do constructo elaborado com base na metodologia proposta por Denzin e Lincoln (2008) e Calixto e Fleury (2015) e concebido com o objetivo de verificar as institucionalidades presentes nos projetos tecnológicos estratégicos e/ou segmento de atuação de cada organização estudada.

O constructo para a identificação das institucionalidades dos estudos de caso proposto para esta tese, apresentado no Quadro 4, foi elaborado a partir das contribuições apresentadas por Esman (1962) e Edquist e Johnson (2005), e se constituiu como ferramental metodológico fundamental para a definição do arcabouço conceitual-teórico utilizado para a condução da pesquisa, com ênfase nas variáveis sistêmicas e organizacionais.

#### Quadro 4: Arcabouço conceitual-teórico para identificação das Institucionalidades

Institucionalidades Sistêmicas dos Processos de Inovação a partir de Edquist e Johnson (2005)	Institucionalidades Organizacionais a partir de Esman (1962)
Existência de políticas públicas para inovação	Liderança: elemento crítico para o arranjo institucional ( <i>institution building</i> );
Construção de competências (recursos para educação, treinamento, criação de capital humano) para o uso de inovações e realização de atividades de P&D;	Doutrina: especificação de valores, objetivos, métodos operacionais sobre os quais as organizações vão atingir sua ação social;
Atividades de suporte à inovação: infraestrutura, tecnologias industriais básicas, normatização; certificação de produtos e processos;	Programas: ações relacionadas a <i>performance</i> das funções e serviços que contribuem para o resultado da instituição (no caso, organizações);
Construção de redes de cooperação através do mercado e de outros mecanismos, incluindo interações de aprendizado entre as diferentes organizações envolvidas no processo de inovação;	Recursos: financeiros, físicos, humanos, tecnológicos e <i>inputs</i> informacionais da instituição; além dos recursos legais, pessoais, de equipamentos, infraestrutura ( <i>facilities</i> ) e informação;
Criação e mudanças institucionais que influenciam o processo de inovação, por meio de incentivos e/ou superação de obstáculos para a inovação (ex. DPI, normas, leis, etc.), especialmente aquelas voltadas à regulação;	Estrutura interna: estrutura e processos estabelecidos para a operação/atuação de organização e sua manutenção;
Existência de fontes de recursos financeiros para P&D, criação de conhecimento, engenharia	Transações: atividades voltadas a manutenção das redes de parceria e colaboração; trocas da

básica, medicina e ciências naturais.	organização com o ambiente onde atua (ecossistema);
-----	<i>Linkages</i> : padrões de interdependência entre a organização e outros atores do sistema.

Fonte: Elaboração própria, a partir de Esman (1962); Edquist e Johnson (2005).

Em função da proposta da pesquisa, o constructo dos estudos de caso foi estruturado em 3 etapas principais:

- 1) a escolha dos projetos e/ou segmentos de atuação das empresas;
- 2) a definição das institucionalidades a serem estudadas – organizacionais e sistêmicas, estruturadas em 3 dimensões, apresentadas na Figura 1:
  - a. as organizacionais;
  - b. as relacionadas a projetos e atividades de desenvolvimento tecnológico; e,
  - c. as relacionadas a atividades de suporte à inovação.
- 3) a elaboração do roteiro das entrevistas, apresentado nos Anexos I e II.

A partir deste arcabouço foram identificadas também as institucionalidades comuns e específicas para cada estudo de caso, bem como o grau de intensidade das principais institucionalidades analisadas para cada uma das organizações. O Quadro 5 apresenta o constructo com as 3 dimensões de institucionalidades dos estudos de caso definidas pela autora.

**Quadro 5: Constructo para análise das Institucionalidades dos estudos de caso**

<b>Dimensões</b>	<b>Institucionalidades</b>
<b>Dimensões institucionais/ organizacionais</b>	O papel do Estado na origem das organizações;
	Principais características organizacionais - personalidade jurídica, histórico de atuação institucional;
	Estrutura de financiamento, fontes e modelo de estrutura orçamentária, incluindo a identificação das principais fontes de recursos e tipos de instrumentos financeiros;
	Grau de dependência de políticas públicas setoriais;
	Existência ou não de políticas públicas para inovação e para o setor/segmento de atuação da organização;

<b>Dinâmica tecnológica do setor e estratégias de atuação da empresa</b>	Existência e inserção em sistemas setoriais ou tecnológicos;
	Existência de competências científicas e tecnológicas diferenciadas para atuação da organização;
	Grau de integração com diferentes atores institucionais, públicos e privados do setor, com destaque para a cadeia de fornecedores e instituições de pesquisa;
<b>Atividades de suporte à Inovação</b>	Existência de normas técnicas e de suporte às atividades de inovação;
	Existência e acesso à infraestrutura de P&D. Institucionalidades de suporte à inovação.

Fonte: Elaboração própria.

Pesquisa documental: de forma a complementar a pesquisa bibliográfica foi realizada também, uma etapa de pesquisa documental que abrangeu um conjunto significativo de documentos sobre os projetos das organizações selecionadas para estudo de caso disponíveis nos sites das empresas Embraer e Petrobras, quais sejam: relatórios anuais das organizações, documentos, legislações e artigos da mídia nacional e internacional. Além destas fontes também foram analisados relatórios de organizações multilaterais, pesquisas nacionais e diagnósticos sobre o sistema de inovação do país, além de normativos e documentos de instituições federais e estaduais de fomento.

#### **2.4.1 As institucionalidades dos casos de sucesso**

As etapas de identificação e análise dos estudos de caso foram realizadas a partir do constructo formulado pela autora da tese, tomando por base estudos descritivos com abordagem qualitativa, contemplando elementos da trajetória histórica dos casos de sucesso e os principais elementos constitutivos - institucionalidades - que contribuíram para os resultados atingidos pelas organizações Embraer e Petrobras.

Para cada uma das organizações estudadas foram avaliadas as principais institucionalidades organizacionais e sistêmicas presentes e/ou que deram suporte aos projetos de desenvolvimento tecnológico das empresas nos seus principais segmentos de atuação, com ênfase na identificação das principais trajetórias tecnológicas das respectivas indústrias, aeronáutica e defesa e petróleo e gás, buscando identificar os diferenciais institucionais que permitiram o protagonismo das duas empresas em seus segmentos de atuação.

Em função das diferentes dinâmicas tecnológicas dos setores das organizações estudadas, também foram considerados o grau de intensidade tecnológica dos principais

projetos, a participação em redes de colaboração e inserção nos mercados nacionais e internacionais.

No caso da Embraer foram analisadas as principais institucionalidades consolidadas ao longo da trajetória da empresa, especialmente aquelas que contribuíram para o êxito dos projetos de desenvolvimento tecnológico, com ênfase no segmento de defesa, identificados também no projeto do avião cargueiro, C-390 Millennium, que na perspectiva tecnológica, se situa no estado da arte deste segmento em função de suas características e se configura como o maior projeto de aviação concebido e desenvolvido pela indústria aeronáutica do país.

No estudo de caso da Petrobras foram identificadas as principais institucionalidades que contribuíram para a consolidação da empresa como líder no segmento de exploração de águas profundas, hoje reconhecida como um *player* do mercado mundial de óleo e gás, permitindo também a descoberta e exploração da reserva de pré-sal, um caso inédito no mundo, com ênfase nas institucionalidades presentes nas tecnologias das plataformas de exploração que permitiram a execução do projeto de Bóias Flutuantes na Bacia de Campos, RJ. O Quadro 6 apresenta a identificação das empresas, segmentos de atuação e projetos tecnológicos analisados nos estudos de caso.

**Quadro 6: Identificação dos segmentos de atuação e projetos tecnológicos objeto dos estudos de caso.**

<b>Empresa</b>	<b>Setor/segmento de atuação</b>	<b>Projeto tecnológico</b>
<b>Embraer</b>	Aeronáutica Segmento defesa	C-Millennium 390
<b>Petrobras</b>	Petróleo e Gás Exploração em águas profundas	Boias Flutuantes (BSR)

Fonte: Elaboração própria.

## 2.5 A pesquisa de campo

A pesquisa de campo foi realizada baseada em aplicação de entrevistas semi-estruturadas. Para Yin (1989), as entrevistas são uma das fontes de dados mais importantes para os estudos de caso, apesar de haver uma associação usual entre a entrevista e metodologia de *survey*. Para o autor, as entrevistas podem ser de caráter aberto-fechado, focadas e do tipo *survey*.

Nas entrevistas de caráter aberto-fechado, ou semiestruturadas, o pesquisador solicita aos respondentes, a apresentação de fatos e de suas opiniões a eles relacionados; nas focadas, o respondente é entrevistado por um curto período de tempo, seguindo as questões estabelecidas no roteiro de pesquisa, podendo admitir um caráter aberto-fechado ou de conversa; e, nas de tipo *survey*, as questões e respostas são mais estruturadas.

De um modo geral, as entrevistas utilizadas nas pesquisas qualitativas são realizadas a partir da aplicação de questionário ou roteiro de pesquisa semi-estruturado. Nesse contexto, segundo Robson (2002), não é possível realizar “generalizações estatísticas”, mas apenas “generalizações analíticas”, ou, de acordo com Smaling (2003), somente “generalizações indutivas”.

Em função do objeto de estudo, e de modo a obter maior flexibilidade na aplicação dos questionários, definimos a pesquisa semi-estruturada como a mais adequada. A principal vantagem do uso de um roteiro semi-estruturado é a flexibilidade, permitindo que os respondentes expliquem e construam suas respostas, inclusive levando a discussões sobre temas e abordagens não consideradas previamente pelo pesquisador, mas que podem contribuir para o enriquecimento da compreensão do problema pesquisado. Além disso, questões podem ser omitidas e o sequenciamento alterado, em função da *expertise* e perfil do entrevistado. Entretanto, essa flexibilidade requer uma preparação prévia do entrevistador, o qual não deve demonstrar concordância ou discordância em relação à visão do entrevistado sobre o tema abordado, de modo a evitar a introdução de vieses na pesquisa (YIN, 1989).

Quanto à validação dos resultados obtidos em uma pesquisa qualitativa, o método tradicionalmente empregado para tal é a triangulação. A triangulação tem como objetivo suportar um resultado de pesquisa mostrando que métodos independentes corroboram ou pelo menos não contradizem o resultado. De acordo com Denzin (1978), a triangulação pode ser realizada por: a) fonte de dados da pesquisa (contemplando outras pessoas/grupos de análise, outros períodos de tempo, outros lugares); b) por método de pesquisa (seja por observação, ou entrevista documental); e, c) por pesquisador e por teoria.

Miles e Huberman (1994) indicam que a triangulação não tem por objetivo atestar a confiabilidade e validação de resultados, mas representa uma forma adicional para calibrar os possíveis vieses e pontos fortes e fracos. Desta forma, entendem que este método complementa os resultados obtidos em determinada pesquisa, mais do que os validam. No que concerne ao “controle da qualidade” na apresentação dos resultados de uma pesquisa qualitativa, os autores propõem “padrões e critérios” para avaliação de qualidade, na forma de orientações, fazendo eco à posição de outros autores que sustentam a impossibilidade da

existência de “questões de fato” em uma pesquisa qualitativa. Neste contexto, é necessário observar as seguintes questões/características: a. objetividade/ confirmabilidade; a confiabilidade/ dependabilidade/ auditabilidade; a validade interna/ credibilidade/ autenticidade; a validade externa/ transferibilidade/ adequabilidade; e, a utilização/ aplicação/ orientação para a ação.

### **2.5.1 Entrevista e Seleção dos Entrevistados**

De forma a complementar as informações coletadas na revisão bibliográfica e análise documental e com o objetivo secundário de enriquecer a análise dos estudos de caso, identificamos a oportunidade de realizar entrevistas com especialistas e gestores de tecnologia de referência para os setores de atuação das empresas identificadas como objeto de estudo, como fontes de dados primários para esta tese.

Para a avaliação dos casos de sucesso foram elaborados os constructos para as organizações estudadas contemplando as institucionalidades em 3 dimensões principais: (1) as organizacionais, referentes às atividades de desenvolvimento tecnológico; (2) as atividades de suporte à inovação; e, (3) onde foram identificadas as institucionalidades, comuns (presentes nos dois casos estudados) e específicas (que só foram observadas em cada caso de sucesso separadamente), conforme detalhado na Figura 1.

#### **2.5.1.1 Seleção e Perfil dos Entrevistados**

A seleção dos entrevistados levou em consideração tanto o perfil como o grau de acesso e disponibilidade dos mesmos no período proposto para esta etapa da pesquisa, buscando, sempre que possível, acessar profissionais que estivessem em cargos de gestão ou tivessem ocupado cargos em instâncias representativas das duas organizações ou instituições parceiras e importantes nos setores de atuação das empresas.

No que se refere ao perfil dos entrevistados, consideramos as seguintes variáveis:

- Gestores e analistas seniores (3 a 4 entrevistados por organização) que tivessem, preferencialmente, entre 15 a 25 anos de atuação na empresa. Também poderiam ser considerados analistas ou gestores com mais tempo de atuação na instituição, mesmo que já estivessem aposentados;
- Gestores públicos do sistema de CT&I que interagiram com as organizações estudadas e instituições parceiras das organizações, objeto de estudo;
- Gerentes de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) e pesquisadores que participaram e/ou acompanharam projetos tecnológicos estratégicos de cada organização.

### 2.5.1.2 Realização das entrevistas

O processo de entrevistas compreendeu 2 (duas) fases específicas:

- 1- o envio de convite e questionário semi-estruturado, com indicação de agendamento da entrevista, por e-mail;
- 2- a realização das entrevistas, propriamente ditas, realizadas de forma presencial ou por meio virtual, em função da disponibilidade e acesso aos entrevistados.

As entrevistas foram realizadas no período de novembro de 2019 a janeiro de 2020, no total de 8 entrevistas, sendo 4 para cada organização, com especialistas e gestores das empresas; gestores de centro tecnológico e de empresas parceiras internacionais que atuam no Brasil. O

Quadro 7 apresenta o perfil dos entrevistados.

#### **Quadro 7 : Perfil dos entrevistados para os estudos de caso**

<b>Empresa</b>	<b>Perfil do entrevistado</b>	<b>Código entrevistado</b>
Embraer	Ex-Presidente da empresa	E-1
Embraer	Diretor - gestão atual	E-2
Embraer	Gestora de tecnologia – gestão atual	E-3
Embraer	Ex-colaborador Núcleo de Propriedade Intelectual	E-4
Petrobras	Diretor – gestão atual	P-1
CENPES	Ex Gestor do CENPES; Superintendente da ONIP	P-2
SHELL	Gestor de tecnologia e fomento – atual	P-3
Subsea 7	Diretor de projetos de tecnologia - atual	P-4

Fonte: Elaboração própria.

As entrevistas tiveram, em média, a duração de 1h30min. De maneira geral, todas as entrevistas foram gravadas, a partir da permissão dos entrevistados e acompanhadas de registros por escrito pela autora.

### 2.5.1.3 Roteiro das entrevistas

O roteiro das entrevistas foi estruturado em 5 blocos principais, a partir da pesquisa bibliográfica e documental, bem como, de questões de interesse da pesquisa, conforme registrado abaixo:

Bloco 1. Informações pessoais sobre o entrevistado - Nome/Cargo/Função e tempo de instituição

Bloco 2. Identificação dos principais eventos organizacionais e projetos de desenvolvimento tecnológico; identificação das institucionalidades determinantes para o desenvolvimento de tecnologias nos projetos estratégicos da empresa, com ênfase nas características organizacionais; grau de dependência e/ou articulação com políticas públicas, principais áreas e/ou segmentos de atuação da empresa.

Bloco 3. Dinâmica tecnológica do setor e estratégias de atuação; A existência e inserção em sistemas setoriais ou tecnológicos; Características sobre intensidade e dinâmica tecnológica do setor; A existência de competências científicas e tecnológicas diferenciadas para atuação da organização; e, Identificação de tecnologias estratégicas para a trajetória institucional e projeto(s) tecnológico(s) e suas respectivas institucionalidades.

Bloco 4. Institucionalidades sistêmicas: O grau de integração com diferentes atores institucionais do setor, públicos e privados, com destaque para a cadeia de fornecedores e parcerias (redes de colaboração) com instituições de pesquisa; - a existência de normas técnicas e de suporte às atividades de inovação; - a existência e acesso à infraestrutura de P&D.

Bloco 5. Identificação de projetos tecnológicos que projetaram a empresa no cenário internacional e contribuíram para a consolidação da empresa na sua trajetória e atuação no mercado global.

#### 2.5.1.4 Análise das informações e resultados das entrevistas

Todas as entrevistas realizadas foram transcritas pela autora, com registro integral das questões abordadas pelos entrevistados.

Entre os oito entrevistados, dois gestores não concederam autorização para realização da gravação. Nestes casos específicos encaminhamos aos entrevistados, o arquivo com o resultado da transcrição das entrevistas realizadas para que eles realizem a conferência das informações.

Em função da abordagem proposta para este estudo, os dados coletados nas entrevistas foram organizados de acordo com as 3 dimensões de institucionalidades propostas para esta tese, conforme apresentado no Quadro 5 e apresentadas ao longo do texto, na medida que se referenciavam às institucionalidades analisadas no âmbito dos dois estudos de caso.

Os resultados das entrevistas funcionaram como fontes importantes para a complementação e para a atualização de informações sobre os dois estudos de caso.

É importante registrar que a validação das questões abordadas pelos entrevistados teve como principais fontes os registros disponíveis em artigos, teses, material documental das empresas e informações disponibilizadas na mídia impressa e eletrônica.

Uma outra questão importante diz respeito à indicação de eventos e institucionalidades organizacionais apontadas nas entrevistas que não foram identificadas - institucionalidades não previstas - na revisão de literatura ou previamente pela autora, e que por estes motivos, não foram contempladas no roteiro da entrevista.

Dentre as institucionalidades não previstas destacamos:

- no estudo de caso da Embraer

Na entrevista com gestores de tecnologia da Embraer (E-3 e E-4) foram apontadas questões referentes à configuração das políticas públicas de fomento à inovação e utilização dos recursos financeiros para as atividades de desenvolvimento tecnológico, o uso da escala do *Technology Readness Level* (TRL) e a importância das características e especificidades dos contratos de parceria com empresas do setor e instituições de pesquisa.

- no estudo de caso da Petrobras

Na entrevista com gestor de uma das empresas parceiras da Petrobras (P-4) foram enfatizadas questões importantes relacionadas aos contratos de encomendas da empresa, com destaque para a importância do estabelecimento de condições e cláusulas contratuais apropriadas ao atendimento das especificidades de contratos de desenvolvimento tecnológico, contemplando as duas principais dimensões intrínsecas ao processo de inovação, quais sejam: o risco e o grau de incerteza.

As informações mencionadas pelo entrevistado (P-4) foram fundamentais para a identificação de um projeto de grande importância para a Petrobras na área do pré-sal, recentemente implementado pela empresa.

Estas institucionalidades serão abordadas no capítulo 3 e 4 desta tese, no âmbito do estudo de caso das empresas.

### 3 INSTITUCIONALIDADES E SISTEMAS DE INOVAÇÃO: ARCABOUÇO CONCEITUAL-TEÓRICO

A origem das teorias econômicas conhecidas como evolucionistas ou neo-schumpeteriana tem por base conceitual os estudos propostos por Freeman (1987) e Nelson e Winter (1982). Freeman resgata o estudo dos ciclos econômicos estudados por Schumpeter destacando os processos de geração e difusão de inovação como fatores centrais dos movimentos cíclicos da economia mundial. Nessa perspectiva Nelson e Winter (1982) deram início a um conjunto de estudos sobre sistemas e a dinâmica do processo de inovação tomando por base os trabalhos de Schumpeter (1961), Simon (1964), Penrose (1959) e Marris (1964) que consideram como base principal os conceitos transpostos da biologia evolucionista, incorporando a questão tecnológica das firmas. Desde então, diversos autores têm contribuindo para essa corrente de pensamento conhecida como neo-schumpeteriana ou evolucionista (TIGRE, 2006).

A transposição de conceitos derivados da física e da biologia (ciências puras) para a economia foi inicialmente proposta por Marshall (1982). Tomando como base a mecânica newtoniana e resgatando os princípios apresentados originalmente por Veblen (1909), o autor elaborou seus estudos a partir da analogia com a biologia, antecipando a visão sistêmica que dá suporte aos processos de inovação e da economia nos dias atuais, contribuindo, desta forma, para que essa abordagem fosse assimilada gradualmente pelos economistas e outros autores ao longo de décadas.

Os autores desta corrente de pensamento, diferentemente da teoria neoclássica, rejeitam qualquer tipo de equilíbrio de mercado e propõem o princípio da pluralidade de ambientes de seleção, o que permite explicar a existência de diferentes trajetórias tecnológicas, uma grande variedade de estruturas de mercado e de características institucionais dos ambientes nos quais as firmas evoluem (TIGRE, 2006).

Segundo Coriat e Weinstein (1995), as teorias evolucionistas se distinguem das teorias neoclássicas em relação a três princípios básicos:

- O papel da inovação na dinâmica das economias, que, por vezes, podem gerar instabilidade nos sistemas econômicos, a partir das mudanças de paradigmas tecnológicos e técnico-científicos;
- O princípio da racionalidade invariante (ou substantiva) dos agentes econômicos. Os evolucionistas criticam as hipóteses de racionalidade que definam *a priori* o comportamento dos agentes econômicos; e,

- A rejeição a qualquer tipo de equilíbrio de mercado, pressuposto da teoria neoclássica. Segundo os evolucionistas os mercados não têm capacidade de prever o comportamento das firmas que são afetados pela mudança de trajetórias tecnológicas diferentes daquelas já existentes e das características institucionais dos ambientes onde elas atuam.

### 3.1 Sistemas de Inovação - conceito e principais características

O conceito de Sistemas Nacionais de Inovação foi introduzido na literatura por Freeman (1987, p. 1):

*...the network of institutions in the public and private sectors whose activities and interactions initiate, import, and diffuse new technologies.*

Desde então, o estudo dos sistemas de inovação vem ganhando novas dimensões e abordagens, a partir dos trabalhos de diversos autores nas últimas décadas, dentre os quais destacamos Lundvall (1992) e Nelson (1993), estudiosos fundamentais da corrente evolucionista. Para Nelson (1993) o sistema nacional de inovação é definido como um conjunto de instituições cujas interações são determinantes na capacidade de inovar das firmas. Com base nesta abordagem, o autor desenvolveu vários estudos analisando o papel das institucionalidades no processo de organização dos sistemas de inovação de diversos países.

Segundo Lundvall (1992) o conceito de sistema de inovação foi formulado em uma perspectiva ampla (*broad view*) com o objetivo de contemplar diversas variáveis que podem contribuir para o processo de inovação, dimensão considerada para esta tese, na medida em que contempla um conjunto mais amplo de instituições relacionadas ao desenvolvimento de tecnologia e inovação, além de outras instituições como o sistema financeiro, os fatores políticos e culturais e as políticas públicas que afetam, direta ou indiretamente, a capacidade inovadora das organizações.

Para este autor o sistema de inovação é caracterizado como um conjunto de elementos e relações que interagem na produção, difusão e aplicação de novos conhecimentos, destacando que as duas dimensões mais importantes do sistema de inovação são o arranjo institucional e as estruturas de produção; e enfatiza a importância do processo de aprendizagem coletiva, principalmente para os países que têm economias intensivas em conhecimento (LUNDVALL, 1992).

A elaboração do arcabouço conceitual para sistemas de inovação proposto por Freeman (1987), Lundvall (1992) e Nelson (1993) tem como pressuposto o fato de que o

processo de inovação não ocorre de forma linear, como um processo sequencial, mas envolve muitas interações e *feedbacks* referentes às ações de geração e uso do conhecimento.

Neste contexto, a abordagem proposta por estes autores reitera a percepção de que inovação é resultado de um processo de aprendizado contínuo, a partir de múltiplos *inputs*, voltados a processos focados na solução contínua de problemas, considerando ainda o grau de interdependência entre os atores envolvidos e a incerteza sobre os resultados. Em função da natureza evolutiva do processo de inovação, estes sistemas nunca atingem um estado de equilíbrio corroborando a tese de que inovação é inimiga do equilíbrio, referencial importante da corrente evolucionista (CIMOLI et al., 2007).

A partir desta análise se constata que é difícil estabelecer *ex-ante* a melhor trajetória ou configuração a serem adotadas por uma empresa ou organização, o que significa dizer que a noção do “ótimo” não se adequa à agenda de inovação.

Admitindo o processo de inovação como sistêmico, Edquist e Johnson (2005) reforçam o fato de que as empresas e organizações não inovam isoladamente, mas são atores centrais deste processo apoiados pela existência de um conjunto de atividades - as institucionalidades - que dão suporte às suas estratégias de inovação, com ênfase na existência de sistema(s) de redes (formais ou informais) onde, a partir de um determinado arcabouço institucional que contempla e reflete as características do ambiente macroeconômico em que estão inseridas, várias instituições e organizações (instituições de ensino, de pesquisa, cadeia de fornecedores e agentes de governo, além das empresas concorrentes) convivem e interagem.

Sendo assim, podemos considerar os sistemas de inovação como o resultado de um conjunto de fatores sociais, econômicos, políticos, institucionais e organizacionais e as inovações como novas criações de natureza material ou intangível de significativa importância econômica, que podem contemplar tanto novas combinações de elementos já existentes como também a criação de novos produtos e processos (EDQUIST e JOHNSON, 2005).

É importante notar que os sistemas nacionais de inovação diferem em termos de padrões de especialização e de estrutura institucional, como reflexos de vários fatores: político, econômico, histórico, social.

Sistemas de inovação, portanto, são complexos, dinâmicos e imperfeitos, mas dependem em grande medida da existência de institucionalidades. Essa abordagem sistêmica demonstra também a importância de redes formais e informais de inovação, mesmo que não identificadas oficialmente (LIU et al., 2011).

De acordo com a abordagem sistêmica e conceitual proposta por Edquist e Johnson (2005), os processos de inovação além de complexos são evolutivos e contemplam um conjunto de funções e atividades presentes nos sistemas de inovação. Por esta razão apresentam dinâmicas específicas em diferentes países, não sendo indicado considerar um único modelo ou mesmo a replicação direta de padrões consolidados em países desenvolvidos para os países em desenvolvimento ou de economias emergentes.

Carlsson e Jacobsson (2005) avaliam que políticas públicas de inovação são instrumentos que permitem melhorar a competitividade e estimular o crescimento econômico dos países. Neste contexto, destacam 3 (três) elementos principais: a estrutura produtiva, a base tecnológica e o arranjo institucional que permitem e dão suporte às oportunidades tecnológicas.

Os autores convergem com a percepção de Lundvall (1992) de que as mudanças tecnológicas podem ser entendidas como um processo de aprendizado que é gradual e cumulativo, principalmente no contexto das firmas. Complementando essa abordagem, Dosi (1988) e Teece e Pisano (1988) definem que as firmas estruturam suas estratégias a partir de sua base de conhecimento e outros ativos que podem ser acessados para dar conta de oportunidades de mercado.

Ao analisarem os processos de dinâmica tecnológica, diversos autores destacam também a importância das redes de cooperação, das parcerias público-privadas e de processos de transferência de tecnologias que são, em grande medida, afetados pelo arranjo institucional dos sistemas de CT&I (CARLSSON e JACOBSSON, 2005; EDQUIST e JOHNSON, 2005).

As contribuições de Edquist e Johnson (2005) são fundamentais para o entendimento da importância das institucionalidades na dinâmica dos sistemas de inovação, com destaque para:

- As políticas públicas para inovação;
- As características e dimensões tecnológicas e setoriais e,
- O conjunto e a natureza das inter-relações, formais e informais, estabelecidas entre os diferentes atores de determinado sistema, conforme abordaremos a seguir.

Neste contexto, os autores definem política de inovação como uma ação pública de longo prazo, que influencia e estimula a mudança técnica e outras formas de inovação, contemplando elementos de políticas de P&D, tecnológicas, de infraestrutura e educação, abrangendo não só a geração de novos conhecimentos e o surgimento de novas tecnologias,

mas também sua difusão e apropriação pelas empresas (*locus* onde a inovação ocorre de fato), agentes do mercado e sociedade.

É importante enfatizar que as institucionalidades, assim como as organizações, assumem papel fundamental na configuração de políticas públicas de inovação, bem como nos processos de revisão e reconfiguração dos vínculos e conexões estabelecidas entre os vários componentes de um sistema de inovação e os diferentes agentes institucionais que o compõem - empresas, instituições de ensino e pesquisa, formuladores de políticas públicas e gestores, dentre outros. Complementam esta análise enfatizando que a efetividade das políticas públicas para o desenvolvimento socioeconômico dos países depende, ainda, muitas vezes, de ações de intervenção do Estado, que tanto podem se apresentar na criação e reconfiguração de organizações e de institucionalidades, como no suporte às próprias políticas de inovação ( EDQUIST e JOHNSON, 2005).

Na visão de Borrás e Edquist (2016) a configuração de uma política de inovação deve ter como foco a solução e/ou endereçamento de problemas identificados nos sistemas de inovação e, por esta razão, relacionados a questões socioeconômicas ou dinâmicas tecnológicas específicas. Neste contexto, apresentam os principais elementos e atividades que devem ser contemplados em políticas desta natureza:

- O apoio a atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D);
- O desenvolvimento de competências e geração de conhecimento através da educação, treinamento e criação de habilidades;
- A formação de novos mercados de produtos (pelo lado da demanda);
- As articulações dos requisitos e exigências relacionados à qualidade (pelo lado da demanda);
- A criação e mudança organizacionais (como constituintes de um sistema de inovação);
- O trabalho em rede;
- A criação de instituições e identificação de mudanças institucionais;
- A apoio aos processos de incubação e aceleração de pequenas e médias empresas;
- A estrutura de financiamento da inovação;

Segundo estes autores a proposta de elencar um conjunto de elementos relacionados às atividades dos sistemas de inovação tem por objetivo enfatizar o que ocorre de fato nestes sistemas, mais do que identificar seus componentes e funciona como uma forma de organizar os principais *inputs* determinantes do processo de inovação em um determinado sistema. (BORRÁS e EDQUIST, 2016).

A natureza cumulativa dos processos de inovação, caracterizada por um esforço coletivo, também é abordada pelos autores como característica intrínseca a processos desta natureza, além das variáveis de incerteza e risco.

Edquist e Johnson (2005) destacam a questão da cumulatividade e as regras institucionais como elementos críticos dos processos de inovação, enfatizando que os mesmos conferem singularidade às dinâmicas dos diferentes sistemas de inovação. Pontuam ainda que, de forma empírica, na ocorrência de mudança técnica, esta característica pode se apresentar de diferentes formas: como avenidas de inovação (*innovation avenues*) (SAHAL, 1985) ou por meio de trajetórias tecnológicas (DOSI, 1982), dentre outras.

Ressaltam também a importância dos mecanismos de *feedback*, elementos centrais dos processos de inovação, assim como das relações interativas entre os diferentes agentes do sistema que envolvem ciência, tecnologia, aprendizagem, produção, instituições, organizações e a existência de políticas públicas, características de processos de aprendizado interativos (EDQUIST e JOHNSON, 2005).

A elaboração do arcabouço conceitual para os sistemas de inovação proposto por Freeman (1987), Lundvall (1992) e Nelson (1993) tem como pressuposto o fato de que o processo de inovação não ocorre de forma linear, como um processo sequencial, mas envolve muitas interações e *feedbacks* referentes às ações de geração e uso do conhecimento. Neste contexto, as abordagens propostas pelos autores reiteram a percepção de que inovação é resultado de um processo de aprendizado contínuo, a partir de múltiplos *inputs*, voltados a processos voltados à solução contínua de problemas, considerando ainda o grau de interdependência entre os atores envolvidos e a incerteza sobre os resultados (CIMOLI et al., 2007).

Para estes autores, em função da natureza evolutiva do processo de inovação, os sistemas de inovação nunca atingem um estado de equilíbrio concluindo, portanto, que inovação é inimiga do equilíbrio, referencial importante da corrente evolucionista.

A partir desta análise se constata que é difícil estabelecer *ex-ante* a melhor trajetória ou configuração a serem adotadas por uma empresa, o que significa dizer que a noção do “ótimo” não se adequa à agenda de inovação.

Neste contexto e admitindo o processo de inovação como sistêmico, os autores reforçam o fato de que as empresas e organizações não inovam isoladamente, mas são atores centrais deste processo apoiados pela existência de um conjunto de atividades - as institucionalidades - que dão suporte às suas estratégias de inovação, com ênfase na existência de sistema(s) de redes (formais ou informais) onde, a partir de um determinado

arcabouço institucional que contempla e reflete as características do ambiente macroeconômico em que estão inseridas, várias instituições e organizações (instituições de ensino, de pesquisa, cadeia de fornecedores e agentes de governo, além das empresas concorrentes) convivem e interagem (EDQUIST e JOHNSON, 2005).

Edquist e Johnson (2005) avaliam que, a partir da abordagem das institucionalidades é possível também analisar as trajetórias dos sistemas de inovação, sejam eles nacionais, setoriais e/ou locais, contribuindo para a identificação das características e trajetórias distintas observadas nos diferentes países, destacando que determinados sistemas são mais especializados em produção, outros em P&D, outros em Ciência e Tecnologia. Citam como exemplos o grau de especialização na produção de produtos intensivos em P&D identificados na produção industrial nos Estados Unidos e no Japão, situação diferente da observada na produção industrial na União Europeia.

De forma mais ampla, consideram que a análise dos sistemas de inovação a partir das institucionalidades são, essencialmente, uma tentativa de pensar e analisar a natureza e as implicações do caráter coletivo desse processo, bem como de identificar o conjunto de atividades e elementos chave no âmbito dos mesmos, com ênfase nos processos de interação, no atendimento a demandas do Estado e da sociedade, nas diferentes dimensões ou níveis (nacional, local, setorial), em função de sua relevância, e de suas características específicas (EDQUIST e JOHNSON, 2005).

As diferentes dimensões referentes aos sistemas de inovação apresentadas acima foram consideradas para a configuração da base conceitual principal para a elaboração dos constructos dos estudos de caso da presente tese.

De forma complementar, a composição do arcabouço conceitual deste trabalho contemplou ainda as dimensões dos sistemas setoriais de inovação e dos sistemas tecnológicos, identificadas no

Quadro 8, que serão abordadas mais adiante neste capítulo.

#### **Quadro 8 : Quadro Resumo das principais dimensões dos sistemas de inovação**

<b>Principais Dimensões dos Sistemas de Inovação</b>	<b>Referências</b>
Sistemas Nacionais	Lundvall (1992), Nelson (1993), Freeman (1987), Edquist (1997)

Sistemas Locais	Lastres, Cassiolato e Maciel (2003)
Sistemas Setoriais	Malerba (2002; 2005)
Sistemas Tecnológicos	Carlsson e Jacobsson (1995)

F

onte: Elaboração própria.

### 3.2 Institucionalidades (*institutions*) – a construção do conceito em uma perspectiva histórica

Dados da literatura indicam que o estudo das institucionalidades teve origem a partir do trabalho proposto por Veblen (1919), autor considerado o “fundador da escola institucionalista” responsável por cunhar o termo “economia neoclássica”. Para o autor, o entendimento do comportamento econômico é construído a partir de hábitos ou “hábitos de pensamento” e define institucionalidades como consequências do hábito (*apud* EDQUIST; JOHNSON, 2005).

O reconhecimento do papel central das institucionalidades para os sistemas de inovação vem sendo defendido por diversos autores, com abordagens complementares, não só pelos autores que compõem o núcleo do chamado “Antigo Institucionalismo”, a partir da contribuição de Veblen (1919), Commons (1931) e Mitchell (1929), mas também das escolas mais recentes representadas por Willianson (1985) e North (1990).

Ao longo de várias décadas a abordagem sobre o tema institucionalidades (*Institutions*) foi ganhando novos contornos.

Na definição apresentada por Freeman e Soete (2008), o tema é tratado de forma indireta quando o autor aborda a configuração das redes institucionais. Já Lundvall (1992) destaca o arcabouço institucional como a segunda dimensão mais importante do sistema de inovação, avaliando que as institucionalidades fornecem aos agentes do sistema de inovação orientações para a ação, incluindo as ações rotineiras de produção, distribuição e consumo, atuando também como guias para a mudança. Neste contexto, também são consideradas as trajetórias e paradigmas tecnológicos, que contemplam as atividades de desenvolvimento tecnológico realizadas pelas empresas, como um tipo especial de instituição.

Nelson e Rosemberg (1993), por sua vez, não apresentam uma definição explícita do conceito de institucionalidades; no entanto, indicam as empresas e laboratórios de pesquisa como as instituições mais importantes do processo de inovação, considerando ainda outras “instituições de apoio” como as universidades, os institutos de pesquisa e seus laboratórios

(infraestrutura), além de políticas públicas de apoio ao desenvolvimento de tecnologias, destacando o papel chave das institucionalidades e mecanismos de suporte tecnológico nos sistemas de inovação. Na avaliação de Edquist e Johnson (2005) a abordagem apresentada por Lundvall (1992), onde as instituições se referem a 'rotinas' e 'guias de ação' (incluindo trajetórias e paradigmas) é distinta daquela proposta por Nelson e Rosenberg (1993).

Na década de 70, o estudo das institucionalidades ganhou impulso nos EUA, principalmente, a partir do modelo proposto por Esman (1962) formulado a partir de uma visão sociológica.

Segundo Bohla (1976, p. 3), a abordagem institucional começou a ser identificada como uma variável importante da agenda de inovação dos chamados “países do terceiro mundo” durante as décadas de 50 e 60. As mudanças sociais impulsionaram as mudanças institucionais afetando a configuração delas, influenciando também a criação e modernização das estruturas institucionais criadas a partir do processo de industrialização.

O autor ressalta ainda que as abordagens institucionais variam consideravelmente em escopo e ênfase, de forma a propiciar o melhor suporte aos modelos de desenvolvimento dos países e contemplam certas especificidades visando dar suporte às diferentes agendas como produtividade, desenvolvimento tecnológico, empreendedorismo e inovação, entre outras (BOHLA, 1976).

A análise do autor teve como base o modelo proposto por Esman em 1962, conhecido como “*Esman Model of Institutional Building*”, que à época de sua divulgação, sofreu críticas tanto em função de sua abrangência, como em relação à dificuldade de sua aplicação operacional em situações reais (*real-life situations*). Ainda assim, foi utilizada amplamente pela corrente de institucionalistas americanos por mais de uma década com apoio da USAID (*United States Agency for International Development*), agência governamental americana (BOHLA, 1976).

O modelo de construção institucional (*Institution Building*), proposto por Esman (1962 *apud* Bohla) foi definido como “um processo que contempla as etapas de planejamento, estruturação e orientação da constituição de organizações, sustentada por valores, funções, tecnologias sociais e físicas, o estabelecimento de novas normas de proteção e padrões de relacionamento entre diferentes agentes institucionais” e aborda as seguintes variáveis principais: a existência de liderança; programas; recursos (autoridades legais e políticas, recursos humanos, fundos, equipamentos, *facilities* e informação); processos estruturados para

a operação das instituições; transações (comerciais e de recursos); e, padrões e normas (funcionais, normativos)” (BOHLA, 1976, p. 5), descritas no Quadro 9.

**Quadro 9: Variáveis do Modelo Esman (1962)**

<b>Variáveis</b>	<b>Esman (1962) - <i>Institutional Building</i></b>
a. Liderança	elemento crítico para o arranjo institucional ( <i>institution building</i> ).
b. Doutrina	especificação de valores, objetivos, métodos operacionais sobre os quais as organizações vão atingir sua ação social.
c. Programas	ações relacionadas a <i>performance</i> das funções e serviços que contribuirão para o resultado da instituição (no caso, organizações).
d. Recursos	financeiros, físicos, humanos, tecnológicos e <i>inputs</i> informacionais da instituição; além dos recursos legais, pessoais, de equipamentos, infraestrutura ( <i>facilities</i> ) e informação.
e. Estrutura interna	estrutura e processos estabelecidos para a operação/atuação de organização e sua manutenção.
f. Transações	voltadas a manutenção das redes de parceria e colaboração; trocas da organização com o ambiente onde atua (ecossistema).
g. <i>Linkages</i>	padrões de interdependência entre a organização e outros atores do sistema.

Fonte: Elaboração própria, a partir de Bohla (1976).

O modelo proposto por Esman se assemelhava muito ao conceito de modelo de sistema, contemplando elementos como valores, normas, processos e estruturas, que nem sempre estão presentes quando novas tecnologias são introduzidas no mercado. Para Esman as inovações tecnológicas deveriam ser vistas como experimentos e, por esta razão, adaptadas às realidades e condições locais (país, regiões, setores), muitas vezes ensejando a criação de novas instituições e/ou a adaptação das já existentes. Na visão de Bohla ainda que o modelo proposto por Esman não tivesse sido considerado como uma teoria na sua configuração original, pela falta de arcabouço teórico, sociométrico ou de comportamento organizacional, poderia, mesmo assim, funcionar como base para formulação de outros modelos e teorias (BOHLA, 1976).

Com uma abordagem econômica Williamson (1985), em seu trabalho intitulado *The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting*, argumenta que o conjunto das institucionalidades que dá suporte à economia é um componente extremamente importante, porque afeta os custos de transação e, conseqüentemente, a organização das firmas e de mercado. O autor não apresenta uma definição precisa para “instituições”, utilizando mais comumente o termo “instituições econômicas”.

Com abordagem semelhante, North (1990) caracteriza as institucionalidades (*institutions*) como poderosas ferramentas para a redução dos custos de transação, definidos pelo autor como obstáculos que previnem o bem-estar econômico e social das sociedades, destacando o mercado como o instituto mais fundamental das economias modernas ocidentais, destacando que a teoria das instituições deve contemplar a teoria da propriedade dos direitos, a do estado e a da ideologia. Segundo o autor, seria impossível entender os processos históricos sem levar em conta essas variáveis e apresenta como conceito para “instituições”:

As instituições são as regras do jogo na sociedade ou, mais formalmente, são as restrições que moldam as interações humanas. Em consequência, constituem incentivos para as interações humanas, sejam elas de natureza política, social ou econômica. As mudanças institucionais mudam as formas pelas quais as sociedades evoluem através do tempo e, portanto, é a chave para entender a mudança histórica (NORTH, 1990, p. 1321).

#### . O papel das institucionalidades nos sistemas de inovação

As institucionalidades podem assumir diferentes perspectivas nos diferentes sistemas de inovação.

Edquist e Johnson (2005) definem institucionalidades como o conjunto de leis, regras sociais, normas culturais, rotinas, hábitos e padrões técnicos, organizados em dois tipos principais - formais e informais:

- 1) Formais: definidas a partir de um propósito explícito, visando a definição de um conjunto de regras, leis e padrões técnicos, como, por exemplo, as leis de patentes e o regime de Direitos de Propriedade Intelectual (DPI), que têm impacto decisivo nas decisões tomadas pelas firmas e os modos pelos quais a inovação acontece; o sistema financeiro (especialmente a oferta de capital de *risco* e outras formas de financiamento de longo prazo para novos tipos de empreendimentos); o grau em que a atividade empresarial é orientada internacionalmente (particularmente por meio de empresas multinacionais); e,
- 2) Informais: contemplando questões e elementos que padronizam o comportamento, ou seja, o conjunto das regras sociais, hábitos e comportamentos desenvolvidos espontaneamente que são adotados por períodos de tempo mais extensos, aliados àqueles elaborados por agentes públicos que dão suporte aos instrumentos de política de inovação, além dos padrões sociais, políticos e culturais de senso amplo.

Segundo estes autores, além das questões estruturais observadas em um sistema de inovação (arranjo institucional, marco legal, políticas públicas, normas e valores) que diferem de um sistema para outro, em uma perspectiva dinâmica, as mudanças tecnológicas também podem ser consideradas como uma institucionalidade crucial para uma abordagem sistêmica voltada à inovação, mesmo quando ocorrem de forma espontânea e não planejada, ou seja, não necessariamente somente quando influenciadas por *policy-makers*, se configurando, portanto, como um processo que envolve diversas questões sistêmicas e não depende somente do comportamento individual das organizações. Neste contexto, é sempre importante avaliar se as institucionalidades existentes são apropriadas para a promoção da inovação (EDQUIST e JOHNSON, 2005).

Considerando as funções principais desempenhadas pelas institucionalidades na estruturação e reconfiguração dos sistemas e políticas de apoio à inovação, é importante destacar também a influência destes elementos na estrutura principal do sistema onde ocorrem, destacando o arranjo institucional (*set up*) como um dos mais importantes componentes dos sistemas de inovação, visão compartilhada também por Lundvall (1982).

Carlsson e Stankiewicz (1995) destacam a importância da infraestrutura institucional no processo de geração, difusão e utilização de tecnologias e, por consequência, a existência dos sistemas tecnológicos, atividades de P&D na indústria, infraestrutura de pesquisa nas universidades e de políticas públicas para o bom funcionamento dos sistemas de inovação e definem institucionalidades como:

estruturas normativas que promovem padrões estáveis de interações/transações sociais necessárias para o desempenho de funções sociais vitais. Entende-se como infraestrutura institucional de um sistema tecnológico o conjunto de arranjos institucionais (regimes e organizações) que, direta ou indiretamente, apoiam, estimulam e regulam o processo de inovação e difusão de tecnologia (CARLSSON e STANKIEWICZ, 1995)

Citam como exemplos de institucionalidades: o sistema político, o sistema educacional (incluindo universidades), a legislação de patentes e instituições que regulam as relações trabalhistas, que, dentre outros elementos, podem influenciar a geração, desenvolvimento e processos de transferência de tecnologias.

Edquist e Johnson (2005) apontam três funções principais das institucionalidades nos sistemas de inovação:

- a) prover estabilidade e informação aos diferentes agentes envolvidos contribuindo para a redução do grau de incerteza dos processos de inovação;
- b) gerenciar conflitos e ações de cooperação entre os diferentes agentes; e,
- c) prover incentivos aos diversos atores do sistema.

Nesta dinâmica, as institucionalidades tanto podem funcionar (ou tornar-se) como barreiras ou obstáculos à inovação, como incentivos, pois, uma vez estabelecidas, tendem a ganhar vida própria, podendo apresentar impactos e consequências diferentes do planejado, se configurando como até mesmo como inadequadas na execução de funções que executavam anteriormente ou para as quais foram originalmente planejadas, além de também ensejar mudanças institucionais. Por estas razões não devem ser consideradas como fatores neutros na configuração dos sistemas nacionais ou setoriais de inovação, caracterizando o aspecto dual destes elementos (EDQUIST e JOHNSON, 2005).

O caráter ambíguo das institucionalidades é abordado por diversos autores como Lundvall (1992), Nelson e Rosenberg (1993), Chang (2004), Jackson (2009) e Borrás e Edquist (2014), que apresentam contribuições complementares à análise de Edquist e Johnson.

Chang (2004) analisa a trajetória de *catch-up* tecnológico dos países hoje considerados desenvolvidos – Grã-Bretanha, EUA, Alemanha, França, Suécia, Bélgica, Holanda, Suíça, Japão, Coreia e Taiwan, identificando os principais elementos institucionais em sete blocos principais: 1) as questões políticas-democracia; 2) as questões burocráticas e o judiciário; 3) a governança empresarial; 4) as instituições financeiras; 5) o regime de DPI; 6) as instituições públicas de financiamento; e; 7) a agenda de bem-estar social. Segundo o autor, a comparação entre crescimento das economias dos países nos séculos 18 e 19, hoje desenvolvidos, com as dos países em desenvolvimento do pós-guerra nos fornece alguns *insights* importantes sobre a relação entre as políticas, as instituições e o crescimento econômico.

Jackson (2009) destaca o papel ambíguo das institucionalidades enfatizando que as mesmas podem constranger ou regular o papel dos agentes envolvidos no processo de inovação, o que corrobora a necessidade de avaliar o comportamento dos atores em função de diferentes contextos e países, avaliando que as institucionalidades são o resultado (*outcome*) de uma constelação particular de atores e suas formas de interação. Ressalta ainda que a realização de estudos comparativos deve levar em consideração estas dimensões, bem como observadas a natureza dos diferentes atores existentes e a configuração do arranjo institucional que compõem os diferentes sistemas.

Outro aspecto a considerar é que muitas vezes determinadas institucionalidades não são conhecidas preliminarmente, assim como nem sempre são formadas ou (re)formados de forma endógena ou automática. Em vez disso, são geralmente flexíveis e podem ser influenciadas por muitos tipos de atores, incluindo empresas e governo (EDQUIST e JOHNSON, 2005; CARLSSON e JACOBSSON, 2005).

A abordagem proposta por Jackson (2009) se alinha de forma clara com a percepção abordada por Edquist em trabalho mais recente (BORRÁS; EDQUIST, 2014), onde os autores avaliam os impactos de duas institucionalidades: a questão das patentes e a solução de questões ambientais em um sistema de inovação, discutindo a eficiência e efetividade das regulações *vis-à-vis* o processo de redução da incerteza e geração de incentivos para inovação.

Neste estudo, Borrás e Edquist (2014) analisam o papel do regime de DPI, uma institucionalidade formal, a partir da qual avaliam a “natureza dual da regulação”, que tanto pode funcionar como um instrumento de política de inovação importante e até determinante para a dinâmica dos diferentes atores dos sistemas de inovação, como também impactar a definição do arranjo institucional (*framework*) dos mesmos, corroborando o entendimento de outros autores contemporâneos sobre os diferentes graus e situações em que a política de inovação se encontra alinhada com a organização de um sistema de inovação, ao mesmo tempo que tenta responder às expectativas e demandas de seus diferentes atores.

Para estes autores, as institucionalidades são elementos constitutivos cruciais para o entendimento das idiossincrasias de cada sistema de inovação específico que, por sua vez, é formado por um conjunto de interações complexas e cujas formas de organização das atividades podem ser únicas e específicas para cada sistema ou país. Complementam esta análise avaliando o processo de inovação como um fenômeno social, uma vez em que seus impactos ocorrem não somente baseados em questões racionais e tecnológicas. Desta forma, seria possível avaliar se o desenho da política de inovação contempla outras variáveis além dos instrumentos de regulação *per se*, mas também contribui para a redução de incertezas, gestão de conflitos e cooperação, além de promover incentivos ao sistema como um todo (BORRÁS e EDQUIST, 2014).

Uma outra abordagem, complementar às questões avaliadas acima é apresentada por Felipe e Filho (2017) destacando o aspecto cognitivo das institucionalidades, avaliando a importância e impactos da configuração e relação institucional na forma com que os agentes econômicos cooperam e interagem. A existência e natureza das institucionalidades de cada sistema impactam a capacidade de aprendizado, cooperação e interação entre os mesmos, além de afetarem o estabelecimento de valores como confiança e estabilidade das relações ao longo do tempo. Enfatizam ainda que, mesmo nos períodos de mudança de paradigmas tecnológicos que exigem a adequação, ou mesmo criação de novos requerimentos institucionais, as institucionalidades conferem um mínimo de estabilidade aos sistemas econômicos e de inovação (FELIPE e FILHO, 2017).

No entendimento desta autora, esta visão resgata a abordagem conceitual proposta por Esman (1962); Bohla (1972) e outros autores que compartilham da abordagem social quando avaliam a dinâmica dos sistemas de inovação.

Como podemos constatar as diferentes abordagens apresentadas anteriormente reforçam a análise de que o conceito de institucionalidades pode assumir perspectivas distintas - econômicas e sociais - relacionadas ao desenvolvimento tecnológico e ao processo de inovação, em função de sua complexidade.

O Quadro 10 apresenta uma síntese com as principais contribuições para o conceito de Institucionalidades e suas interfaces com os sistemas de inovação.

#### **Quadro 10: Síntese das principais contribuições para o conceito de “Institucionalidades”**

<b>Abordagem/conceito</b>	<b>Principais contribuições e interface com sistemas de inovação</b>	<b>Autor</b>
Abordagem social - conjunto de hábitos de pensamentos, crenças e normas comuns ao gênero humano.	Não estabelece conexão direta com o tema inovação.	<b>Veblen (1919)</b>
Abordagem social e sistêmica - condições de suporte ao processo de inovação como valores, normas, processos e estruturas.	Inovações devem ser vistas como “experimentos”; “inovações tecnológicas” devem ser adaptadas às realidades e condições locais (país, regiões, setores).	<b>Esman (1962); Bohla (1976)</b>
Abordagem econômica - o autor não apresenta uma definição precisa para “instituições”.	Não estabelece conexão direta com sistemas de inovação.	<b>Willianson (1985)</b>
Abordagem econômica - poderosas ferramentas para diminuir os custos de transação, definidos pelo autor como obstáculos que previnem o bem estar econômico e social das sociedades.	Destaca o mercado como o instituto mais fundamental das economias modernas ocidentais.	<b>North (1990)</b>
Não há definição do conceito.	Indica que a dimensão tecnológica é mais difícil do que a institucional.	<b>Nelson (1993)</b>
Abordagem social e sistêmica - estruturas normativas que promovem padrões estáveis de interações/transações sociais necessárias para o desempenho de funções sociais vitais.	São elementos que podem influenciar a geração, desenvolvimento, transferência e utilização de tecnologias.	<b>Carlsson e Stankiewicz (1995)</b>
Abordagem social e setorial contemplando normas, rotinas, hábitos comuns, práticas estabelecidas, regras, leis e padrões que moldam a cognição e a ação dos agentes, podendo variar entre aquelas	Sistemas setoriais e identificação de institucionalidades formais (estabelecimento de contratos; leis de patentes ou regulamentações específicas) e informais (redes setoriais e institucionais,	<b>Malerba (2002)</b>

que impõem padrões ou promovem conexões entre os diferentes agentes de um sistema.	convenções, valores).	
Abordagem sistêmica: conjunto de elementos institucionais em 07 blocos principais: questões políticas-democráticas; questões burocráticas e o judiciário; governança empresarial; instituições financeiras; regime de DPI; instituições públicas de financiamento; e; agenda de bem-estar social.	Importantes na promoção do “ <i>catch-up</i> ” tecnológico dos países.	<b>Chang (2004)</b>
Abordagem social e sistêmica - constituem as leis, regras sociais, normas culturais, rotinas, hábitos, padrões técnicos, entre outros.	Permite a análise de ambientes complexos, sistêmicos; contempla fatores econômicos, organizacionais, sociais e políticos que afetam a atuação dos diferentes atores e agentes institucionais.	<b>Edquist e Johnson (2005)</b>
Abordagem social e sistêmica: conjunto de sistemas e regras que são observadas pelos diferentes agentes dos sistemas econômicos no processo de interação social.	Não estabelece conexão direta com sistemas de inovação.	<b>Hogdson (2006)</b>
Abordagem social e sistêmica: as instituições são resultado ( <i>outcome</i> ) de uma constelação particular de atores e suas formas de interação. Destaca o papel ambíguo das institucionalidades que podem constranger ou regular o papel dos agentes envolvidos no processo de inovação.	Não estabelece conexão direta e/ou explícita com sistemas de inovação.	<b>Jackson (2009)</b>
Abordagem social e sistêmica: elementos constitutivos dos sistemas de inovação.	Elementos cruciais para o entendimento das idiosincrasias de cada sistema de inovação específico, formado por um conjunto de interações complexas, cujas formas de organização das atividades são únicas e específicas para cada sistema ou país.	<b>Borrás; Edquist (2014)</b>

Fonte: Elaboração própria.

### 3.3 As Institucionalidades e os Sistemas de Inovação - Arcabouço conceitual - teórico

As abordagens conceituais apresentadas pelos diferentes autores na seção anterior corroboram a importância do papel central das institucionalidades nas organizações e nos sistemas de inovação.

Edquist e Johnson (2005) destacam que o conjunto das institucionalidades pode exercer influências, diretas e indiretas, na geração de inovações e dinâmica dos sistemas de inovação, ressaltando que o arranjo (*set-up*) e arcabouço institucional afetam diretamente o

processo de inovação, a natureza das inter-relações entre pessoas/indivíduos, bem como seus hábitos, que contribuem parcialmente para o efeito da cumulatividade do processo de aprendizado; destacam ainda que esta abordagem ainda é pouco tratada na literatura recente.

Assim, para estes autores as institucionalidades (*institutions*) assumem papel dominante no contexto dos sistemas de inovação, abrangendo atores organizacionais (universidades, laboratórios de P&D, instituições de ensino) e normas e regimes sistêmicos como o sistema de patentes, organizações do mercado de trabalho, sistema bancário, agências de governo (fomento e reguladoras), entre outras, corroborando a abordagem sociológica proposta também por outros autores (EDQUIST e JOHNSON, 2005).

Neste contexto, definem as organizações como um tipo específico de institucionalidade, estruturas formais criadas com propósito explícito conscientemente identificados pelo(s) agente(s) que as criou(aram). São atores ou *players* intrínsecos ao processo inovativo e, em função da própria dinâmica dos sistemas de inovação e do processo de desenvolvimento econômico, podem sofrer mudanças e ser reconfiguradas de forma a atender às estratégias de desenvolvimento dos países e as institucionalidades como elementos desenvolvidos de forma espontânea ao longo do tempo, que, de um modo geral, não são criadas para atender a um propósito específico.

Enfatizam ainda a necessidade de distinção entre organizações (atores) e institucionalidades (regras do processo) de forma a evitar equívocos desnecessários e apresentam um conjunto de competências distintas observadas em duas principais categorias de organizações para o processo de inovação: públicas e privadas, sintetizadas no Quadro 11.

#### **Quadro 11: Resumo das principais competências necessárias ao processo de inovação**

<b>Organizações privadas</b>	<b>Organizações públicas</b>
Estruturação de rotinas para a identificação/busca de novos conhecimentos	Atendimento e participação na formulação e implementação de políticas de desenvolvimento tecnológico
Absorção de novos conhecimentos criados em outros locais/organizações (extra firmas)	Interação com as agências reguladoras relacionadas ao seu escopo de atuação
Estímulo e incorporação de novos conhecimentos “inesperados” (não previstos)	Ídem para as organizações de ensino superior, entidades de suporte tecnológico ( <i>training programs</i> ), organizações específicas de pesquisa na indústria
Utilização de novos conhecimentos não esperados/previstos	Interação com organizações e atividades de serviços de extensão

Fonte: Elaboração própria a partir de Edquist e Johnson (2005).

### **3.4 O papel das institucionalidades (*institutions*) e as dimensões dos sistemas setoriais e tecnológicos nos sistemas de inovação**

Na seção anterior, apresentamos uma revisão dos principais conceitos de sistema de inovação e institucionalidades encontrados na literatura. Ainda que possamos identificar o tema inovação desde o modelo proposto por Esman (1962), o desempenho dos sistemas de inovação dos países tem sido, de uma maneira geral, avaliado a partir de indicadores quantitativos e qualitativos, sendo estes em menor quantidade, muitas vezes sem abordar questões institucionais, sistêmicas ou estruturais.

De forma a complementar o arcabouço conceitual utilizado na presente tese, abordaremos a seguir duas outras dimensões que serão observadas nos estudos de caso: os sistemas setoriais de inovação e os sistemas tecnológicos.

#### **3.4.1 Sistemas setoriais de inovação**

Conforme apresentado no Quadro 8 os sistemas de inovação podem ser avaliados sob diferentes perspectivas – sistemas nacionais, locais, regionais, setoriais e tecnológicos.

Em função das características dos estudos de caso abordados na presente tese, uma das dimensões importantes para avaliação das institucionalidades identificados nos dois casos de sucesso é o referencial proposto por Malerba (2002) quanto aos sistemas setoriais de inovação.

O autor aborda a visão multidimensional, integrada e dinâmica dos processos de inovação, a partir de três dimensões principais (*building blocks*) que afetam a geração, a adoção de novas tecnologias e a organização da inovação e produção no nível setorial, quais sejam: 1) conhecimento; 2) atores institucionais e as redes de relacionamento; e, 3) instituições.

Registra também que a dinâmica dos sistemas setoriais tem como principais elementos: a base de conhecimento, a existência de tecnologias, insumos e demandas.

Na visão desta autora a abordagem proposta por Malerba (2002) se alinha com os elementos apontados por Edquist e Johnson (2005), especialmente no que se refere a variáveis importantes e intrínsecas aos sistemas de inovação, como interação, demanda e dimensões ou níveis (nacional, local, setorial) onde o processo de inovação é observado.

Ao contemplar a dimensão das institucionalidades no contexto dos sistemas setoriais de inovação, Malerba (2002) destaca que os agentes (indivíduos e organizações) interagem

por meio de processos de comunicação, intercâmbio, cooperação, concorrência e comando, e suas interações são moldadas por instituições.

O autor registra ainda que um sistema setorial passa por processos de mudança e transformação por meio da co-evolução de seus vários elementos.

Para Malerba (2002) as principais vantagens de se considerar uma visão sistêmica de um determinado sistema são: a compreensão da estrutura setorial e a identificação dos limites e transformação de seus agentes e suas interações.

Adicionalmente, o autor aponta que o conceito de sistemas setoriais pode ser uma ferramenta útil para diferentes abordagens de análise, tais como:

- a) a análise descritiva das diferenças e semelhanças na estrutura, organização e limites dos setores;
- b) a identificação das características e diferenças existentes na dinâmica e transformação de setores e da organização do trabalho;
- c) a identificação dos fatores que afetam a inovação, desempenho e competitividade internacional de firmas e países nos diferentes setores; e,
- d) a avaliação do desenvolvimento de políticas públicas.

No que se refere, mais especificamente, à questão das institucionalidades o autor apresenta abordagem conceitual semelhante aos autores citados anteriormente, qual seja:

Instituições – incluem normas, rotinas, hábitos comuns, práticas estabelecidas, regras, leis e padrões que moldam a cognição e a ação dos agentes; podem variar entre aquelas que impõem padrões ou promovem conexões entre os diferentes agentes de um sistema, como, por exemplo o estabelecimento de contratos; mecanismos informais (redes setoriais e institucionais, convenções, valores) ou formais (leis de patentes ou regulamentações específicas). Além de um conjunto de instituições nacionais (como o sistema de patentes), enquanto outros são específicos de sistemas setoriais, tais como mercados de trabalho setoriais ou instituições financeiras específicas do setor (MALERBA, 2002, p. 257).

No que se refere à importância da inter-relação entre instituições nacionais e os sistemas setoriais de inovação o autor enfatiza que uma mesma instituição pode contar com diferentes tipos de recursos e ter uma atuação que extrapola o mercado local, contribuindo assim, tanto para o atingimento de resultados de um mesmo sistema setorial x setores específicos como para a promoção de “desencontros” entre instituições nacionais e setoriais.

Assumindo que a relação entre instituições nacionais e os sistemas setoriais nem sempre acontece de forma unidirecional, Malerba também corrobora o caráter dual das institucionalidades, como abordado por Edquist e Johnson (2005) e Jackson (2009), avaliando os efeitos de institucionalidades verificadas em um país ou região sobre as variáveis setoriais.

Neste aspecto observa que, em alguns casos, os sistemas setoriais podem se tornar predominantes em relação às questões e políticas nacionais, em função de um arcabouço institucional que favorece determinados tipos de setores em relação a outros, fazendo com que as institucionalidades nacionais contribuam para uma maior restrição do desenvolvimento tecnológico ou da inovação (MALERBA, 2002).

Ainda que não adote o termo “institucionalidade”, Malerba (2002) apresenta uma contribuição importante sobre o assunto identificando, a partir da análise das dinâmicas dos sistemas setoriais - farmacêutico e saúde, indústria química, *software* e bens de capital - um conjunto de elementos críticos para os diferentes setores.

Para os setores farmacêutico e saúde, identifica como fator crítico as questões voltadas às atividades de regulação, uma vez que todo e qualquer produto ou processo depende de aprovação de órgãos e agentes reguladores, seja nas fases de testes ou nas etapas de comercialização de novos medicamentos e drogas. Neste contexto, a regulação afeta a direção da mudança técnica podendo, em alguns casos, eventualmente impedir ou retardar o processo de inovação. Outros componentes críticos para o setor são: o arranjo institucional, a governança corporativa dos agentes da indústria que estão diretamente relacionados ao país de origem das firmas e o sistema de patentes, uma vez que o regime de PI adotado pelas firmas afeta a expectativa de retorno dos investimentos realizados pelas mesmas (MALERBA, 2002).

Assim como no setor de saúde, a questão relacionada a patentes é extremamente importante para a indústria química, especialmente para as empresas de pequeno e médio portes. A definição da estratégia mais adequada relacionada aos DPI pode ser crítica para o estabelecimento das bases para uma divisão de trabalho entre fornecedores de tecnologia e usuários, permitindo o desenvolvimento de mercados para tecnologia. Segundo o autor, nos Estados Unidos esse padrão é evidente, pois existe a preocupação de definir tal estratégia logo que possível, muitas vezes já nas fases de pesquisa básica e aplicada (MALERBA, 2002).

Na indústria de *software*, os DPI são elementos importantes para o fortalecimento e/ou identificação das estratégias de apropriabilidade, nas últimas décadas afetadas pelo surgimento do movimento de código aberto. Na existência de redes de colaboração e em situações de consórcios de países e indústrias o atendimento a especificações técnicas também se configura como um importante mecanismo, podendo contribuir para o maior equilíbrio das relações entre os diferentes atores institucionais. O autor destaca ainda a função

desempenhada pelas redes de usuários, devido ao alto nível de concorrência da dinâmica tecnológica do próprio setor (MALERBA, 2002).

Na visão do autor, no segmento de bens de capital, máquinas e equipamentos, os elementos críticos se referem aos mercados de trabalho (internos e externos), regras e comportamento dos atores institucionais e financeiros. Malerba (2002) cita exemplos com diferentes bases institucionais: no Reino Unido e nos EUA os apoios formais e informais são mais brandos do que aqueles encontrados no Japão; na Alemanha e Itália, identifica a importância dos padrões de relacionamento entre sistemas financeiros regionais em função de fatores como confiança e proximidade, além do número expressivo de empresas familiares. O caso da Alemanha apresenta ainda um diferencial importante em relação à formação profissional que estimulou o desenvolvimento de habilidades técnicas para a indústria.

De forma a complementar a abordagem dos sistemas setoriais, a literatura apresenta ainda diversos trabalhos sobre sistemas tecnológicos e suas dinâmicas específicas como elementos críticos para o desenvolvimento dos setores.

### **3.4.2 Sistemas tecnológicos**

Uma terceira dimensão conceitual completa o conjunto de macro-variáveis para o estudo proposto, qual seja: os sistemas tecnológicos.

Carlsson e Jacobsson (1995) avaliam o papel das políticas públicas como instrumentos que permitem melhorar a competitividade das empresas e estimular o crescimento econômico dos países, e definem sistemas tecnológicos como “rede ou redes de agentes institucionais que interagem em função de uma ou mais áreas tecnológicas específicas e a respectiva infraestrutura e arranjo institucional para a geração, difusão e utilização de cada tecnologia”, enfatizando que estes sistemas são definidos em termos do fluxo de competências e conhecimento em função da dinâmica de conhecimento e das redes de competências, mais do que em função dos fluxos de bens e serviços propriamente ditos. Ainda que as redes possam ter dimensão internacional, se percebe que, em determinados casos, apresentam fortes dimensões locais e regionais.

No âmbito desta análise destacam como elementos principais: a estrutura produtiva, a base tecnológica e o arranjo institucional que permitem e dão suporte às oportunidades tecnológicas.

Para estes autores, o conceito de sistemas tecnológicos abrange três componentes centrais: competência econômica, as redes de cooperação e existência de *clusters* e as instituições.

De forma complementar, os autores destacam outra variável referente à dimensão geográfica/espacial enfatizando que o fato das firmas atuarem como âncoras dos processos de desenvolvimento tecnológico em determinados sistemas e setores não implica em dizer que os processos de inovação estejam restritos às dimensões de fronteiras dos países ou mesmo de regiões ou continentes, como podemos observar nos estudos de caso analisados na presente tese (CARLSSON e JACOBSSON,1995).

Resgatando a percepção de que o processo de aprendizado e transferência de tecnologias é diretamente afetado pelo arranjo institucional, os autores enfatizam a importância das redes de cooperação e parcerias nos processos de transferência de tecnologias e de compartilhamento de conhecimento tácito no processo de dinâmica tecnológica.

No nosso entendimento, as questões abordadas acima enfatizando a importância das institucionalidades como fatores essenciais para o desenvolvimento tecnológico que afetam diretamente a capacidade inovativa das organizações, corroboram a nossa percepção de que as políticas públicas, uma categoria de institucionalidade importante no contexto dos sistemas de inovação, como muitas vezes formuladas no Brasil, não dão conta desse universo de forma mais ampla e reforçam a análise de que o tema pode assumir perspectivas distintas, econômicas e sociais, relacionadas ao desenvolvimento tecnológico e ao processo de inovação.

Ao avaliar os contextos econômicos e o do comércio de tecnologias entre os países, constata-se que, nas últimas décadas, a dinâmica de inovação das firmas e das organizações está cada vez mais globalizada. Ainda que se perceba que, em muitos casos, os arranjos dos sistemas setoriais possam ser considerados como elementos críticos para o processo de inovação, o que se observa na prática é que a existência de parcerias entre empresas e cadeias de fornecedores locais e de diferentes países, a partir das estratégias de inovação de cada organização, tem desempenhado um papel central na trajetória das empresas, um dos principais fenômenos observados nos casos de sucesso estudados que serão abordados nos capítulos 3 e 4 do presente estudo.

Conforme destacado anteriormente, a base conceitual formulada para a análise dos estudos de caso, apresentada no Quadro 12, foi definida a partir da revisão de literatura para os conceitos de Institucionalidades e Sistemas de inovação, com destaque para as contribuições de Esman (1962) e Edquist e Johnson (2005) e, de forma complementar das

dimensões setoriais e tecnológicas, respectivamente, a partir dos estudos de Malerba (2002) e Carlson e Jacobsson (1995), contemplando também o papel das redes de agentes institucionais para as atividades de geração, difusão e utilização de tecnologias e inovação.

### Quadro 12: Síntese do arcabouço teórico conceitual para Institucionalidades

Referencial conceitual teórico	Autor
Abordagem <b>social e sistêmica</b> ( <i>Institutional Building</i> ), contemplando <b>as condições e atividades de suporte ao processo de inovação</b> como valores, normas, processos e mecanismos de interação entre os agentes.	Esman (1962)
Abordagem <b>social e sistêmica</b> abrangendo as leis, regras sociais, normas culturais, rotinas, hábitos, padrões técnicos; contempla fatores econômicos, organizacionais, sociais e políticos que afetam a atuação dos diferentes atores e agentes institucionais.	Edquist e Johnson (2005)
Abordagem focada em <b>sistemas tecnológicos</b> : estruturas normativas que promovem padrões estáveis de interações e transações sociais necessárias para o desempenho de funções sociais vitais que podem influenciar a geração, desenvolvimento, transferência e utilização de tecnologias.	Carlsson e Jacobsson (1995)
Abordagem focada em <b>sistemas setoriais</b> , contemplando normas, rotinas, hábitos comuns, práticas, regras, leis e padrões que moldam a cognição e a ação dos agentes, podendo variar entre aquelas que impõem padrões ou promovem conexões entre os diferentes agentes de um sistema. Exemplos: mecanismos informais (redes setoriais e institucionais, convenções, valores) ou formais (estabelecimento de contratos; leis de patentes ou regulamentações específicas).	Malerba (2002)

Fonte: Elaboração própria.

## **4 AS PRINCIPAIS INSTITUCIONALIDADES DOS ESTUDOS DE CASO: EMBRAER E PETROBRAS**

No capítulo 3 apresentamos um histórico, ainda que parcial, sobre o referencial teórico-conceitual sobre sistemas de inovação e institucionalidades, estabelecendo conexões entre os dois temas, especialmente a partir das contribuições de Edquist e Johnson (2005).

Conforme abordado pelos autores, o processo de inovação é caracterizado pela existência de uma dinâmica sistêmica e complexa, envolvendo a relação entre diversos agentes institucionais e componentes de um sistema de inovação, sejam formais: empresas, instituições de pesquisa, governo; ou, informais: redes de colaboração, parcerias público-privada e com cadeia de fornecedores, inserção em sistemas de setoriais de inovação, dentre outros.

De forma a compor uma base mais ampliada para a análise das institucionalidades dos casos de sucesso brasileiros apresentaremos no início deste capítulo uma breve descrição sobre a trajetória do sistema brasileiro de inovação, destacando as principais características e institucionalidades deste sistema.

Assim, registramos que este capítulo está estruturado em 3 seções principais:

- 3.1. Principais características e breve histórico da constituição do Sistema de inovação do Brasil;
- 3.2. Institucionalidades do estudo de caso da Embraer;
- 3.3. Institucionalidades do estudo de caso da Petrobras.

### **4.1 Principais características e breve histórico do sistema de inovação no Brasil**

Como abordado anteriormente a relevância da contribuição científica do Brasil é reconhecida internacionalmente, muito em função do resultado dos esforços realizados em ciência e tecnologia (C&T) ao longo de mais de cinco décadas, que contribuíram para alguns casos de sucesso, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a Embraer S.A, a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), a Petrobras S.A., a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e a Vale (antiga Companhia Vale do Rio Doce), dentre outros exemplos.

Para melhor caracterizar a trajetória do sistema de inovação apresentaremos a seguir um breve histórico e as principais características que podem explicar o seu grau intermediário de consolidação.

A estruturação do sistema de inovação do Brasil pode ser descrita em 3 fases históricas principais (Suzigan e Albuquerque, 2011; Mazzucatto e Penna, 2016; Pacheco, 2018):

1. A primeira fase, compreendeu o período entre a metade da década de 1950 até o final da década de 1960, quando foram criadas as principais instituições e agências de governo voltadas para CT&I, com destaque para a criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) em 1951, do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico (BNDE) em 1952 (depois BNDES), da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) em 1962, da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP (1967) e do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) em 1969, principal fonte de recursos financeiros do sistema nacional de CT&I;
2. A segunda fase, abrange o período do final da década de 1970 até o final da década de 1990. Nesta fase, destacamos a publicação de Planos Nacionais de Desenvolvimento, mais especificamente os Planos Básicos de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PBDCT) cujas metas e estratégias foram definidas nos Planos Nacionais de Desenvolvimento (PND), em particular o II PBDCT, cujo objetivo principal era transformar ciência e tecnologia em força motora do processo de desenvolvimento e modernização do país. no período Entre as décadas de 1960 e 1980 as políticas públicas de CT&I deram ênfase a: investimentos na formação de recursos humanos e criação de universidades nas décadas de 60 e 70; o estabelecimento de centros de P&D em empresas estatais; a criação de instituições de pesquisa especializados, como o Centro Tecnológico de Aeronáutica (CTA), que deu origem à Embraer; a Fiocruz no setor de saúde; a Embrapa no setor de agropecuária. Um evento importante na década de 1980 foi a criação do MCT em 1985 (mais tarde MCTI e MCTIC).
3. A terceira fase, iniciada no final dos anos 90 foi marcada, principalmente, pela criação de um novo modelo de financiamento, a partir da instituição dos Fundos Setoriais, iniciado em 1999. No que se refere ao arranjo institucional, nos anos 2000 foram criadas importantes instituições federais como o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), em 2001 e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) em 2004, além da estruturação de várias Fundações de Amparo à Pesquisa (FAP), em unidades da federação brasileira, complementado a base principal do arcabouço institucional do sistema de C&T do país. (MAZZUCATO e PENNA, 2016). O início da década de 2000 é

também o período de retomada das políticas industriais no Brasil, da elaboração de Planos de governo para CT&I, que coincide com um período de oferta ampliada de recursos financeiros para todo o sistema de inovação, resultado da situação econômica estável do país, da existência de novas e crescentes fontes de recursos provenientes dos referidos Fundos e da publicação do marco legal de inovação, promulgado em 2004.

Durante as décadas de 1990 e 2000 as ações do então MCTIC contribuíram de forma significativa para a estruturação dos sistemas estaduais de inovação, por meio de parcerias com agentes governamentais e privados das unidades da federação.

A coordenação do sistema brasileiro de inovação é feita atualmente pelo Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), identificado como o agente principal da política de CT&I do país, e, até o momento, responsável pela formulação dos planos de governo, definição de prioridades, pela gestão e acompanhamento das principais ações e programas e da aplicação das fontes de recursos para a agenda de inovação.

Paralelamente ao processo de consolidação das ações para inovação no país coordenadas pelo MCTI, acompanhamos também a atuação expressiva do BNDES, nesse mesmo período, a partir da implementação de programas setoriais e iniciativas de apoio financeiro a MPEs e *start-ups*, principalmente a partir dos anos 2000.

Dentre as iniciativas deste período destacamos também a (re)formulação da política de incentivos fiscais para P&D com a promulgação da Lei do Bem (Lei 11.196/05) para empresas de médio e grande portes; o estabelecimento de políticas de conteúdo local; a constituição de agências reguladoras setoriais com normativos que definem cláusulas de investimento compulsórios em P&D, especialmente para os setores elétrico e de óleo e gás; ações de apoio ao empreendedorismo e programas de capacitação de recursos humanos em outros países – Programa Ciência sem fronteiras - interrompido em 2018.

Vários estudos recentes abordam a estruturação da configuração e trajetória do sistema de inovação do país, suas características e pontos críticos, com destaque para os trabalhos de Mazzoleni e Nelson (2007); Suzigan e Albuquerque (2011); Cavalcante (2013); De Negri e Cavalcante (2013); Gonçalves e Cavalheiro (2015); Mazzucatto e Penna (2016); Castro (2016); Szapiro et al. (2016); e, Pacheco (2018).

Com base nas contribuições destes autores apresentaremos uma análise sucinta sobre as principais institucionalidades do sistema nacional de inovação.

Mazzoleni e Nelson (2007) discutem o papel das instituições de pesquisa nos processos de *catching up* dos países e de suas interações com empresas e atividades

econômicas em geral nos casos bem-sucedidos (Japão, Coreia do Sul e Taiwan), enfatizando, no caso brasileiro, duas importantes experiências específicas bem sucedidas: a agricultura, em torno da Embrapa e a indústria aeronáutica, com a Embraer.

As principais causas históricas que contribuíram para a configuração do sistema brasileiro de inovação e seu estágio de maturação, são abordadas por Suzigan e Albuquerque (2011), avaliando este sistema em um nível intermediário de construção.

Para os autores, as principais características desta fase intermediária são: a pouca interação entre as instituições de pesquisa e ensino com o setor produtivo, associado ao fato de as empresas brasileiras investirem pouco em atividades de P&D. Como aspectos positivos destacam o histórico do Brasil em áreas de conhecimento importantes: ciências da saúde, ciências agrárias, mineração, engenharia aeronáutica e geociências.

Considerando a importância da variável tempo para o amadurecimento das relações entre os diferentes atores de um sistema, identificam 5 elementos críticos para esse processo, quais sejam (SUZIGAN; ALBUQUERQUE, 2011, p. 11):

- a) a preparação dos arranjos monetário-financeiros que viabilizam, entre outros elementos, a criação e o funcionamento de universidades/instituições de pesquisa e firmas;
- b) a construção das instituições relevantes (universidades, institutos de pesquisa, empresas e seus laboratórios de P&D);
- c) estabelecimento de mecanismos de interação entre essas duas dimensões – problemas e desafios - que impulsionam pelo menos um dos lados a procurar o outro na tentativa de estabelecer um diálogo;
- d) o desenvolvimento da interação entre as duas dimensões, considerando o processo de aprendizado, tentativas e erros etc.; e,
- e) o processo de consolidação e desenvolvimento dessas interações ao longo do tempo para a construção de relações mutuamente reforçantes (*feedbacks* positivos) entre as duas dimensões.

A partir destes elementos os autores avaliam a evolução do sistema brasileiro de inovação em três “ondas” sucessivas que contribuíram para o estabelecimento da base da “criação institucional” do país:

- A criação das instituições de ensino superior, institutos de pesquisa,
- O estabelecimento de um conjunto de instituições coordenadoras ou gestoras de políticas públicas de C&T e, mais recentemente,
- Das políticas de parcerias público-privadas.

Segundo estes autores, o fato de o processo de estruturação do arcabouço institucional ter ocorrido tardiamente no país contribuiu para o retardamento do processo de inovação nas empresas, e, por consequência para que as empresas brasileiras investissem menos em inovação do que as empresas de outros países. Esses impactos são sentidos até recentemente, considerando ainda uma longa história de políticas de proteção de mercado e de substituição de importação, especialmente na década de 1970 (SUZIGAN; ALBUQUERQUE, 2011).

Nas décadas de 60 e 70 as principais fontes financeiras para a agenda de C&T vinham de dotação orçamentária do governo; no entanto, as crises do petróleo, 1973 e 1979, interromperam esse ciclo com grande impacto na economia do país. As décadas de 80 e 90, atingidas pelos problemas anteriores foram marcadas por alta da inflação (acima de 2 dígitos por mês), aumento da dívida externa, que, entre outros fatores, atingiram a continuidade ou mesmo manutenção das políticas para CT&I.

Este período foi marcado por uma redução expressiva de investimentos em C&T em função do contexto macroeconômico do país, impactando a consolidação dos planos de governo para este segmento, bem como o processo de industrialização do país, onde a continuidade dos principais programas de apoio à pesquisa e instituições de pesquisa só foi possível graças a empréstimos e apoio financeiro internacionais promovidos por organizações multilaterais, com destaque para o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e o Banco Mundial (BIRD), situação revertida somente no início dos anos 2000, com a criação dos já referidos Fundos Setoriais.

A década de 2000 apresentou um novo cenário com a retomada de políticas industriais e de inovação, caracterizada também pela criação de novas políticas de incentivos e formulação de marcos legais para inovação, como a Lei de Inovação (2004) e Lei do Bem (2006), contribuindo para o aumento do movimento de estabelecimento de centros de P&D de empresas multinacionais no Brasil, como por exemplo, GE, Sansung, Boeing, Shlumberger, Haliburton, entre outras. Neste período, o investimento em P&D no país contou com a participação expressiva de empresas multinacionais, ainda que com investimentos relativamente menores em relação aos seus países de origem, como, por exemplo, o setor automotivo, que no início dos anos 2000 respondia por cerca de 25% de investimento em P&D do país (REYNOLDS et al., 2019).

Outra contribuição importante para o debate sobre o papel das institucionalidades nos sistemas de inovação do país é apresentado por Cavalcante (2013). Em seu trabalho sobre os paradoxos das políticas de inovação no Brasil e os principais obstáculos para a consolidação

destas políticas, o autor apresenta o conceito do “consenso difuso” que se contrapõe ao “dissenso confuso” para o caso brasileiro.

Tendo por base o arcabouço conceitual para sistemas de inovação (*broad view*) proposto por Freeman (1987) e Lundvall (1988), apresenta evidências de que os esforços tecnológicos do setor produtivo no Brasil estão associados a fatores estruturais e sistêmicos relacionados a:

- estrutura produtiva existente no país, que, relativamente aos países desenvolvidos, é menos concentrada em setores intensivos em tecnologia;
- forte tendência de aversão ao risco pelo setor empresarial;
- menor exposição das empresas brasileiras à competição externa; e,
- elevada participação de empresas multinacionais em segmentos intensivos em P&D, apesar da manutenção de seus centros de pesquisa nos países de origem.

No que se refere à trajetória do sistema de inovação do Brasil, o autor identifica a influência do modelo linear que resultou na adoção, a partir da década de 1990, de uma série de políticas cujo foco era inovação no setor produtivo, como a promulgação da Lei nº 8.661/1993, que criou o Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (PDTI) e Programa de Desenvolvimento Tecnológico Agropecuário (PDTA) – considerada um marco inicial da ênfase nas políticas públicas com foco na inovação no setor produtivo.

Destaca iniciativas positivas mais recentes como a implementação de programas do governo voltados a atividades de inovação ressaltando a importância da criação dos Fundos Setoriais, da subvenção econômica, entre outras ações, o que contribuiu para o estabelecimento de condições mais estáveis de financiamento público proporcionando maior oferta de recursos financeiros para as atividades de P&D das empresas brasileiras. No entanto, ressalta que, apesar dos avanços obtidos, os esforços tecnológicos do setor produtivo não aumentaram na mesma proporção, o que pode ser comprovado pela análise dos indicadores de inovação, dentre os quais destaca os dados das quatro edições da Pesquisa de Inovação Tecnológica PINTEC<sup>3</sup> (2003, 2005, 2008, 2011) disponíveis à época (CAVALCANTE, 2013).

<sup>3</sup> A Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) trata-se de um estudo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e que objetiva a construção de indicadores com base nos setores do CNAE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas). Cabe destacar que além das pesquisas analisadas pelo autor, também foram publicadas a de 2014 e 2017. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/ciencia-tecnologia-e-inovacao/9141-pesquisa-de-inovacao.html?=&t=publicacoes>. Acesso em 15 maio 2020.

Segundo Cavalcante (2013, p.15), o Brasil apresenta um “dissenso confuso”, quando avalia que a situação sugere “a existência de algum tipo de paradoxo, especialmente se os dados relativos ao Brasil são confrontados com o avanço observado em outros países no mesmo período”, e que mesmo que “as políticas de inovação não sejam capazes de explicar, sozinhas, a trajetória dos indicadores de CT&I no país, é possível identificar alguns obstáculos que não estão na natureza intrínseca dos instrumentos, mas em seu descolamento da estrutura institucional que os operacionaliza”.

Neste contexto, o autor (2013) destaca 4 conjuntos de obstáculos institucionais para a situação do sistema de inovação do país:

- 1) a natureza dos instrumentos financeiros existentes, muitas vezes insuficientes para a dinâmica de inovação;
- 2) a dificuldade no estabelecimento de prioridades para as políticas de inovação do país, a partir de uma racionalidade limitada, formuladas a partir de modelos e prioridades formatados em contextos distintos do brasileiro;
- 3) a pulverização na aplicação dos recursos existentes, consequência também da falta recorrente de estabelecimento de prioridades, dificultando a identificação de resultados mais significativos para o país, e,
- 4) o isomorfismo na formulação de políticas, pois as prioridades das políticas de inovação não deveriam reproduzir prioridades estabelecidas em outros países.

No que se refere à estrutura do modelo institucional Cavalcante (2013) avalia que o arranjo adotado no Brasil não se mostrou aderente à percepção da natureza sistêmica do processo de inovação, fenômeno que, na visão do autor, poderia ser explicado pela persistência da ênfase atribuída à ciência nas políticas de CT&I no Brasil.

Complementa a análise avaliando que, para maior efetividade das políticas de inovação, o esforço deveria ser concentrado no alinhamento da estrutura operacional das políticas propriamente ditas, como um todo, mais do que na natureza intrínseca dos instrumentos de apoio à inovação, tentando desta forma compensar o impacto de um problema recorrente na história recente do país quanto à falta de prioridades, o que incentiva a pulverização de recursos e pouco contribui para avanços mais expressivos na agenda de inovação do país (CAVALCANTE, 2013).

Em uma perspectiva complementar De Negri e Cavalcante (2011) constataram que a relação entre os gastos empresariais em P&D e o PIB brasileiro, que, em 2008, alcançou resultado de 0,53% contra um valor de 0,49% em 2005, ou seja, um crescimento de 0,04 pontos percentuais em três anos, que pode ser considerado como resultado expressivo em

termos da série histórica disponível em relação a investimentos em P&D na economia brasileira, mas se mostram insuficientes para o desempenho do país se comparado aos resultados alcançados em outros países no mesmo período.

Corroborando a avaliação de Suzigan e Albuquerque (2011) sobre a importância da articulação da produção do conhecimento ao desenvolvimento tecnológico, fator-chave do sistema de inovação no Brasil, Mazzucatto e Penna (2016) descrevem os resultados alcançados em três setores importantes para o país - agronegócio, energia e serviços.

Na opinião destes autores tais resultados foram possíveis em função da existência de uma base científica e tecnológica consolidada, do estabelecimento de parcerias estratégicas com fornecedores de equipamentos e insumos e com instituições de pesquisa, mas também pela integração entre os diferentes agentes econômicos, mesmo considerando dinâmicas setoriais distintas.

Por outro lado, no que se refere à estrutura do sistema como um todo Mazzucatto e Penna (2016) destacam como pontos críticos ou deficiências do sistema nacional de inovação as seguintes características: a falta do estabelecimento de uma agenda de longo-prazo; a fragmentação das ações entre os diferentes agentes públicos que apoiam as ações de inovação e o impacto da burocracia, que, muitas vezes dificultam a implementação de processos e a efetividade das políticas públicas.

De forma complementar, Suzigan e Furtado (2010) ao analisarem a configuração do arranjo institucional do sistema nacional de inovação do país avaliam que a experiência brasileira não deveria ser justificada somente pela longa trajetória histórica de práticas de políticas industriais, mas também pelo fato de ter experimentado, no período recente (anos 1980 em diante), frustrações em várias tentativas de implementar políticas industriais e tecnológicas.

Neste contexto, apontam que tais frustrações foram causadas, em grande medida, por problemas relacionados com a organização institucional da área, contemplando um número excessivo de órgãos com capacidade precária na mobilização de recursos, a administração de instrumentos de forma dispersa e pouco articulada, aliados à existência de poucos quadros técnicos com formação adequada para a implementação de uma agenda complexa.

Com esta análise os autores enfatizam a necessidade de revisão do arranjo institucional e das práticas para inovação existentes, estruturados ao longo do período do pós-guerra em que a política industrial buscava internalizar setores sob um regime de forte proteção, subsídios e decisões centralizadas. Para estes autores, a questão central a ser resolvida é a da coordenação (SUZIGAN e FURTADO, 2010).

Gonçalves e Cavalheiro (2015) acompanham as análises abordadas acima quanto à identificação das principais institucionalidades e pontos críticos do sistema brasileiro de inovação, avaliando que a consecução da agenda de inovação do país é impactada pelo alto grau de descontinuidade das políticas públicas (estrutura de financiamento, programática e normativa) e pela falta de *institucionalidades* importantes para o processo de inovação, como a falta de definição de prioridades e estratégias de desenvolvimento de longo prazo que afetam significativamente o atingimento de resultados sistêmicos.

A identificação da complexidade do sistema nacional de inovação do Brasil e a indicação sobre a necessidade de rediscussão do arranjo institucional atual também são abordadas por Castro (2015) e Pacheco (2018).

A partir de uma análise comparativa sobre a estrutura do sistema de inovação de 3 países - Brasil, Argentina e China – Castro (2011) corrobora a importância do arranjo institucional destes sistemas e define a situação do caso brasileiro como complexa, destacando a pouca articulação entre as políticas industriais (quando existentes) e as políticas de CT&I. Na percepção da autora, a agenda de pesquisa parece ser entendida no Brasil como ponto de chegada e não como ponto de partida, diferentemente do que é praticado no sistema de inovação chinês e em outros países (CASTRO, 2011).

Pacheco (2018) apresenta avaliação convergente ressaltando como pontos críticos a falta de continuidade das políticas de inovação e de coordenação entre os principais interlocutores da agenda de CT&I do país, destacando ainda a necessidade de revisão do papel do MCTIC.

Dados mais recentes do Banco Mundial mostram que dentre os países do bloco dos BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) e dos países de renda média (*upper middle income countries*, como Tailândia, Malásia e Turquia), o Brasil, no período de 2014 a 2016, atingiu o percentual de cerca de 1,2 % de investimentos do PIB, apresentando, no entanto, pouco impacto na produtividade (DUTZ, 2018).

As análises dos autores abordadas nesta seção nos permitem identificar fatores e questões históricas que contribuíram para a configuração e o estágio de desenvolvimento do sistema de inovação do Brasil, e corroboram a posição intermediária para inovação identificada para o país.

No que se refere ao processo de implementação de políticas industrial e de inovação, a partir do processo de abertura econômica iniciada na segunda metade da década de 1990, somente no início dos anos 2000 foram retomadas as políticas industriais explícitas para o

país: a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) em 2004; a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) em 2008 e o Plano Brasil Maior (PBM) em 2011.

Ao avaliar o foco e prazos de implementação das políticas industriais mais recentes, entre 2004 e 2011, dois fatores chamam a atenção desta autora:

- A falta de convergência entre as estratégias (?) e definição de prioridades das 3 políticas industriais, associadas ao estabelecimento de metas de curto (!) prazo; e,
- O fato destas políticas terem sido lançadas em um período relativamente curto, cerca de oito anos, sem avaliação mais completa dos resultados atingidos a partir da implementação de cada um dos planos de governo anteriores.

Quanto ao conjunto de prioridades estabelecidas, cabe avaliar a configuração de cada um destes planos mais especificamente:

. A política industrial (PITCE) lançada em 2004, estruturada em 02 eixos principais: um horizontal, abrangendo linhas de ação relacionadas à promoção da inovação e do desenvolvimento tecnológico e um eixo vertical com duas linhas de ação: promoção de setores estratégicos: bens de capital, semicondutores, software e fármacos, e, desenvolvimento dos “setores portadores do futuro”: biomassa, nano e biotecnologia, totalizando 11 programas e 57 (!) medidas, tendo a inovação como um dos vetores estratégicos;

. A PDP, lançada em 2008, teve o escopo ampliado em relação ao plano anterior, publicada menos de 4 anos antes, contemplando um conjunto diverso (24!) setores estratégicos e prioridades, definidos em 03 eixos: programas para consolidar e expandir lideranças; programas para fortalecer a competitividade e programas mobilizadores em áreas estratégicas.

. O Plano Brasil Maior (PBM), lançado em 2011, apresentava uma configuração distinta dos dois planos anteriores, contemplando 19 setores e tinha como um dos principais objetivos minimizar a perda de competitividade da indústria brasileira frente ao expressivo crescimento econômico e tecnológico da China. Cabe destacar que dentre as políticas mencionadas, a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) foi o plano de governo que deu maior ênfase à agenda de inovação.

Na visão de Ferraz (2009) a PDP poderia ser considerada como continuidade da PITCE; diferentemente da visão de Almeida (2009) que avalia que a política industrial de 2008 contemplava mais os setores em que a indústria brasileira já era competitiva, ou seja, a indústria real.

Uma análise sobre a configuração das políticas industriais recentes é apresentada por Sicsú (2015). No que se refere ao processo de estabelecimento de políticas industriais destaca que a identificação de setores prioritários deveria ser feita a partir de estudos prospectivos e de avaliação tecnológicas que, por sua vez, demandam competências específicas para serem desenvolvidos, além da necessidade de definição de mecanismos de coordenação, a partir de um ambiente institucional estruturado e organizado, para acompanhamento de sua implementação, e, sempre que necessário corrigir possíveis desvios de rumos.

Adicionalmente, analisa também a necessidade de existência de fatores como: a estruturação de uma nova cultura empresarial; maior grau de interlocução entre indústria e universidades e institutos de pesquisa, “produtores de conhecimento” (p.11); definição de estratégias de longo prazo, no sentido de melhor articular a lógica industrial com a tecnológica para maior efetividade da PITCE e da PDP. Na percepção do autor estas políticas “tem sido mais retóricas do que práticas”, com “inquietações constantes” relacionadas a: a dificuldade de entender se os critérios pelos quais foram identificados os setores industriais levaram em consideração a perspectiva de ganhos de produtividade e competitividade futuros e “o potencial de transbordamento para o resto da economia” (SICSÚ, 2015, p.10).

Conforme abordado por Amsden (2009), a política de inovação pode ser definida como um conjunto integrado de políticas públicas voltadas à promoção da atividade industrial e à criação de competências e capacidades que deem suporte a um conjunto de setores-chave da economia, contemplando a utilização de diversos mecanismos e instrumentos.

Neste sentido, elencamos como principais fragilidades e/ou pontos críticos do sistema e das políticas de inovação do país, as seguintes questões:

- A falta de definição de prioridades estratégicas para o país e a ausência de políticas de longo prazo;
- A existência de políticas públicas erráticas, com orientações estratégicas distintas em curto espaço de tempo associadas ao alto grau de descontinuidade das políticas e investimentos em inovação, com impactos também na implementação de políticas e planos anteriores;
- A falta de integração entre as agendas de desenvolvimento econômico e de inovação, caracterizando, na maior parte das iniciativas recentes, a instituição de políticas públicas de inovação como ações de governo e não de Estado.

Considerando que o processo de inovação é um fenômeno de maturação de longo prazo, cumulativo, podemos avaliar que a falta de continuidade das ações e programas para a agenda de inovação não contribui para o atingimento de resultados expressivos no país,

afetando não só a estabilidade dos sistemas de inovação, nas diversas dimensões, mas também a manutenção e consolidação das redes de colaboração entre os diferentes agentes do sistema, e, por consequência, para um menor número de casos de sucesso em inovação.

Desta maneira, ao avaliar os principais fatos identificados ao longo da trajetória do sistema de inovação do Brasil, consideramos que, os casos de sucesso existentes são, em grande parte, resultado de estratégias e existência de institucionalidades desenvolvidas pelas próprias empresas, ainda que em alguns períodos importantes tenham recebido apoio dos governos, por meio de investimentos e/ou de políticas públicas específicas.

A partir destas reflexões sobre as questões sistêmicas e estruturais do sistema de inovação brasileiro, analisaremos nas próximas seções as principais institucionalidades que permitiram a consolidação de dois casos de sucesso em inovação no Brasil – a Embraer e a Petrobras.

De forma a melhor organizar a apresentação e análise das institucionalidades<sup>4</sup> identificadas na trajetória organizações estudadas, identificaremos ao longo do texto as **institucionalidades organizacionais**, ou seja, aquelas que são realizadas no domínio das organizações e as **institucionalidades sistêmicas** que impactam e/ou dão suporte às atividades de desenvolvimento tecnológico realizadas pelas empresas.

Adicionalmente, ao apresentar as institucionalidades da Embraer e da Petrobras discutiremos a possível interrelação das institucionalidades específicas *vis-à-vis* as principais institucionalidades do sistema brasileiro de inovação, de forma a tentar estabelecer correlações entre a configuração e arranjo institucional de inovação no país e seus impactos na avaliação das institucionalidades dos casos de sucesso selecionados para o presente estudo.

## 4.2 O estudo de caso da Embraer

### 4.2.1 Histórico

A Embraer, originalmente denominada Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A., foi criada em 1969 com o objetivo inicial de viabilizar o projeto do avião Bandeirantes, desenvolvido pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em parceria com o Centro de Tecnologia Aeroespacial (CTA), com propósito de segurança nacional. Se configura, portanto, como uma indústria que se caracteriza pela alta complexidade tecnológica, densa em

<sup>4</sup> Conforme apontado anteriormente, as institucionalidades foram categorizadas como: organizacionais / institucionais; as relativas aos projetos de desenvolvimento tecnológico e às de suporte à inovação.

conhecimento, onde as mudanças tecnológicas são rápidas, constantes, sempre considerando novas soluções - materiais, componentes, técnicas de montagem - que demandam a existência de competências técnica e tecnológica altamente especializadas, com destaque para atividades de desenvolvimento tecnológico como fator chave de competitividade, tanto para maior eficiência dos projetos, como para atendimento às questões de segurança e certificação das aeronaves (MIRANDA, 2007; MARTINEZ, 2007; MONTORO E MIGON, 2009).

No que se refere ao desempenho comercial das empresas é uma indústria de uso intensivo de capital financeiro, onde a busca pela redução de custos, por parcerias e, ou atuação em novos mercados são cruciais para a manutenção das empresas nos diferentes mercados onde atuam, dado que a cadeia produtiva é altamente internacionalizada.

A atuação global e o estreito vínculo com o governo são outras duas características destacadas por diversos autores. Miranda (2007), Martinez (2007) e Ferreira (2009) destacam que a atuação global é fundamental para as empresas do setor, pois, em função dos custos e riscos envolvidos da indústria a atuação das empresas somente em mercados nacionais não permite uma atuação em economia de escala e retorno de investimentos. Sobre a participação do Estado, enfatizam que esta é uma condição observada em diversos países, com destaque para as experiências americanas e europeias. As maiores empresas da indústria aeronáutica mundial, desde sua origem, têm recebido apoio expressivo dos governos dos países, principalmente por meio de encomendas militares, programas de incentivo ao desenvolvimento tecnológico e acesso a tecnologias (MARTINEZ, 2007; FERREIRA, 2009; MONTORO E MIGON, 2009; FONSECA, 2012).

Neste contexto, é importante destacar que o papel do Estado não se limita apenas à decisão de criação da indústria aeronáutica e de defesa somente por questões de soberania, mas porque desempenha também papel relevante na formulação de políticas e incentivos para as empresas do setor, nas atividades de exportação, na coordenação da cadeia produtiva e no estabelecimento de políticas de suporte à indústria, com destaque para a política *de offset* (MARTINEZ, 2007; FERREIRA, 2009).

Segundo Ferreira (2009), as diferentes formas de apoio ao processo de concentração da indústria aeronáutica guardam relação com a maneira em que estão estruturadas as relações “Estado - Empresa” nos diversos países. No Brasil, assim como no Canadá, a indústria

aeronáutica foi estruturada a partir de grandes empresas de origem estatal, cujas políticas públicas têm papel relevante no apoio à expansão internacional dessas empresas<sup>5</sup>.

Ainda que os projetos das aeronaves sejam desenvolvidos pelas empresas, a participação do Estado é fundamental para viabilizar acordos de parcerias com empresas e governos de outros países, onde muitas vezes a anuência dos governos é um fator decisivo para a viabilidade dos projetos, especialmente nos segmentos de defesa e segurança. Esta característica relevante e intrínseca ao setor será explorada ao longo das próximas seções do estudo de caso da empresa.

Outras características importantes do setor são: o tempo de maturação dos projetos, com desenvolvimento em tempo médio entre 4 e 5 anos e o risco financeiro elevado e sem retorno imediato, o que demanda investimentos vultuosos da ordem de centenas de milhões de dólares por projeto e quantias expressivas em capital de giro. Estas características da indústria são ressaltadas de forma frequente na literatura por diferentes autores - Goldstein (2002); Martinez (2007); Miranda (2007); Ferreira (2009); e foram abordadas pelos entrevistados para este estudo.

Em função da dinâmica e intensidade tecnológica do setor, se observa nas últimas décadas um crescimento expressivo dos custos e o aumento de incertezas quanto à utilização de novas tecnologias. Conforme apontado por Ferreira (2009), o tamanho da empresa passa a ser um fator fundamental no processo de inovação, especialmente nesta indústria, em função dos altos custos necessários para o desenvolvimento tecnológico, para a infraestrutura para desenvolvimento de protótipos e testes e para a realização das atividades internas de P&D, além da possibilidade de financiar e fazer a gestão das atividades de pesquisa, dentro e fora da empresa, seja junto às empresas associadas ou aos fornecedores que compõem sua cadeia produtiva.

Além das questões estratégicas, o papel do Estado também se fortaleceu na promoção de atividades voltadas ao desenvolvimento tecnológico, de forma a responder às crescentes demandas do setor em função da própria dinâmica de inovação intrínseca à indústria, contemplando investimentos expressivos em infraestrutura, formação de recursos humanos e

<sup>5</sup> Na China e Rússia, o controle estatal permitiu a reunião das empresas aeronáuticas em grandes *holdings*; nos casos sul-coreano e japonês, o Estado atuou por meio de, respectivamente, Chaebols e Keiretsus, para criar e fortalecer as grandes empresas aeronáuticas. Nos países da Europa Ocidental, a forte presença estatal possibilitou a consolidação das empresas aeronáuticas em níveis nacional e regional, por meio de participações minoritárias e incentivos. Nos EUA, a ação do Estado é exercida por meio das concorrências públicas para o fornecimento de aeronaves militares, e também pelo apoio a operações de fusões e aquisições de empresas, como forma de criar grandes conglomerados aeroespaciais<sup>5</sup> (FERREIRA, M.J.B, 2009).

estruturação de centros de pesquisa, e com isso incentivando assim a constituição e o fortalecimento dos grandes conglomerados aeroespaciais. Algumas ações realizadas na década de 2000 ilustram essa situação: a União Europeia investiu mais de US\$ 11 bilhões em um dos programas de inovações aeronáuticas; os EUA destinaram dezenas de bilhões de dólares para o desenvolvimento dos aviões de caça de quinta geração (FERREIRA, 2009).

Uma outra característica marcante da indústria se refere à importância das parcerias de risco internacionais, entre empresas parceiras e fornecedores, principalmente aquelas que envolvem maior conteúdo tecnológico e que, muitas vezes, demandam acordos entre os diferentes Estados Nacionais. Vários autores destacam esta institucionalidade como crítica. No caso da Embraer identificamos a mesma como uma das três mais importantes para a empresa e que será detalhada adiante.

#### **4.2.2 A indústria aeronáutica no Brasil**

A estruturação do setor de aeronáutica do Brasil remonta ao início da década de 1920, com a instituição do segmento de aviação, ao lado de outras armas tradicionais do exército.

Segundo Forjaz (2005) a modernização do exército brasileiro foi inspirada em doutrinas estrangeiras, em particular pelo modelo francês. A lei que criou a aviação militar previu o controle dessa arma por um oficial-general do Exército. No caso da aviação naval a influência estrangeira dominante foi a norte-americana. Desta forma, a aviação, nesse primeiro momento, estava dividida entre Exército e Marinha, sem nenhuma autonomia administrativa, operacional ou técnica. Somente a partir da década de 1930 esta configuração começou a mudar, com a criação da Companhia Nacional de Navegação Aérea (CNNA), uma das pioneiras na produção nacional de aviões mono e bimotores (FORJAZ, 2005; FERREIRA, 2009; FONSECA, 2012).

Outras iniciativas se seguiram a essas: a instalação da Fábrica do Galeão (1940); a criação da Companhia Aeronáutica Paulista (CAP), em 1942, voltada para a aviação civil; e, a fábrica alemã *Focke Wulf Flugzeugbau Gmb*, parceria que contribuiu para a formação de mão de obra especializada e de absorção de conhecimento de tecnologias estrangeiras. Porém, os fatos decisivos para o setor foram a criação do Ministério da Aeronáutica e da Força Aérea Brasileira (FAB) em 1941, em função no contexto geopolítico e tecnológico estabelecido a partir da Segunda Guerra Mundial. Apesar da influência de doutrinas estrangeiras na primeira fase da base institucional da indústria aeronáutica no Brasil, a solução adotada no país ao juntar todas as aviações em um só ministério não seguiu o modelo adotado pelos EUA, nem os modelos europeus. (FORJAZ, 2005).

Na década de 50 e 60 outras iniciativas merecem destaque: a criação da Sociedade Construtora Aeronáutica Neiva Ltda., que expandiu suas atividades a partir de encomendas governamentais na década de 1960, e que foi adquirida pela Embraer, em 1980, passando a fabricar o avião agrícola Ipanema e aviões leves, sob licença da empresa norte-americana Piper; e, a criação da Sociedade Aerotec, em 1962, responsável pela fabricação de um único modelo de aeronave, o treinador primário A-122 Uirapuru, do qual foram produzidas 130 unidades para as Forças Aéreas Brasileira, Paraguaia e Boliviana. A Aerotec deixou de produzir aviões na década de 1970, tornando-se depois uma das principais fornecedoras da Embraer.

No entanto, conforme discutido na seção anterior, até o final da década de 1950, todas as empresas aeronáuticas criadas no período haviam encerrado suas atividades (FORJAZ, 2005; MARTINEZ, 2007; MIRANDA, 2007; FERREIRA, 2009; FONSECA, 2012; VIEIRA e FISHLOW, 2017).

Além da decisão estratégica do Estado brasileiro em relação à criação da indústria aeronáutica, em função das questões de soberania nacional e integração do território, diversos autores (FORJAZ, 2005; MARTINEZ, 2007; MIRANDA, 2007; FERREIRA, 2009; FONSECA, 2012; VIEIRA e FISHLOW, 2017) destacam que a falta de quadros capacitados e de um ambiente institucional adequado à estruturação da indústria no Brasil foram fatores impeditivos para o êxito de iniciativas anteriores à criação da empresa. Estes aspectos também foram apontados pelos entrevistados para o estudo de caso, corroborando os registros da literatura e serão tratados ainda nesta seção.

As experiências anteriores à criação da Embraer foram importantes para estabelecer novas condições estruturais para a indústria no país, e reforçam que as iniciativas das décadas de 30 e 40 não foram consolidadas em função de vários fatores: pela falta de maturidade do setor e pela ausência de política explícita para o setor; em função das limitações do mercado interno; pelo alto grau de dependência da demanda governamental; pelo restrito desenvolvimento científico e tecnológico até meados da década de 1950; aliados à intensa competição da indústria aeronáutica dos países desenvolvidos; à inexistência de infraestrutura adequada; à precariedade do parque metalmeccânico nacional; e à limitada capacidade financeira dos empresários brasileiros, entre outros fatores (FORJAZ, 2005; MIRANDA, 2007; FERREIRA, 2009).

De forma complementar, Ferreira (2009) analisa as principais razões para o fracasso de tentativas de implantação e consolidação da indústria aeronáutica brasileira, entre as décadas de 30 e 60.

Corroborando a análise apresentada por Forjaz (2005) quanto à baixa capacitação tecnológica, Ferreira (2009) registra que a maioria das aeronaves produzidas no Brasil tinha como origem a licença de projetos de empresas estrangeiras ou a adaptação dos projetos importados. As poucas exceções foram as aeronaves desenvolvidas no país, mas projetadas por engenheiros estrangeiros e atividades de pesquisas experimentais realizadas pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) referentes ao desenvolvimento de modelos de aeronaves e de adaptação de alguns projetos estrangeiros.

Além desses fatores, Ferreira (2009) destaca outras questões relacionadas à configuração do setor, enfatizando:

- a falta de definição de um modelo único para a estruturação da indústria aeronáutica brasileira, com sobreposição de diferentes iniciativas, o que contribuiu para que a demanda, na grande maioria pública, fosse pulverizada entre as diversas empresas existentes (iniciativas desconexas)<sup>6</sup>, dificultando que a realização de atividades ocorresse em economia de escala e, desta forma, não permitindo o retorno financeiro como esperado, condições necessárias para o processo de consolidação do setor.
- a elevada verticalização da indústria - as iniciativas públicas e privadas, particularmente dos anos 30 e 40, visavam à construção de toda a cadeia produtiva da indústria aeronáutica, i.e., contemplavam o desenvolvimento de todos os componentes, incluindo motores, que deveriam ser fabricados no Brasil, com o maior número de etapas sendo realizadas dentro da própria firma, o que não foi possível em função da precária estrutura industrial que existia no país.
- o grau de descontinuidade - a interrupção dos projetos aeronáuticos estratégicos, em função tanto de mudanças políticas, no país e no âmbito do comando do setor aeronáutico, quanto econômicas não contribuíram para a estruturação das bases mínimas da indústria no país<sup>7</sup>.

Alguns exemplos são: o N-621 Universal, projeto desenvolvido pelo engenheiro húngaro Joseph Kovacs, radicado no Brasil, que havia trabalhado no IPT e, posteriormente, se juntou ao grupo de projetistas da Embraer, com a produção de 140 unidades para a FAB, das quais 6 foram exportadas para o Exército Chileno e a Aerotec, empresa criada por engenheiro formado pelo ITA e que encerrou suas atividades em meados da década de 1970 (FERREIRA, M.J.B., 2009).

<sup>7</sup> No governo Dutra a orientação era importar os modelos de aeronaves do exterior e não avançar no processo de industrialização do país; poucos anos depois, no fim do segundo Governo Vargas, a proposta de implantação da indústria aeronáutica deixou de ser prioridade, passando a segundo plano (FORJAZ, 2005).

- a falta de apoio dos EUA para o desenvolvimento da indústria aeronáutica em outras nações – fosse por motivos estratégicos e interesse em desenvolver indústria bélica de alta tecnologia daquele país, ou por motivos econômicos, atuavam para evitar o surgimento de novos concorrentes e para frear o avanço do modelo comunista. Neste contexto, o apoio do governo americano se restringia ao licenciamento para produção local de aeronaves militares; adicionalmente a ocorrência da Segunda Guerra funcionou como instrumento de desestímulo para a produção local, pois as aeronaves eram praticamente doadas aos países aliados, incluindo o Brasil (FERREIRA, 2009).

### **4.2.3 A criação do ITA e do CTA**

A constituição da indústria nacional também considerou a importância do domínio da tecnologia pelos agentes institucionais locais, e com isso a necessidade de formação de recursos humanos especializados, que fossem capazes não só de absorver o conhecimento tecnológico desenvolvido em outros países, mas também desenvolver soluções que atendessem às demandas do país. Na época, a economia do Brasil era predominantemente agrícola e dependia muito dos produtos industrializados vindos do exterior. Em função deste quadro e do reconhecimento de que a estruturação de uma indústria forte dependeria da existência de capacidade tecnológica interna, foi definido pelo governo que a criação de uma escola de engenharia aeronáutica e de um centro de pesquisa sobre tecnologia aeronáutica se constituiriam como base importante para o processo de estabelecimento do setor (FORJAZ, 2005).

Com a criação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em 1950, teve início o processo de formação de engenheiros aeronáuticos altamente qualificados em diversas áreas do conhecimento, fundamentais para o funcionamento da indústria no país. Paralelamente, houve a criação do Centro de Tecnologia Aeroespacial (CTA), em 1954, permitindo que o país pudesse adquirir tecnologias desenvolvidas no exterior, acelerando o desenvolvimento da indústria local (FORJAZ, 2005).

A importância das duas instituições - ITA e CTA, para a estruturação da base da indústria aeronáutica do país é destacada por diversos autores. Além disso, enfatizam o apoio do Estado brasileiro no estímulo na formação de parcerias com instituições e gestores de outros países, com destaque para os EUA, por conta do acordo de cooperação estabelecido

entre o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) dos Estados Unidos<sup>8</sup> e o Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IPD), outro braço do CTA voltado a projetos de desenvolvimento tecnológico (FORJAZ, 2005; GOLDSTEIN, 2002; MIRANDA, 2007; FERREIRA, 2009).

Isto demonstra que além da vontade política do Estado, a estruturação da base do arranjo institucional e das ações voltadas à capacitação especializada foi fruto de parcerias com instituições e especialistas de outros países, iniciativas que contribuíram de forma significativa para a configuração de uma base institucional mais sustentável a médio e longo prazos. A partir daí, se observa uma intensificação das ações do governo para financiar a capacitação de engenheiros brasileiros no exterior, com destaque para as universidades americanas, mostrando a importância estratégica de criar quadros competentes para reduzir a carência de conhecimento científico do país (FORJAZ, 2005; MIRANDA, 2007).

Para Miranda (2007), o apoio do Estado via CTA foi um “divisor de águas na história” e um elemento chave para a indústria aeronáutica brasileira, constatando a intenção do Estado em viabilizar o surgimento e manutenção de massa crítica de cientistas dedicados ao desenvolvimento e absorção de tecnologia (MIRANDA, 2007, p. 39).

A importância das parcerias com o MIT e a vinda de engenheiros de outros países foram destacadas pelos entrevistados (E-1 e E-2) como questões relevantes para a constituição do CTA e do projeto Bandeirantes, reconhecendo a percepção do Estado na promoção de capacitação de recursos humanos, assim como da importância de lideranças como a do Brigadeiro Montenegro, mentor da criação do ITA.

Para os entrevistados (E-1 e E-2) o processo iniciado a partir da criação do ITA e do CTA foi fundamental para a formação de quadros técnicos, pesquisadores, engenheiros altamente especializados que permitiram que a Embraer, desde sua criação, pudesse responder aos crescentes desafios tecnológicos do setor<sup>9</sup>.

A existência de ações de capacitação tecnológica no país se constituiu como institucionalidade chave e crítica para a Embraer permitindo o estabelecimento de parcerias

<sup>8</sup> Esta ação, coordenada pelo pesquisador americano Richard Smith, professor do MIT, que veio a ser o primeiro reitor do ITA, foi fundamental para a criação do projeto do CTA. Além do apoio de pesquisadores americanos, o processo de implementação do CTA também contou com a participação de pesquisadores e engenheiros de outros países, com destaque para a presença do engenheiro alemão Henrich Focke, acompanhado de uma equipe de 20 técnicos, e que foram responsáveis pelo primeiro projeto de avião desenvolvido no CTA; entre outros (FORJAZ, 2005).

<sup>9</sup> Cabe destacar que há mais de 20 anos a Embraer investe e apoia o curso de mestrado profissionalizante do ITA, iniciativa que contribuiu para a formação de mais de 1.500 engenheiros, em sua grande maioria contratados pela empresa.

com empresas do setor e fornecedores – nacionais e estrangeiros – fundamentais para o desenvolvimento de soluções tecnológicas para os diversos segmentos de atuação da empresa.

Outro elemento destacado pelos entrevistados (E-1 e E-2) como positivo para o início da implementação do setor aeronáutico no Brasil e condição favorável à decisão de criação da Embraer, corroborado pelos registros da literatura, diz respeito ao papel da existência do parque automobilístico, conforme registrado a seguir:

“Naquela época o Governo Brasileiro tinha tomado a iniciativa de formular um Plano de Fabricação de Veículos (automóveis etc.) e estava aberto para fazer o mesmo para aviões. Foi nesta oportunidade que entrou a proposta do CTA de S. José dos Campos, que, usando um Plano de Tecnologia nacional, convenceu as autoridades a apoiar a aprovação para capitalizar a EMBRAER, em 1970. Esse plano foi preparado por uma equipe liderada por mim. Com a aprovação das autoridades superiores do Governo Brasileiro iniciou-se a luta para a criação da EMBRAER, como empresa estatal, pois não se conseguiu interessar o setor privado (Entrevistado E-1).

Este aspecto é abordado na literatura por diversos autores. Segundo Fonseca (2012), a instalação do parque industrial criado para atender o setor automobilístico apresentava soluções para um dos obstáculos estruturais para a produção industrial no país em relação ao fornecimento de materiais e componentes para o desenvolvimento de aeronaves. A existência desta estrutura e o apoio do governo contribuíram de forma significativa para a decisão de criação da Embraer, dando sustentação à intenção do Estado brasileiro e da FAB de estruturar a indústria aeronáutica nacional e realizar pesquisas tecnológicas no setor. O primeiro projeto experimental de aeronave desenvolvido por um grupo de engenheiros foi o IPD-6504, protótipo do primeiro avião da Embraer, batizado depois de Bandeirantes (FONSECA, 2012).

Na época, o Ministério da Aeronáutica tentou convencer grupos de investidores - brasileiros e estrangeiros - a participarem da criação da Embraer para fabricação de aeronave para o transporte aéreo regional. No entanto, em função das dificuldades de contar com a iniciativa privada<sup>10</sup>, a solução encontrada foi criar uma empresa, sociedade de capital misto, sendo 51% da União e os outros 49% distribuídas por investidores privados. Regida pela Lei das Sociedades Anônimas, mas controlada pelo Estado brasileiro (FONSECA, 2012).

<sup>10</sup> As dificuldades enfrentadas para convencer a iniciativa privada a participar da criação da Embraer também são abordadas na literatura sobre a empresa. Miranda (2007) corrobora as dificuldades apontadas por outros autores, registrando a grande resistência do setor privado em participar do projeto de criação da empresa, dado o conjunto de incertezas quanto aos retornos econômicos, especialmente em um país com pouca experiência no setor e que, até aquele momento, contava com uma carteira de projetos que não passavam da fase de protótipo. Uma passagem registrada pela autora caracteriza bem a situação e diz respeito a uma declaração feita pelo presidente de uma empresa alemã quando consultada sobre a possibilidade de participar do empreendimento em reunião com o Coronel Ozires Silva, defensor da criação da Embraer, onde este representante disse a seguinte frase: “Se o senhor pensa que vamos fazer um projeto de aviões no Brasil, o senhor está redondamente enganado!” (MIRANDA, 2007, p. 40).

Para Forjaz (2005) o processo de criação da Embraer se assemelha às circunstâncias de criação das indústrias petrolífera e siderúrgica no país que tiveram participação ativa dos militares na sua instalação, quando o Estado brasileiro assumiu a proposta de criar uma infraestrutura de energia, transportes, siderurgia e comunicações para sustentar o projeto de industrialização nacional (FORJAZ, 2005).

Para o entrevistado E-1, a criação da Embraer se configurou como oportunidade:

No início dos anos de 1960 havia indícios de que haveria uma grande necessidade de se oferecer ao mercado mundial aviões para o Transporte Aéreo Regional, em razão da globalização da economia. A dinâmica das iniciativas econômicas mostrava uma demanda não atendida pelas grandes empresas mundiais de Transporte Aéreo, que sempre operavam aviões de grande porte concentrado nos grandes aeroportos mundiais.

As dificuldades encontradas para a participação do setor privado na criação da empresa foram destacadas especialmente pelos entrevistados E-1 e E-2. Na visão de E-1, a definição da estrutura de capital da empresa na época de sua criação funcionou como um estímulo legal para a entrada de capital privado e foi um facilitador no processo de privatização da Embraer em 1994.

Para o entrevistado E-2 esta condição também foi importante para trazer para a empresa a percepção dos tempos das demandas de mercado, prazos e concorrência, ou seja, da dinâmica de mercado global.

A atuação global e o estreito vínculo com o governo são duas características marcantes do segmento aeronáutico. Pode-se dizer que essas características estiveram presentes desde a criação da Embraer, e persistem ainda hoje, mesmo após a sua privatização em 1994, e se configura como uma condição importante para a sobrevivência da empresa. Este aspecto será melhor explorado na próxima seção e ao longo deste capítulo, uma vez que traz implicações para a empresa em diferentes dimensões – estratégicas, organizacionais, setoriais, na configuração de políticas públicas, com destaque para o estabelecimento de política de *offset* e mecanismos financeiros – incentivos fiscais, investimento e apoio ao desenvolvimento tecnológico (MIRANDA, (2007); MARTINEZ (2007); FERREIRA (2009); FONSECA (2012).

#### **4.2.4 O papel do Estado na configuração e apoio à indústria aeronáutica**

O entendimento da relação da Embraer com o Estado é uma condição chave para entender sua origem e trajetória, e pode ser dividida em três fases principais (FERREIRA, 2009):

- Fase 1 (1969-1989): período do projeto “Brasil Grande Potência” do governo militar, que possibilitou a criação e consolidação da Embraer como empresa tecnologicamente capacitada para projetar, produzir e vender aviões no mercado mundial;

- Fase 2 (1990-1995): período em que a crise política e fiscal do Estado em conjunto com a adoção de uma política econômica neoliberal levou a empresa a uma delicada situação financeira, culminando com a sua privatização;

- Fase 3 (1996-2008): período de estabilização política e econômica do país, que abrangeu a etapa de pós-privatização da Embraer, onde a relação com o Estado continuou sendo determinante para a competitividade da empresa, principalmente quanto à formação de recursos humanos especializados, apoio financeiro para as atividades de P&D, e do apoio para a comercialização, fundamental para seu processo de internacionalização, iniciado a partir do segmento de aviação regional.

Fonseca (2012) registra que desde o desenvolvimento do projeto Bandeirantes, a Embraer se beneficiou da política estatal de fomento às empresas nacionais e de encomendas feitas pela FAB e outros órgãos de governo<sup>11</sup>.

A década de 1980 foi marcada pelo início do processo de internacionalização da Embraer, a partir da comercialização do Bandeirante para os EUA. Porém, a consolidação da empresa no mercado externo ocorreu como resultado de outros dois projetos: o avião Tucano, turboélice de treinamento militar (EMB-312), desenvolvido em 1980 e o avião Brasília, utilizado no transporte regional (EMB-120), projetado em 1983. (MIRANDA, 2007; FERREIRA, 2009).

O projeto do avião Tucano representou para a empresa o início de sua atuação no segmento militar apresentando ganhos importantes para a Embraer no domínio da tecnologia de aeronaves a jato, além de contribuir para o processo de aprendizado no estabelecimento de parcerias com empresas estrangeiras (FONSECA, 2012).

Estes fatores foram fundamentais para o sucesso e avanços tecnológicos de outros projetos no mesmo período, com destaque para o desenvolvimento do projeto AMX (Aeronáutica Militar X) um caça de ataque e reconhecimento tático, a jato, capaz de voar em baixas altitudes, com maior facilidade de manobra, desenvolvido em parceria com empresas

<sup>11</sup> Miranda (2007), que destaca que a criação da empresa foi apoiada pelo governo brasileiro a começar pela definição da estrutura de capital da empresa, onde 51 % do capital investido foi aportado pela União, mas também pelo conjunto de incentivos oferecidos à iniciativa privada que permitia às pessoas jurídicas deduzissem até 1% do imposto de renda mediante a compra de ações da empresa, entre outras medidas. Segundo a autora, além dessas medidas também foi implementada a concessão de espaço físico para as instalações da empresa, ao lado do CTA<sup>11</sup> e o uso das compras públicas para o desenvolvimento de três projetos importantes da empresa: o Bandeirantes (aviação regional), o Tucano e o Aeronáutica Militar X (AMX) (MIRANDA, 2007).

de aviação italianas - a *Aeritalia* e *Aermacchi* - para atender à encomenda do Ministério da Aeronáutica (FERREIRA, 2009; RIBEIRO, 2009; FONSECA, 2012; VIEIRA e FISHLOW, 2017).

Outros projetos se seguiram a estes com destaque para a aeronave Brasília (EBM 120 Brasília), um bimotor turbohélice, pressurizado e com baixo nível de ruídos internos), que alcançou sucesso comercial, e, o CBA 123, avião bimotor turbohélice, utilizado para vôos regionais, projeto que incorporou insumos tecnológicos (soluções, sistemas e equipamentos) extremamente avançados para época, além do *design*, desenvolvido em parceria com o governo argentino. Mesmo não tendo alcançado a fase comercial, em função de seu custo, o desenvolvimento dos dois protótipos do projeto do CBA 123 representou um aprendizado tecnológico importante para a concepção de outros projetos da empresa, que, em conjunto com a família de aviões *Embraer Regional Jet* (ERJ) e o ERJ-145, versão a jato do Brasília, fecharam o ciclo produtivo da Embraer como empresa estatal (VIEIRA e FISHLOW, 2017).

O apoio do governo, expressivamente concentrado no apoio ao desenvolvimento de projetos de aeronaves e por meio de encomendas, também se estende ao investimento e financiamento de atividades de P&D, incentivos e apoio a atividades de exportação, a concessão de subsídios<sup>12</sup>, e de uma forma mais ampla, na implementação de políticas de *offset* (o atendimento a exigências de compensações comerciais, industriais ou tecnológicas) que impactam, principalmente, acordos e negociações entre governos em todos os setores, mas com grande importância nas transações comerciais e tecnológicas realizadas no âmbito da indústria aeronáutica (VIEIRA e FISHLOW, 2017; GOMES et al., 2017).

Ainda em relação ao papel do Estado no apoio financeiro a projetos da Embraer e de PD&I das empresas do *cluster* de São José dos Campos e arredores (SP), os autores destacam iniciativas patrocinadas pelo governo brasileiro (BNDES, Finep e CNPq), por meio de diferentes instrumentos financeiros (subvenções, financiamento por meio de crédito e investimento) e não financeiros como os incentivos fiscais, a partir da Lei do Bem (2006), além do apoio significativo da agência estadual de fomento de SP, a Fapesp, para importantes

<sup>12</sup> Fonseca (2012) destaca a Finep e o BNDES como as principais instituições do governo federal que apoiam o segmento: a Finep no apoio às atividades de P&D, prototipagem e estudos de projetos de aeronaves, desenvolvimento de componentes e sistemas, entre outras, e o BNDES com o apoio fundamental para viabilizar as vendas da Embraer, por meio do financiamento às exportações e do programa de equalização de juros, instrumentos ainda mais importantes no período pós-crise internacional, a partir de 2008, quando o acesso ao crédito se tornou mais difícil junto aos bancos e investidores. Segundo o mesmo autor, o apoio do BNDES foi muito importante também no apoio às vendas de jatos comerciais e executivos no mercado doméstico. Os dados para o período de 1999 a 2010 mostram a participação sistemática do Banco nas vendas da Embraer de forma significativa, chegando a apoiar 52% dos jatos comerciais e 29% dos modelos executivos vendidos em 2010. Ao longo desses anos, apenas em 2007, o BNDES não teve participação nos resultados da empresa, com 100% das transações realizadas com fontes de financiamento privado ou externas.

projetos de desenvolvimento tecnológico e do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) para ações educacionais e treinamento de mão de obra (GOMES et al., 2017).

Goldstein (2002) destaca o papel das políticas públicas e apoio financeiro de instituições governamentais, em particular do BNDES e a da FINEP. Segundo a autora, o apoio do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), por meio de financiamento da Finep, contribuiu com cerca de 22% e 100% para o desenvolvimento dos projetos da família de jatos executivo e militar, ERJ-145/135 e do AL-X (SuperTucano), respectivamente. Registra ainda que a Embraer foi a maior beneficiada do Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (PDTI), programa de incentivos fiscais para projetos de P&D de firmas brasileiras inovadoras, implementado na década de 80, além de subsídios aportados pelo governo entre o período de 1993 e 2000, no valor total de R\$ 142 milhões, além do apoio viabilizado por meio do Programa de Estímulo às Exportações (Proex), programa de exportação do Banco do Brasil, responsável pelo financiamento de quase 100% de projetos de exportação da empresa.

Corroborando esta avaliação, Maculan (2013) destaca a importância do apoio do governo em duas formas principais: como fonte de financiamento e investimento de atividades de P&D, exportação, mas também por meio de encomendas tecnológicas de aeronaves para fins militares e de segurança. No que se refere ao apoio pelas agências de governo, a autora destaca dois programas do BNDES importantes para o setor: o programa “Pro-Aviação”, com foco no financiamento de desenvolvimento de produtos e serviços baseado no modelo de parceria de risco, contemplando também projetos de empresas de menor porte, e um programa de apoio direto às empresas da cadeia aeronáutica, com destaque para a Embraer e Helibras.

Além dos apoios financeiros e fiscais cabe registrar também a ocorrência de dois marcos institucionais para o setor: a criação da Agência Brasileira Espacial, em 1994, mesmo sem a perspectiva de aportar recursos financeiros às empresas do setor, e, a criação de um Fundo Setorial específico, o CT-Aeronáutica, em 2000, ainda com recursos limitados em relação às demandas das empresas em função do contingenciamento de seus recursos, uma estratégia adotada pelo governo para controle do déficit fiscal.

No que se refere à existência de políticas públicas mais específicas e recentes para o setor cabe destacar:

a) a “Concepção Estratégica: ciência, tecnologia e inovação de interesse da defesa nacional, em 2003, cujos objetivos estratégicos foram consolidados no âmbito da Política de Ciência, Tecnologia e Inovação para a defesa nacional (Portaria Normativa no 1.317/MD, 2004);

b) a Estratégia Nacional de Defesa (END) que estabeleceu a revitalização da indústria de defesa como um dos três eixos estruturantes para a defesa do país, ao lado da reorganização das Forças Armadas;

c) a Política de Defesa Nacional (PDN), em 2005, com um conjunto amplo de temas ligados à defesa e segurança nacional, com ênfase para a importância do papel da CT&I;

d) a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (2012-2015), que teve como um de seus eixos de sustentação o fortalecimento da pesquisa e da infraestrutura científica e tecnológica, contemplando o complexo industrial de defesa e o setor aeroespacial como setores prioritários; os centros de excelência em pesquisa da Marinha, Exército e Aeronáutica; e, a infraestrutura laboratorial e de centros de controle do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e do DCTA (SCHIMDT, 2013).

Com a retomada das políticas industrial e de inovação, lançadas a partir de 2004, o complexo industrial de defesa aparece como um setor estratégico para o país em 2008, como um dos programas mobilizadores, tanto no âmbito da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), política industrial lançada em 2004, como do Plano Brasil Maior (PBM), em 2011, que contemplavam medidas de incentivo às empresas nacionais dos setores de defesa, além da publicação da Portaria Normativa do Ministério da Defesa (Portaria 1.888/2010), que aprovou a Política de PI do Ministério da Defesa (SCHIMDT, 2013).

Outra iniciativa importante foi a criação de um fundo de investimentos <sup>13</sup> em participações para o setor aeroespacial (FIP Aeroespacial), instituído pela Embraer em 2014, para financiar o desenvolvimento e o fortalecimento de empresas na cadeia produtiva aeroespacial (GOMES et al., 2017).

Apesar das iniciativas e planos de governo descritas acima, na visão de Fonseca (2012), o Brasil não dispõe de uma estratégia de longo prazo de apoio à indústria que permita o apoio financeiro contínuo a projetos de desenvolvimento para as diversas empresas do setor e ações coordenadas de caráter mais institucional, diferentemente do que pode ser observado em outros países, que dispõem de políticas explícitas para o apoio a *clusters* aeroespaciais.

O autor registra ainda a iniciativa do Plano Brasil Maior (política industrial lançada em 2012) no âmbito federal, que apesar de ter contemplado uma seção sobre o setor aeroespacial e defesa, no entanto, não sofreu continuidade.

<sup>13</sup> Com um patrimônio inicial de R\$ 131,3 milhões (cerca de US\$ 59,5 milhões, em valores de maio de 2014), o fundo tem como cotistas o BNDES, a Finep, a Desenvolve SP - Agência de Desenvolvimento Paulista – e a Embraer S.A. Até o primeiro trimestre de 2016, 30% dos recursos haviam sido investidos apenas em quatro empresas (GOMES et al., 2017).

Esta avaliação converge com a percepção de Gomes et al. (2017) quando analisam o quadro de déficit de políticas públicas de apoio ao setor aeroespacial brasileiro em períodos recentes, especialmente para a fase pré-competitiva de novas tecnologias.

Questões relacionadas à falta de políticas públicas de longo prazo e ações específicas para a indústria aeronáutica brasileira também foram abordadas pelos entrevistados, com destaque para a inexistência de políticas de médio e longo prazos, tanto para os setores industriais como para inovação, além “da alternância de políticas, regras e modelos diferentes que não se constituem como políticas de Estado, mas sim de governos, portanto, de curto prazo” (Entrevistado E-2).

No que se refere à existência de políticas públicas para o setor, foram observadas situações diferentes no momento de criação da empresa e no contexto atual, conforme abordado por um dos entrevistados: “Naquela época, praticamente não haviam políticas governamentais e as que surgiram foram decorrentes das propostas da Embraer, mesmo levando a nossa Força Aérea a comprar aviões da empresa brasileira” (Entrevistado E-1).

A questão relacionada à concessão de subsídios do governo também foi alvo de comentários dos gestores de tecnologia da empresa, com referência ao caso judicial entre a Embraer e a empresa canadense Bombardier, a partir dos embates e processos entre as duas empresas, objeto de painéis da Organização Mundial do Comércio (OMC)<sup>14</sup>.

Os comentários apresentados pela entrevistada (E-3) sobre o assunto levaram esta autora a buscar junto aos demais entrevistados mais informações e percepções sobre a relação destes eventos e a necessidade de eventuais aperfeiçoamentos na configuração das políticas de fomento à inovação implementadas no país.

Neste contexto, foram consideradas pelos entrevistados, de forma exploratória, 3 questões principais: 1) a possibilidade de considerar a utilização da escala de maturidade tecnológica (*Technology Readness Level* - TRL)<sup>15</sup> como mecanismo potencial de referência ou balizamento para as políticas de fomento à P&D para o setor da aeronáutica, de forma a proporcionar às empresas um melhor planejamento e prospecção de fontes financeiras para seus projetos e demandas de investimento em P&D; 2) uma maior estabilidade das fontes e

<sup>14</sup> A Bombardier apresentou uma queixa à OMC alegando que a Embraer tinha suas atividades de exportação subsidiadas pelo governo brasileiro, mais especificamente pelo Proex. Na ocasião, a OMC apontou irregularidades em ambos os casos, solicitando aos dois países a ratificação dos respectivos programas de fomento. Por conta disso, o BNDES chegou a rever suas formas de apoio à Embraer e seus mecanismos de fomento (FONSECA, 2012; VIEIRA e FISHLOW, 2017).

<sup>15</sup> A escala da TRL, documentada originalmente em 1989, e utilizada pela NASA, contempla 09 níveis de maturidade tecnológica; sendo que o nível “6” está relacionado à fase de desenvolvimento tecnológico. A partir daí as outras fases já consideram as atividades de prototipagem, lotes piloto, ou seja, atividades pré-industriais (NASA, 2008).

instrumentos financeiros com destaque para a oferta contínua de recursos de subvenção econômica para projetos de maior risco tecnológico e, 3) a adequação dos termos e prazos contemplados nos contratos elaborados pelos órgãos de fomento para os projetos de parceria com instituições de pesquisa (ICT) e empresas visando maior adequação às características de risco e incerteza, intrínsecas aos projetos de inovação.

#### **4.2.5 A crise financeira e o processo de privatização da Embraer**

Até meados da década de 1990, a trajetória da Embraer foi pautada pela atuação nos segmentos de aviação regional, a partir do projeto do avião Bandeirantes, primeiro produto de exportação da empresa, e pelos desafios tecnológicos enfrentados no desenvolvimento de diversos projetos militares que funcionaram também como importante mecanismo de aprendizado de seu corpo técnico. No entanto, a situação macroeconômica do país nas décadas de 1970 e 1980 acarretou diversos problemas para a empresa. Com as crescentes dificuldades de acesso a crédito, o orçamento da Embraer foi drasticamente reduzido. Paralelamente, o aumento dos custos com desenvolvimento de aeronaves e a intensificação da concorrência no mercado da aviação regional forçaram a necessidade de reestruturação do segmento (GOLDSTEIN, 2002; MARTINEZ, 2007; MIRANDA, 2007; VIEIRA e FISHLOW, 2017).

Conforme abordado por Miranda (2007), apesar da boa aceitação dos projetos Bandeirantes no mercado interno e nos EUA, a empresa não apresentava uma gestão financeira bem estruturada. Por falta de melhor planejamento financeiro, a empresa fazia negociações com vencimentos de curto prazo, pouco coerentes com os prazos médios de entregas de projetos no setor. Além disso, as mudanças políticas, com o fim do regime militar e o esgotamento do modelo de substituição de importações, fizeram com que as empresas públicas criadas no âmbito de modelo desenvolvimentista sofressem com a redução do repasse de recursos, de acesso ao crédito, financiamentos, de compras governamentais e suspensão das políticas de isenção fiscal (MIRANDA, 2007).

Outras medidas implementadas pela gestão da empresa na época foram: a revisão do modelo de negócio, deixando de lado a atuação em outros segmentos (estrutura para carros, barcos e bicicletas) voltando novamente a concentrar a produção exclusivamente no segmento aeronáutico; o reforço das estratégias de marketing, uma maior rigidez no controle financeiro e uma mudança significativa no modelo de gestão de produtos, impactando as formas de relacionamento com fornecedores (MIRANDA, 2007).

Este momento da empresa foi avaliado também por todos os entrevistados sinalizando que a empresa quase abriu processo de falência. Na avaliação dos entrevistados (E-1 e E-2) o fato da Embraer ter sido criada sob as regras das empresas privadas, mas subordinada às políticas públicas setoriais, apressou a privatização da empresa, uma vez que o modelo de gestão pública nem sempre permitia respostas rápidas às mudanças nos mercados, dificultando também a inserção da empresa no mercado internacional.

O processo de privatização da Embraer pode ser considerado como uma institucionalidade organizacional, mas também sistêmica, ou seja, um evento que ocorreu tanto em função das deficiências de gestão financeira da empresa, como também em função da conjuntura econômica desfavorável observada naquele período no país.

#### **4.2.6 A Embraer no período pós-privatização**

A partir da privatização, a empresa passou por um processo de reestruturação financeira e retomou o projeto de jatos regionais, tendo como base o modelo ERJ 145. O crescimento do segmento do mercado para aviação regional representava uma nova oportunidade para a Embraer: somente no período de 1998-1999 houve um crescimento do setor de 50% em relação aos anos anteriores. A criação de uma família de jatos, com tamanho intermediário foi uma estratégia da empresa para atender a uma demanda de mercado não contemplada por outras empresas do setor. Nos anos seguintes, a Embraer apresentou resultado expressivo nas exportações de jatos regionais (GOLDSTEIN, 2002; GONÇALVES e BRANDÃO, 2006; MIRANDA, 2007; COSTA e SOUZA-CAMPOS, 2010).

Acompanhando uma tendência do mercado global do final da década de 1990, voltados a cobrir os custos elevados dos projetos de desenvolvimento e os riscos e incertezas do processo de inovação na indústria, ocorreu um processo de aprofundamento da desverticalização da estrutura produtiva das grandes empresas internacionais, afetando a estrutura convencional da indústria, acarretando um período de intensificação do estabelecimento de parcerias de risco com fornecedores (FERREIRA, 2009; FONSECA, 2012).

A partir de meados da década dos anos 2000, a Embraer retomou os projetos de aeronaves regionais, por meio de parcerias de risco, dando início ao projeto da família dos jatos regionais 170/190, contribuindo para que as atividades deste segmento tivessem papel expressivo na receita da empresa, seguida das áreas de serviços aeronáuticos, defesa e aviação

executiva<sup>16</sup>. Até meados daquela década, o segmento da aviação comercial se constituía como o principal mercado da Embraer, com certa margem no mercado de defesa; situação que se modificou com o lançamento dos jatos executivos, em 2001. Em 2015, metade das entregas totais de aeronaves estava direcionada ao segmento de aviação executiva (COSTA e SOUZA-CAMPOS, 2010; VIEIRA e FISHLOW, 2017).

#### **4.2.7 Os principais projetos de desenvolvimento tecnológico no processo de consolidação da Embraer**

Conforme apontado no início desta seção, a indústria aeronáutica se caracteriza por ser uma indústria de alta complexidade e dinamismo tecnológico, densa em conhecimento, onde as mudanças tecnológicas são rápidas e as atividades de desenvolvimento tecnológico se constituem como elemento crítico para a competitividade das empresas.

O dimensionamento tecnológico dos projetos de aeronaves tem como principais referenciais a busca do equilíbrio (*trade-off*) entre as questões técnicas de oferta e as características de demandas do mercado. Dentre as características técnicas, pelo lado da oferta, são consideradas a potência do motor (medida em quilowatt, a envergadura da asa (em metros) e o comprimento da fuselagem (em metros). Pelo lado da demanda, questões relacionadas ao peso de decolagem, a velocidade média de cruzeiro (km/hora) e o alcance de vôo (km) são fundamentais para a definição dos projetos (SAVIOTTI e METCALFE, 1984; FRENKEN e LEYDESDORFF, 2000).

Por estas razões as decisões sobre os padrões técnicos a serem utilizados nos projetos devem vir acompanhados pela avaliação da utilização das aeronaves – porte, modelos de asas, motores, consumo de combustível, etc. – em função das dimensões das demandas (aeronaves para atividades regionais, continental ou internacional) apresentadas pelo mercado. De um modo geral, o projeto de uma aeronave se dá em 3 etapas: a- conceitual onde são avaliadas os requisitos e soluções tecnológicas existentes; b- preliminar e c- de detalhamento e descrição

<sup>16</sup> Ainda em relação à estrutura de capital da empresa cabe registrar a reestruturação societária promovida pela empresa, no início de 2006, quando a Embraer buscou simplificar a sua estrutura de capital, que passou a ser composta apenas por ações ordinárias (com direito a voto), estabelecendo como diretrizes: a) que nenhum acionista ou grupo de acionistas teria direito a voto superior a 5%, desestimulando a concentração de ações em poucos controladores; b) que os acionistas estrangeiros, seja individualmente ou em grupo, teriam seu direito limitado a 40% do total de votos, de forma a evitar a desnacionalização da empresa; e, c) qualquer acionista ou grupo de acionistas estaria proibido de adquirir uma participação igual ou superior a 35% do capital, salvo com expressa autorização da União, na qualidade de detentora da *golden share*, e sujeita à realização de uma Oferta Pública de Aquisição (OPA) (FERREIRA, 2009).

(fabricação de componentes, construção de protótipos, realização de testes e ensaios) e acontece em períodos entre 05 e 07 anos (VIEIRA e FISHLOW, 2017).

Neste contexto, a Embraer busca acompanhar esta tendência investindo em projetos de desenvolvimento tecnológico, condição imprescindível para a manutenção de seu padrão de competitividade no mercado global da indústria aeronáutica.

A evolução tecnológica da empresa ganhou maior expressão a partir de sua privatização, e pode ser considerada tanto resultado de sua capacitação interna e parceria com instituições de pesquisa de excelência, mas também como fruto das parcerias de risco com fornecedores e empresas do setor associada à dinâmica de criação de diferentes modelos de negócio de forma a atender novas demandas de mercado. No período de 1970 ao início dos anos 2000 a trajetória tecnológica esteve focada em maximizar o potencial de mercado das aeronaves dos diferentes segmentos – comercial, regional, e de defesa. No campo experimental técnicas avançadas como uso do túnel do vento e outras tecnologias foram empregadas de forma a combinar métodos computacionais complexos associados ao desempenho das aeronaves em função das alterações de *design* (MIRANDA, 2007; FERREIRA, 2009; FONSECA, 2012; VIEIRA e FISHLOW, 2017).

Desde a privatização, e por mais de 2 décadas, a Embraer conseguiu organizar uma rede mundial de fornecedores, conquistando credibilidade e reputação internacional, fatores que foram fundamentais para a retomada do posicionamento da empresa após aquele processo e que contribuíram para o desenvolvimento do projeto de jatos executivos - ERJ 145, por meio do estabelecimento de parcerias de compartilhamento de risco, e da possibilidade de economia de escopo em função do uso da plataforma do ERJ 145 na fabricação dos modelos ERJ 135 e 140 (VIEIRA e FISHLOW, 2017).

Os autores enfatizam que por meio do modelo de parceria público-privada, o Estado assumiu papel chave no apoio às atividades empresariais que capacitaram a Embraer na manufatura de alta tecnologia.

A importância das parcerias no processo de aprendizado tecnológico da empresa é destacada por Ferreira (2009) e outros autores, com ênfase na execução do projeto AMX, aeronave desenvolvida pela Embraer para o segmento militar no final da década de 1980, o que proporcionou à empresa a oportunidade de incorporar tecnologias em outras aeronaves, inclusive no segmento de aviação civil, como observado no desenvolvimento do projeto CBA 123 citado anteriormente.

Esta capacidade da empresa - associação do desenvolvimento tecnológico com a configuração de diferentes modelos de negócio da organização - foi destacado por todos os

entrevistados e enfatizado pelo Entrevistado E-2: “esta é uma característica chave para o sucesso da Embraer no mercado global” (Entrevistado E-2).

Adicionalmente, os entrevistados ressaltam a competência da empresa nos processos de incorporação e/ou adaptação de soluções tecnológicas desenvolvidas para determinado projeto e posterior uso em aeronaves de diferentes segmentos - comercial, executivo e militar – tendência da indústria mundial, assimilada pela empresa ao longo de sua trajetória:

O desenvolvimento tecnológico da EMBRAER teve características próprias, graças ao uso intenso de recrutamento de engenheiros formados pelo ITA, criado em 1950 pela FAB. Isso ofereceu à empresa uma dinâmica tecnológica intensa, proporcionada pela montagem de equipes de trabalho dentro da própria empresa, abrangendo toda a estrutura e os sistemas de bordo dos aviões, o que requereu o desenvolvimento de tecnologias próprias e acordos com fornecedores internacionais dos Estados Unidos e Europa ocidental. A inovação é uma constante na construção aeronáutica em geral e a EMBRAER sempre esteve atenta às oportunidades para entrar com seus produtos, competindo com grandes empresas estrangeiras” (E-1).

Um dos diferenciais importantes da Embraer é a competência que vem sendo acumulada ao longo dos anos, também na gestão de projetos tecnológicos. Os projetos de diferentes produtos demandam a gestão de colaboradores e fornecedores externos no desenvolvimento conjunto de tecnologias, e, por conta disso, a empresa consegue dar respostas boas respostas na execução de projetos estratégicos de grande complexidade, e desta forma, transformar o que é dever de ofício em uma habilidade importante no mercado (E-2).

A adoção de tecnologias desenvolvidas por empresas internacionais também contribuiu para esse processo permitindo que a engenharia nacional tivesse acesso a um conjunto importante de soluções tecnológicas e conhecimentos considerados chave para o setor nos últimos anos, com destaque para o acesso e utilização de projetos por computador, novos métodos de fabricação e integração de sistemas digitais de controle e segurança, como o *fly-by-wire*, que viriam a ser essenciais para o desenvolvimento de projetos a partir do final da década de 1990 (VIEIRA e FISHLOW, 2017).

As características dos principais projetos de desenvolvimento tecnológico deste período são apresentadas no Quadro 13.

**Quadro 13: Principais projetos de desenvolvimento tecnológico**

Projetos tecnológicos estratégicos para o setor	Principais Características
Sistemas aviônicos (instrumentos de voo) digitais	transição dos sistemas aviônicos para digitais de maior precisão. Os sistemas de navegação são conectados a um computador consolidando o conceito FMS - <i>Flight Management System</i> . Outros sistemas são: o MFD ( <i>Multi function Display</i> , telas que podem disponibilizar e intercambiar informações de voo e o GPS ( <i>Global Positioning System</i> ), que permitem maior alcance de comunicação entre aeronaves e sistemas de controle de tráfego aéreo, e o acesso a sistemas de telefone e internet pelos passageiros durante o voo. Tecnologias já embarcadas na família Airbus 320/330/A340, no 737 da Boeing, e no caso da Embraer, na família ERJ-145.
Tecnologia de imersão e	Sistemas que permitem a redução de prazo do desenvolvimento de

interatividade no desenvolvimento de projetos baseados em princípios de realidade virtual	projeto de aeronave, melhorando de forma significativa os padrões de qualidade na produção; utilizados pelas empresas Boeing, British Aerospace e Bombardier.
Conceito <i>Fly by wired</i> <sup>17</sup> (FBW ou vôo por cabos)	Tecnologia baseada em um sistema complexo de informações que permite o monitoramento, o gerenciamento da aeronave e o funcionamento dos motores pelo computador; representa a transição de tecnologias de controle de sistemas pneumáticos/hidráulicos para dispositivos eletrônicos. Os comandos do avião localizados nas asas e na cauda são acionados por meio de impulsos elétricos, e não mais por cabos e roldanas. A principal detentora dessa tecnologia é a empresa Airbus.
Novos conceitos de engenharia baseados em aquisição e gestão de conhecimento	introdução de novos softwares e padrões organizacionais que permitem a codificação de conhecimento tácito e operacionais, contribuindo para liberação de tempo dos colaboradores para atividades de criação de soluções e para um maior adensamento de competências, registro de rotinas e conhecimento voltados à inovação.

Fonte: Elaboração própria, a partir de Martinez (2007) e Vieira e Fishlow (2017)

Mais recentemente, outras tecnologias importantes e utilizadas pela empresa de forma pioneira para o desenvolvimento de projetos de aeronaves, foram: o uso de ferramentas de trabalho com realidade virtual de alta capacidade, permitindo promover alterações nos projetos originais das aeronaves, antes da criação das primeiras maquetes e protótipos, e a adoção do conceito *double bubble* (duas bolhas)<sup>18</sup> em aviões de porte médio, garantindo o conforto oferecido em aviões de maior porte para as aeronaves menores, ou seja, nos jatos utilizados nos vôos regionais.

Dentre as tecnologias descritas acima, a tecnologia *Fly by wired* (FBW) é a mais destacada na literatura recente, tanto em função de sua complexidade como pela relevância para o setor. A importância desta tecnologia foi destacada também durante as entrevistas do estudo de caso, em função da necessidade de aperfeiçoamento dos sistemas de controle manuais substituídos mais recentemente por sistemas computacionais.

A importância e aplicação desta tecnologia também é destacada por Ferreira et al. (2011) mais especificamente sobre a incorporação do sistema ao projeto EMB170, indicando a existência de *gaps* no domínio tecnológico, o que levou à necessidade de desenvolvimento conjunto com fornecedores-chave com vistas à aprendizagem e redução de complexidade operacional.

<sup>17</sup> Tecnologia de controle de superfícies móveis de um avião por sistemas computacionais, que permitem reduzir o peso das aeronaves, reduzir a carga de trabalho da tripulação, aumentar a velocidade de reação e melhorar a performance das manobras com ganho de estabilidade (VIEIRA e FISHLOW, 2017).

<sup>18</sup> Num corte transversal, seu desenho lembra a junção de duas semicircunferências, o que aumenta tanto o espaço para passageiros quanto para carga. O uso do referido conceito “facilita o embarque e desembarque de passageiros e seu acesso aos bagageiros do teto (GONÇALVES e BRANDÃO, 2006, p. 70).

Segundo registros apresentados pela entrevistada (E-3), esta necessidade havia sido identificada por engenheiros da Embraer antes que a solução fosse desenvolvida por outras empresas do setor, mais especificamente pela Airbus, que com a iniciativa de utilizar o sistema *fly-by-wire* nos aviões da companhia estimulou a incorporação da tecnologia nos novos projetos de aeronaves de outras empresas. No entanto, em função dos custos envolvidos no desenvolvimento do novo sistema o projeto não foi viabilizado. Adicionalmente, era necessário ter o domínio da tecnologia, o que só é possível quando as empresas participam de seu desenvolvimento (Entrevistado E-3).

Na visão da gestora de tecnologia (Entrevistada E-3), a incorporação do sistema *fly-by-wire*<sup>19</sup> foi crucial para a Embraer, principalmente para os projetos de aeronave de aviação comercial, configurando um exemplo importante de transformação de uma deficiência da empresa em uma oportunidade de aprendizado tecnológico a partir da incorporação de uma nova e importante tecnologia<sup>20</sup> ressaltando a necessidade de contratação de engenheiros de empresas internacionais:

... um dos desafios enfrentados pela empresa foi o atendimento aos prazos do programa, que quase foram perdidos em função da complexidade do sistema e pela dificuldade de lidar com os fornecedores, interagindo com eles sem “entregar o ouro”, além do alto custo do projeto. Uma das maiores dificuldades foi incorporar a tecnologia cujo domínio não era conhecido pela empresa, até então uma “caixa preta”. Por outro lado, o desenvolvimento deste sistema foi crucial para a empresa, não só para o segmento de aviação comercial, mas que também para o projeto do C-390 Millennium, se caracterizando como um exemplo importante de como transformar uma deficiência em nova tecnologia (Entrevistada E-3).

A entrevistada destacou ainda que “dependendo da configuração da parceria ou mesmo da dinâmica de mercado, uma determinada tecnologia pode ser caracterizada como um exemplo de “contingência tecnológica” e, que, nestes casos, é importante considerar a “busca de foco nas competências essenciais para o desenvolvimento do projeto combinando tanto aquelas disponíveis na empresa como as existentes nas equipes dos parceiros. Este processo deve ser administrado também de forma a não permitir que alguns parceiros se tornem concorrentes” (Entrevistada E-3).

<sup>19</sup> O sistema *fly-by-wire* consiste em uma tecnologia de controle de superfícies móveis (*aileron*, profundor e leme) de um avião por sistemas computacionais, que permitem reduzir o peso das aeronaves, reduzir a carga de trabalho da tripulação, aumentar a velocidade de reação e melhorar a performance das manobras com ganho de estabilidade (VIEIRA e FISHLOW, 2017).

<sup>20</sup> Além de receber o título de inovação no *Flight Global Achievement Award* em 2010, o sistema *full fly-by-wire* desenvolvido pela Embraer também ficou entre os indicados no *Collier Trophy* 2014, ambas premiações importantes da aviação mundial.

Além das parcerias com empresas do setor, um outro fator importante da estratégia de P&D da empresa é o estabelecimento de parcerias com centros de pesquisa brasileiros. Alguns exemplos são os projetos de tecnologia de desenvolvimento de túneis de vento e de sistemas computacionais para simulações numéricas, desenvolvidos com o CTA, entre outros<sup>21</sup> (GONÇALVES e BRANDÃO, 2006).

A importância das parcerias com universidades e centros tecnológicos também foi destacada pelos entrevistados (E-3 e E-4) como um elemento importante para a competitividade da Embraer em relação ao desenvolvimento de novas tecnologias, permitindo o acesso a novos conhecimentos científicos e à infraestrutura laboratorial de P&D destes centros, além da interação com profissionais especializados com alta qualificação em diversas áreas do conhecimento, aspectos extremamente relevantes para a empresa.

Segundo um dos entrevistados (E-2), nesse período a empresa se valeu também de outra institucionalidade importante para a Embraer – “a inteligência de mercado” ou “corporativa”, isto é, a capacidade de combinar, de forma eficiente, a competência em desenvolvimento tecnológico com diferentes modelos de negócio, característica chave instituída na empresa em 1991, que contribuiu de forma significativa para o sucesso e competitividade da Embraer tanto no mercado interno, mas também no mercado global (GOLDSTEIN, 2002).

Cabe registrar que, na visão desta autora, esta institucionalidade perpassa todos os segmentos de atuação da empresa e é avaliada com destaque por vários autores brasileiros (GONÇALVES e BRANDÃO, 2006), MIRANDA, 2007; MARTINEZ, 2007; FERREIRA, 2009; MACULAN, 2013; GOMES et al., 2017).

#### **4.2.8 As parcerias de risco**

A capacidade de combinar conhecimento e desenvolvimento tecnológico com os diferentes modelos de negócios experimentados pela empresa, outra institucionalidade, tão ou mais estratégica e essencial para a consolidação da Embraer nos mercados interno e global, está fundamentada na competência diferenciada, consolidada ao longo de décadas, na gestão

<sup>21</sup> Em 2005, a Embraer e o CTA receberam o Prêmio da Confederação Nacional da Indústria (CNI), na categoria Redes de Pesquisa-Empresa, pelo desenvolvimento do projeto Dinâmicas dos Fluidos Computacionais (CFD). O projeto, com aplicação nas áreas de cálculo aerodinâmico de veículos lançadores, aeronaves e sistemas de propulsão, envolveu instituições como o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), a Universidade de São Paulo (USP) de São Carlos, a Escola Politécnica, a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), as universidades federais de Uberlândia e de Santa Catarina e quatro empresas nacionais de desenvolvimento de softwares (GONÇALVES e BRANDÃO, 2006).

de projetos e no processo de estabelecimento de parcerias de risco com fornecedores no desenvolvimento tecnológico de produtos e /ou componentes para os projetos dos diferentes segmentos de atuação da indústria.

A importância estratégica dessa institucionalidade se mostrou como uma condição chave para o desenvolvimento da indústria aeronáutica brasileira, e em especial para a Embraer, viabilizando o desenvolvimento de aeronaves de maior porte, com maior valor agregado e mais valorizadas pelo mercado, promovendo o aumento do volume de exportação, o que possibilitou à indústria resultados comerciais estáveis ao longo de toda a década de 2000, o que demonstra o alto grau de capacidade tecnológica e competitividade internacional da indústria aeronáutica brasileira, com impactos positivos para a geração de empregos de alta capacitação e para o desenvolvimento tecnológico do país. (FERREIRA, 2009; VIEIRA e FISHLOW, 2017).

Segundo Ferreira (2009), a Embraer foi pioneira no estabelecimento de parcerias de risco, no início da década de 1990, a partir de acordos de parceria com empresas da indústria aeronáutica mundial. Segundo o autor o início deste processo se deu a partir do primeiro período de estruturação da empresa e do projeto do bimotor Bandeirante, que foi projetado no país, em parceria com o IPD/CTA. A necessidade da empresa em adquirir novas tecnologias e soluções levou à busca de acordos e novas parcerias estratégicas com empresas de outros países, visando a absorção de tecnologias não existentes no país, e, a com isso, poder intensificar o processo de desenvolvimento de capacitações próprias.

Em função da falta de recursos financeiros próprios, a empresa buscou parceiros de risco para o projeto do jato regional ERJ-145, incluindo acordos com empresas da cadeia de fornecedoras que participassem também dos riscos financeiros do novo projeto (VIEIRA e FISHLOW, 2017).

Naquela época, a Embraer já dispunha de competência técnica interna, mas precisava tanto de recursos financeiros como da capacidade produtiva dos parceiros de risco. As primeiras parcerias deste tipo foram realizadas com quatro empresas estrangeiras, selecionadas para aquele novo modelo de atuação (GOLDSTEIN, 2002; MACULAN, 2013).

Nesta modalidade de parceria, os riscos do sucesso (ou fracasso) da aeronave são compartilhados entre a empresa brasileira e seus parceiros de risco e fornecedores. Os custos do desenvolvimento são chamados de custos não-recorrentes repassados ao preço das primeiras aeronaves produzidas (em geral, para as primeiras 400 unidades). No caso das vendas se mostrarem menores do que o previsto, o parceiro não recupera todo o investimento feito. Desta forma, a empresa parceira funciona como sócia da Embraer para determinado

projeto ou aeronave específica, garantindo sua exclusividade no fornecimento de determinado equipamento ou sistema (FERREIRA, 2009; FERREIRA et al., 2011).

Conforme destacado por Gomes et al. (2017), de uma maneira geral, a estrutura da indústria aeronáutica é constituída por uma cadeia de empresas (*players*) de forma hierarquizada. No “topo” da cadeia produtiva se encontram as fabricantes originais de equipamentos (*original equipment manufacturers* - OEM), e integradores de sistemas, responsáveis pela montagem final das aeronaves, onde se identificam empresas mais importantes da indústria global como a Airbus, a Boeing, a Bombardier e a Embraer.

Neste contexto, as empresas de maior porte vêm terceirizando o desenvolvimento de partes e componentes de suas aeronaves desde o início da concepção dos projetos de aeronaves e programas. Na configuração deste tipo de parceria o fornecedor da OEM divide com a empresa o risco pelo desenvolvimento de itens requeridos no âmbito de um novo programa e/ou projeto, com direito às receitas das vendas futuras das aeronaves, conforme o percentual de seu investimento. O fator da confiança ganha papel relevante, na medida em que, além das questões definidas em contrato, o(s) parceiro(s) precisa(m) confiar no sucesso comercial do programa para receber a parte que lhes cabe pelos serviços e produtos desenvolvidos por conta e risco, tornando-se, assim, fornecedores cativos (GOMES et al. 2017).

Com a estrutura da cadeia produtiva, neste processo as empresas líderes transferiam para seus parceiros parte da responsabilidade tecnológica e financeira referentes ao desenvolvimento de determinado projeto de aeronave fazendo com que estes passassem a responder pela integração dos sistemas de cada aeronave, e, por consequência, a exercer um certo controle junto aos seus próprios fornecedores. Como resultado houve o estabelecimento de uma rede hierárquica no âmbito da cadeia produtiva da indústria aeronáutica: inicialmente com os grandes fabricantes de aeronaves; depois, com os parceiros de risco; e na etapa final, envolvendo os fornecedores de segundo e terceiro níveis. A principal vantagem desta configuração foi permitir que as grandes empresas se relacionassem com um número menor de fornecedores, o que também contribui para o processo de consolidação de cooperação entre as empresas fornecedoras parceiras (FERREIRA, 2009; FERREIRA et al. (2012); GOMES et al. (2017).

Ferreira (2009) destaca ainda que uma das características das parcerias de risco é que as mesmas são estabelecidas por meio de relações internacionais, em sua grande maioria, em função de alguns fatores estratégicos: a) a oportunidade de usufruir da expertise tecnológica e dos baixos custos produtivos das firmas estrangeiras; b) a possibilidade de acessar recursos e

incentivos públicos de outros países para investimentos em novos projetos, principalmente para aqueles relacionados ao desenvolvimento tecnológico; e, c) acesso a novos mercados pois uma das formas de contrapartida se refere à aquisição das aeronaves por parte de companhias aéreas locais ou pelas Forças Armadas de outros países, no caso de aeronaves militares.

O primeiro acordo tecnológico foi realizado em 1970, com a empresa italiana *Aermacchi*, para produção sob licença, do jato de treinamento militar Xavante, parceria fundamental para capacitar a Embraer na produção de aeronaves de propulsão a jato (FERREIRA, 2009).

Em 1971, o Ministério da Aeronáutica decidiu transferir para a Embraer o programa do avião agrícola EMB-200 Ipanema, aeronave que se encontrava em desenvolvimento em parceria com o IPD/CTA, a partir de recursos financeiros do Ministério da Agricultura. Em contrapartida à aquisição dos caças supersônicos Northrop F-5 Tiger II feita pela FAB, em 1974, a Embraer adquiriu tecnologia para a produção, no país, de alguns componentes dos caças adquiridos pelo governo brasileiro, arranjo, a partir do qual o Ministério da Aeronáutica criou uma reserva de mercado para os aviões leves, segmento que a empresa brasileira passou a atender, em função de um acordo de cooperação com a empresa norte-americana *Piper Aircraft*, assinado, em 1975 visando a produção local de uma extensa linha de monomotores e bimotores a pistão<sup>22</sup>(FERREIRA, 2009).

A associação dessas empresas com a Embraer contribuiu para uma maior participação das mesmas em novos mercados, promovendo não só o avanço tecnológico mais também financeiro, em função do sucesso comercial do projeto ERJ-145<sup>23</sup>. Uma das empresas que se beneficiou desse arranjo foi a Grupo Auxiliar Metalúrgico SA (GAMESA), empresa espanhola que passou a atuar na indústria aeronáutica em função de projetos de transferência de tecnologia promovida pela Embraer, entre outras parcerias (FERREIRA, 2009).

<sup>22</sup> Esta encomenda inicial do Ministério da Aeronáutica representou, em valores aproximados a uma receita de aproximadamente US\$ 1,2 bilhões para a empresa. A parceria com a *Piper* foi utilizada pela empresa brasileira para se capacitar no processo produtivo, isto é, aprender a produzir aviões em série. A construção dessa competência permitiu que, no final dos anos 70, a Embraer apresentasse a primeira aeronave desenvolvida internamente, o bimotor EMB-121 Xingu. Mesmo sem ter atingido sucesso comercial, a aeronave, moderna e de design avançado, demonstrava que a empresa brasileira havia se capacitado na área de projetos (FERREIRA, 2009).

<sup>23</sup> Enquanto na família ERJ-145 eram cerca de 350 empresas, no projeto EMB-170/190 apenas 22 fornecedores passaram a manter contato direto com a Embraer. A relação com os demais fornecedores passou a ser feita pelas parceiras de risco, estabelecendo-se uma clara relação de hierarquia dentro da sua cadeia de suprimentos. Dado que a quase totalidade dos parceiros de risco da Embraer era formada por empresas estrangeiras, a companhia brasileira implantou, em 2000, o Programa de Expansão da Indústria Aeroespacial Brasileira (PEIAB)<sup>23</sup>, com o objetivo de ampliar o adensamento da cadeia produtiva aeronáutica, por meio do estímulo aos seus parceiros, configurando mais de 100 estações de trabalho para os fornecedores estrangeiros, todas localizadas em um mesmo prédio construído especificamente para este fim (FERREIRA, 2009).

Em 2003, com a mudança de direção no BNDES, o banco de financiamento intensificou seu apoio para estas parcerias, criando novos mecanismos de apoio para as empresas do setor.

Nesta dinâmica os fabricantes de aeronaves vêm transferindo cada vez mais a sua *core competence* (desenvolvimento, produção e integração de sistemas) para seus parceiros de risco, contribuindo, ao mesmo tempo, para a uma ampliação desse arranjo, tanto no desenvolvimento tecnológico como no financiamento do processo de inovação, que em alguns casos chega a ser equivalente ao das alianças estratégicas<sup>24</sup> (FERREIRA, 2009).

Outro aspecto destacado pelo autor é que estas duas modalidades – parcerias de risco e alianças estratégicas – são formas distintas de parcerias.

No caso das parcerias de risco, o que ocorre é a constituição de relações verticais hierarquizadas, e, portanto, assimétricas, onde o domínio da tecnologia pelo fornecedor fica restrito a um determinado componente ou sistema. Nas alianças estratégicas, realizadas em grande parte no âmbito internacional e caracterizadas como relações horizontais, os participantes têm acesso ao projeto completo e se verifica uma maior simetria entre os participantes, o que não ocorre nas parcerias de risco (FERREIRA, 2009).

As parcerias de risco realizadas pela Embraer também são avaliadas por outros autores (GOLDSTEIN, 2002; MIRANDA, 2007; MARTINEZ, 2007; FERREIRA et al., 2011).

Na visão de Ferreira et al. (2011), o caso da Embraer em relação às parcerias de risco com fornecedores pode ser considerado como um caso paradigmático, em função das seguintes eventualidades: 1) situação financeira da empresa; 2) conhecimento tecnológico e necessidade de domínio do mesmo, podendo se configurar em desenvolvimento interno ou por uma parceria voltado ao aprendizado e ou absorção de tecnologia não dominada pela empresa; 3) o estabelecimento de estratégia competitiva (custos, *time to market*); 4) situação e/ou estrutura do setor, impactando o poder de barganha junto aos fornecedores, fazendo com que a externalização da atividade seja mais vantajosa; 5) à existência de fatores estratégicos gerais, ligados às barreiras à entrada no negócio/segmento; e, 6) à aprendizagem desenvolvida em processos de aquisição e desenvolvimento anteriores.

Desta forma, estas contingências se articulam de forma mais estruturadas, contribuindo para a configuração de níveis de hierarquia e parcerias preferenciais entre as

<sup>24</sup> Como exemplos, o programa da Boeing 787, onde 70% das partes foi distribuída por uma ampla rede de fornecedores internacionais e do programa F-35 Lightning II, onde os parceiros de risco são a Northrop Grumman e a britânica BAE Systems; do projeto do Lockheed Martin, caças de quinta geração, desenvolvido a partir de parcerias de alta complexidade tecnológica; e, do F-22 Raptor, para citar alguns exemplos, definindo esta condição como “simbiótica” e cada vez mais importante para a consolidação das empresas nos mercados globais (FERREIRA, 2009).

mesmas. Em função de demanda de investimentos que não podem ser cobertos pela própria empresa, nestes casos, podem ser observados processos onde as organizações envolvidas renunciam às expectativas de domínio tecnológico ou dos custos envolvidos nos projetos, de forma a viabilizar a realização de projetos estratégicos para a empresa, mesmo quando há necessidade de redução de margens de lucro (FERREIRA et al., 2011).

Além dos registros da literatura (MIRANDA, 2007; FONSECA, 2012; RIBEIRO, 2009; VIEIRA e FISHLOW, 2017) a importância das parcerias de risco também é destacada pelos entrevistados, especialmente pelos representantes da alta gestão da empresa, atual e passada, e pelos colaboradores do segmento de tecnologia da Embraer (E-1; E-2 e E-3):

um outro diferencial que cabe destacar é o estabelecimento de parcerias de risco com fornecedores no desenvolvimento tecnológico de produtos e/ou componentes para os projetos dos diferentes segmentos de atuação da empresa, que associados à visão de mercado permite mais resultado na colocação de novos produtos no mercado global. No segmento de aviação civil e regional essa combinação de fatores permitiu, de forma expressiva, o crescimento da aviação regional, trazendo uma competência técnica e industrial para a empresa e fortalecendo sua competitividade no mercado global em patamares tecnológicos iguais ou superiores as outras 03 maiores empresas no mundo (Entrevistado E-1).

Cabe registrar que este tipo de parceria não é utilizada somente nos projetos de aeronaves dos segmentos de aviação comercial e executivo, mas é também uma institucionalidade estratégica para o segmento de aviação militar, e se configura como elemento-chave no desenvolvimento do projeto do avião cargueiro KC-390 Millennium da Embraer, que será apresentado mais a frente neste capítulo.

#### **4.2.9 A estrutura produtiva da empresa e sistema setorial de aeronáutica**

A sede da Embraer está localizada em São José dos Campos, município do Estado de São Paulo (SP) desde a sua fundação. Em 2001, a empresa deu início ao seu processo de descentralização de suas atividades produtivas e inaugurou duas novas unidades industriais: a unidade de Eugênio Melo, no mesmo distrito (São José dos Campos/SP), unidade responsável pelo desenvolvimento e fabricação dos ferramentais, tubos e cablagens; e, a unidade de Gavião Peixoto (SP), onde são realizadas as atividades de montagem final das aeronaves destinadas aos segmentos executivos e de defesa, que conta com uma pista para ensaios de vôo (sitio Embraer, 2019).

Além destas duas unidades, a Embraer manteve a unidade de Botucatu (SP), instalada quando a empresa adquiriu a Indústria Aeronáutica Neiva, em 1980, onde é realizada a produção do avião agrícola Ipanema e dos modelos leves fabricados sob licença da norte-americana *Piper*. Em 1999, essa unidade assumiu a fabricação do avião regional EMB-120 Brasília. Atualmente, a unidade se concentra na produção dos aviões agrícolas e de peças,

componentes e estruturas para as aeronaves da Embraer montadas nas outras unidades e emprega cerca de 2.000 funcionários (FERREIRA, 2009).

#### 4.2.9.1 Infraestrutura de pesquisa e o *cluster* da indústria aeronáutica no Brasil

Em função da dinâmica dos setores aeroespacial e defesa, e a busca constante de redução de custos e maior interação entre empresas, cadeia de fornecedores e serviços voltados à manutenção de aeronaves, a criação de *clusters* (aglomerações) ou sistemas setoriais e tecnológicos voltados a atividades de PD&I têm sido adotados como estratégia para o desenvolvimento e consolidação das empresas do setor em vários países (GOMES et al., 2017).

Nesses ambientes várias empresas e instituições de apoio às atividades da indústria e desenvolvimento tecnológico se estabelecem buscando maior sinergia entre as atividades de pesquisa e empresas fornecedoras e desenvolvedoras de tecnologias para o setor em função de oportunidades e incentivos, como: a existência de mão de obra qualificada, o nível competitivo de salários, incentivos fiscais, existência de instituições de pesquisa, dentre outros fatores. A existência de *clusters* tem ainda a finalidade de aproximar a produção, fornecedores e potenciais clientes, permitindo também a redução de custos de produção e estímulo a parcerias (GOMES et al., 2017).

No sistema setorial da indústria aeronáutica brasileira duas características se destacam: a existência de um *cluster*<sup>25</sup> com expressiva concentração geográfica, localizado em São José dos Campos e municípios próximos à sede da empresa em São Paulo, e o papel central da atuação da Embraer, como empresa âncora. Além disso, a Embraer se beneficia de um grande e qualificado contingente de colaboradores especializados formados na região e nos arredores de São José dos Campos, conforme apontado por Miranda (2007).

A infraestrutura de pesquisa do setor aeronáutico do país tem como um dos seus principais pilares o Centro de Tecnologia Aeroespacial (CTA), um dos centros de pesquisa, desenvolvimento aeroespacial e ensino mais importantes do mundo, que conta com mais de 2.600 colaboradores altamente capacitados, distribuídos em quatro institutos: o ITA (ensino), o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), o Instituto de Fomento e Coordenação Industrial

<sup>25</sup> Os *clusters* são definidos como locais nos quais várias empresas do setor são instaladas com o objetivo de aproveitar externalidades positivas, como, por exemplo, existência de mão de obra qualificada, nível competitivo de salários, incentivos fiscais, existência de instituições de pesquisa/universidades, boa infraestrutura de transporte e comunicações e, sobretudo, planos governamentais de apoio para a sustentabilidade dos negócios (GOMES et al., 2017).

(IFI) e o Instituto de Estudos Avançados (IEAv), além do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), criado em 1971, também sediado em São José dos Campos, órgão responsável pelas pesquisas espaciais e desenvolvimento dos satélites, além de oferecer cursos de pós-graduação voltados ao setor aeroespacial (FORJAZ, 2005).

Ainda que a excelência dos grupos de pesquisa das instituições âncora do setor aeronáutico, CTA e ITA, seja inquestionável, a ampliação de demandas da Embraer e outras empresas da região, desde meados dos anos 2000, estimulou a ampliação da infraestrutura, por meio da criação de parques tecnológicos e incubadoras para atender também empresas de menor porte com grande potencial inovador, como: a criação da IncubAero, incubadora de empresas do setor aeroespacial, em 2004; o Parque Tecnológico da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP); o Parque Tecnológico de São José dos Campos, em 2005, onde foi instalado o Centro para Competitividade e Inovação do Cone Leste Paulista (CECOMPI)<sup>26</sup>; a criação da Incubadora de Negócios (2005); e, do Arranjo produtivo local (APL), em 2006. Também foi instalado o Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Aeronáutica (CDTA), resultado de uma parceria entre Embraer, ITA e o IPT.

No entanto, os autores destacam que apenas a existência de *clusters* não garante às empresas a obtenção de resultados concretos em relação a avanços tecnológicos e de inovação. O desafio de se manter competitiva e preparada para o lançamento de novos projetos, disputar novos clientes e a aprimorar e/ou desenvolver novos produtos e tecnologias requer não só a continuidade de políticas e financiamento de longo prazo, mas também mão de obra especializada (GOMES et al., 2017).

A formação de mão de obra especializada (profissionais de nível superior ou médio, nas linhas de produção ou em instituições de pesquisa e universidades), é um processo que demanda tempo e investimento financeiro.

Neste aspecto, a interação e parceria estreita da Embraer com as duas principais instituições de pesquisa e tecnologia do setor aeronáutico – o ITA e CTA – são fundamentais para a formação de engenheiros e quadros técnicos de excelência. No que se refere à importância de políticas públicas de longo prazo e investimentos em PD&I, destacam que nos principais países que contam com uma indústria aeroespacial, a existência de políticas de apoio governamental e infraestrutura são elementos fundamentais para o sucesso comercial e

<sup>26</sup> O que contribuiu para a estruturação de um Sistema Paulista de Parques Tecnológicos pelo governo do Estado de São Paulo, em 2006. Cabendo destacar que a coordenação do referido sistema é feita pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico e é financiado por meio de um projeto especial da FAPESP, para estruturar e fortalecer um sistema regional de inovação, com destaque para o setor aeroespacial.

tecnológico das empresas, contemplando a existência de órgãos governamentais que atuam na coordenação dos diversos atores: indústrias, centros de pesquisas, universidades (GOMES et al., 2017).

A importância da Embraer para a constituição de um *cluster* para o setor foi destacado por todos os entrevistados. Considerando a época de criação da empresa, o entrevistado E-1 comentou que “o sistema setorial ou tecnológico hoje existente ou foi desenvolvido pela Embraer ou pelos fornecedores que apoiaram a construção dos (novos) protótipos criados pela empresa, através de seus escritórios de projeto” e corrobora a visão da Embraer como empresa âncora do sistema setorial aeronáutico do país.

#### **4.2.10 Aspectos sobre Política de Propriedade Intelectual da Embraer**

Segundo Mowery (2015), a importância relativa do uso formal dos DPI na indústria aeronáutica guarda relação com a influência do governo na indústria, na sua maioria, como patrocinador de tecnologias militares, frequentemente transferidas e aplicadas para o segmento de aviação comercial. Este modelo se encontra estabelecido nos EUA desde o final da Primeira Guerra Mundial.

Neste contexto, o autor destaca que os governos também influenciaram fortemente a estrutura de financiamento de P&D, de encomendas tecnológicas, nos processos de regulamentação da indústria e, em muitos casos, do controle direto e processo de aquisição das próprias aeronaves. Para o autor esta configuração influenciou o processo de utilização de patentes e outras formas de proteção pelas empresas do setor de forma tímida (*weak-patent environment*), especialmente no período de 1917 a 1975 (MOWERY, 2015).

Mais recentemente, com o avanço da competitividade das empresas na indústria global, essa tendência foi sendo modificada. Além disso, a utilização estratégica dos DPI também está associada ao grau de inovação e volume de investimento feito pelas empresas, na medida em que a decisão por proteger seus ativos (patentes, desenho industrial, marcas, dentre outros), está relacionada também à expectativa de retorno de investimentos e monopólio temporário, ou seja, a possibilidade de excluir terceiros por determinado período de tempo (MOWERY, 2015).

As informações da literatura sobre o histórico da Embraer em relação à sua estratégia de Propriedade Intelectual (PI) são escassas. As principais fontes disponíveis sobre o assunto são: registros feitos por colaboradores da empresa em eventos específicos, como na REPICT (Rede de Propriedade Intelectual do Rio de Janeiro) e da Associação Brasileira de

Propriedade Intelectual (ABPI); dados dos relatórios anuais da empresa e da mídia especializada; documentos e relatórios de organismos multilaterais e nacionais de propriedade intelectual.

O histórico da Embraer em relação ao uso estratégico dos DPI apresenta uma trajetória que pode ser dimensionada em períodos distintos: desde sua criação e durante várias décadas até a privatização onde se observa a preocupação em registros de marca e desenho industrial, e a partir da década de 2000, quando a empresa decidiu estruturar esta atividade de forma mais estratégica para o negócio da empresa. A criação de uma unidade voltada para a gestão de PI na empresa se deu em 2006, mudou a atuação da empresa em relação ao tema, o que se mostrou muito importante e em linha com o processo de expansão das operações da companhia, o aumento do portfólio de produtos e serviços e a crescente necessidade de proteção de suas tecnologias em mercados globais, segundo comentários apresentados pelo entrevistado (E-4).

Em 2006, o vice-presidente industrial da companhia – Sakoshi Yakota, em entrevista para publicação sobre casos de sucesso de uma agência federal de inovação comentou o assunto: “Fomos relapsos com patentes; manter a proteção nos Estados Unidos e na Europa custa caro. Dificilmente se paga menos de US\$ 10 mil por patente, então é preciso ser criterioso na hora de investir nisso”, registrando que o uso estratégico de PI traria ganhos para a empresa e seu modelo de negócio, trazendo maior competitividade para a empresa frente a seus concorrentes e completou: “Agora estamos mudando de atitude, depois que vimos soluções nossas incorporadas por concorrentes”. Naquela época, a empresa contabilizava apenas 4 patentes e 51 marcas registradas (GONÇALVES e BRANDÃO, 2006).

A partir daí, a empresa passou a ser usuário ativo do sistema de patentes, segundo informações apresentadas em palestra pelo gestor na época durante evento sobre propriedade intelectual no Rio de Janeiro. Na ocasião o gestor comentou também que a estratégia adotada pela empresa até então tinha sido baseada em segredo industrial e *know-how*, além do registro de marcas, de certa maneira acompanhando a tendência utilizada por outras empresas nos projetos de defesa.

Conforme apontado por Takaki et al. (2008), as empresas brasileiras passaram a intensificar suas atividades de patenteamento principalmente a partir do início da década de 2000, em parte estimuladas pela implementação de políticas públicas como a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), pela Lei de Inovação (2005) e outras ações de fomento das principais agências federais de fomento.

No que se à Embraer os autores avaliam que a preocupação da empresa em proteger seus ativos intangíveis se deu a partir de 2001, possivelmente motivada pela evolução da inserção internacional da empresa e a competição com novos concorrentes, como por exemplo a russa Sukhoi e a chinesa AVIC. Registram ainda que as patentes apresentavam concentração na classe B64 (Aeronaves, Aviação, Cosmonáutica), de acordo com a nomenclatura da Classificação Internacional de Patentes, adotada pelo INPI (TAKAKI et al., 2008).

A baixa atividade de patenteamento da empresa pode ser avaliada também em função da situação do sistema de inovação da indústria aeronáutica brasileira, concentrado, em grande parte, no desenvolvimento de tecnologias e/ou sistemas considerados de grau de relevância mediana no contexto da fronteira tecnológica do setor (FILHO et al., 2009).

Segundo o gestor responsável pela unidade de propriedade intelectual da empresa em 2012, naquele ano a Embraer já tinha 800 pedidos de patentes, depositados em vários países por meio do tratado *Patent Cooperation Treaty (PCT)*, condição que permitiu a realização de contratos de licenças cruzadas com outros parceiros, alguns sem custo, que permitiram complementar a expertise tecnológica da empresa. A partir deste período, segundo o mesmo, a estratégia de PI da empresa passou a funcionar em “estrito alinhamento” com a estratégia de negócio da empresa (Entrevistado E-4).

As tendências apresentadas pelo gestor de PI da Embraer na época parecem ter sido verificadas mais recentemente por outros autores.

Maculan (2013) registra que os investimentos em P&D e a capacitação dos quadros especializados contribuiu, de forma significativa, para a ampliação e diversificação de fontes de conhecimento da empresa, destacando que os processos de transferência de tecnologia por meio das parcerias de risco foram importantes no processo de aprendizado e desenvolvimento de tecnologias, principalmente após a privatização. No que se refere a PI, aponta que a Embraer apresentou uma maior atividade de patenteamento no período entre 2003 e 2009 do que em épocas anteriores, com depósito de 62 pedidos de patentes, ainda que somente 14 tenham sido concedidos.

Informações veiculadas na mídia brasileira também fazem menção ao assunto:

Apontada por especialistas como a empresa mais inovadora do Brasil, a Embraer é dona de uma carteira de 360 patentes, 46 delas obtidas em 2017, segundo dados do relatório anual da empresa. O número de patentes é resultado de uma agressiva estratégia de investimento em pesquisa e desenvolvimento, adotada nos últimos 10 anos. Até 2006, as patentes da Embraer não passavam de 10. Atualmente, dos cerca de US\$ 6 bilhões faturados pela empresa, 10% são aplicados em pesquisa de novos produtos e serviços (JORNAL O GLOBO, 05.07.2018).

O tema também foi abordado pelos entrevistados considerando tanto as ações da empresa como também o histórico pouco consolidado do Brasil para propriedade intelectual, em função do investimento tardio em inovação; este fator associado aos custos envolvidos e a necessidade de maior gestão de um portfólio de patentes, fez com que a empresa desse mais importância ao assunto somente em períodos mais recentes (Entrevistados E-3 e E-4).

Um dos entrevistados que integrou a equipe da empresa de gestão de PI enfatizou que a questão relacionada aos DPI não era tratada de forma estratégica no histórico da Embraer, ainda que a proteção por segredo industrial fosse bem assimilada na cultura da empresa. Segundo informações do gestor, a estruturação de uma unidade para tratar do assunto teve início a partir de 2004, e foi considerada em função da expansão da atuação da Embraer em outros mercados. Adicionalmente, registrou que os altos custos envolvidos nos depósitos de patente via PCT e os custos de manutenção do *portfólio* eram fatores considerados na gestão da empresa. De uma maneira geral, considerou que a estratégia de PI da empresa poderia ser avaliada como mais defensiva, até recentemente (Entrevistado E-4).

Dados do relatório anual da empresa, publicado em 2018, indicam os principais *drives* da política de PI: incentivo para inovação e vantagem competitiva; busca da proteção adequada para os ativos intelectuais da empresa; suporte à estratégia de inteligência competitiva; gestão sobre risco de infringir direito de terceiros; exploração comercial de ativos de PI. Indicam também que, no período entre 2011-2016, a empresa depositou pedidos de 314 patentes no âmbito do PCT e, no exercício de 2018 foram publicadas 93 novas patentes, sendo 23 no Brasil e 70 no exterior. (EMBRAER, 2018).

Em matéria publicada em 2018, algumas informações sobre a estratégia de PI de empresas do setor aeronáutico no segmento de novos materiais, especialmente compósitos, mostram um pouco da dinâmica do setor em relação ao assunto a partir de estudo feito pelo CECOMPI:

entre as que mais registram pedidos de patentes nas empresas aeroespaciais, a Boeing, Airbus e Nasa aparecem entre os principais titulares de patentes sobre compósitos. Outros fabricantes de aeronaves como a Embraer e a Bombardier encontram-se vulneráveis por ainda não dominarem as tecnologias de materiais com a mesma profundidade da Boeing e da Airbus, principalmente devido ao papel estratégico que os materiais ocupam hoje nos desenvolvimentos de aeronaves mais leves, econômicas e seguras”. Para o ex-presidente da Embraer Ozires Silva a proteção intelectual da inovação também pode se tornar um diferencial competitivo no mercado e por isso é estratégica para os negócios da empresa. “Na década de 80, a Embraer desenvolveu uma manete única para a aeronave Tucano e nós não registramos a patente. Logo depois a suíça Pilatus aplicou a solução em uma aeronave concorrente do Tucano (VALOR ECONÔMICO, julho, 2018).

Informações disponíveis na base de patentes do Escritório Europeu de Patentes (Espacenet)<sup>27</sup> sobre a atividade patentária das quatro maiores empresas do setor demonstram a posição da Embraer com um número ainda reduzido em relação às demais: a Boeing tem 18.078 patentes; a Airbus, 12.661 patentes; e, a Embraer, 90 patentes. No relatório anual sobre o Brasil publicado pela OMPI em 2019, a Embraer se encontra entre as 10 principais depositantes via PCT, conforme demonstrado na Tabela 1:

Tabela 1: As 10 organizações brasileiras principais depositantes no PCT

PCT Top Applicants	2017	2018	2019
Applicant			
PETROLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS	3	9	32
BRASKEM S.A.	4	8	16
NATURA COSMETICOS S.A.	17	13	12
CNH INDUSTRIAL BRASIL LTDA.			10
ELECTROLUX DO BRASIL S.A.	1	2	10
ROBERT BOSCH LIMITADA	14	3	10
ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP	24	30	9
STARA S/A INDUSTRIA DE IMPLEMENTOS AGRICOLAS	1	2	7
EMBRAER S.A.	5	5	6
FMC TECHNOLOGIES DO BRASIL LTDA	9	5	6

Fonte: Wipo, 2019.

Além das patentes, outros mecanismos de apropriação utilizados pela empresa são: marcas e desenho industrial. Exemplos de desenhos industriais desenvolvidos pela empresa são: painéis de controle de aeronaves, *sidesticks* (manches de comando ativo), paredes internas de cabine de passageiros, esquema de pintura externa de aeronaves, *layout* de unidade de serviço de passageiros (*Passanger Services Unit – PSU*), com registros feitos no país e no exterior (ABPI, 2019).

Na avaliação de dois colaboradores da empresa (E-3; E-4), até o início dos anos 2000, a política de PI poderia ser considerada como “defensiva”, o que fez a empresa deixar de usar alguns ativos de forma mais estratégica, mas ponderam que o esforço das equipes envolvidas com o assunto e a percepção dos gestores da alta direção quanto a importância do tema, já mostram resultados expressivos para a empresa.

#### 4.2.11 As encomendas tecnológicas e as políticas de *offset*

Além das institucionalidades organizacionais, apresentadas nas seções anteriores, é necessário destacar o papel de outras duas institucionalidades importantes e estratégicas para

<sup>27</sup> Disponível via apresentação oral e anais do Seminário Nacional da Propriedade Intelectual da Associação Brasileira de Propriedade Intelectual (ABPI, 2019). Rio de Janeiro, 2019.

a indústria aeronáutica, quais sejam: a) as encomendas tecnológicas ou compras governamentais – institucionalidade operacional/ instrumental; e, b) as políticas de *offset*, ou seja, acordos de compensação comercial, industrial ou tecnológicas, considerada no âmbito deste estudo como uma institucionalidade sistêmica, citada na seção 3.2.4 deste capítulo.

#### **4.2.11.1 A importância das encomendas tecnológicas para a Embraer**

As encomendas tecnológicas (ETEC) são definidas como instrumento de política de desenvolvimento tecnológico que surgem como alternativa aos tradicionais investimentos nessa área, os quais se guiam pela curiosidade do pesquisador e/ou pela estratégia de mercado da firma, ou seja, se caracteriza por um tipo específico de compra pública em que o governo contrata empresas capazes de criar soluções para problemas de interesse do país<sup>28</sup>.

Nestes casos, o produto ou serviço encomendado não existe ou não se encontra disponível no mercado, o que permite a contratação direta de potenciais fornecedores, como ocorreu com o desenvolvimento do sistema de posicionamento por satélite (GPS), resultado de encomendas realizadas pelo projeto Navstar, desenvolvido pelo governo americano nos anos 1960 com a finalidade de aperfeiçoar o sistema de navegação das forças armadas, entre outros. No Brasil, as encomendas tecnológicas foram regulamentadas no âmbito do atual marco legal de inovação, mais especificamente pelo Artigo 33 do Decreto no 9.283, de 7 de fevereiro de 2018 (RAUEN e BARBOSA, 2019).

A importância das encomendas tecnológicas para a indústria aeronáutica e, em particular, para a trajetória da Embraer foi enfatizada por todos os entrevistados. Como registrado por vários autores, a empresa teve seu início exatamente para viabilizar o projeto do avião Bandeirantes, atendendo a encomenda de fabricação de aviões regionais. Na visão dos gestores e ex-gestores da empresa (E-1; E-2):

Ao longo do tempo, a empresa avançou a partir de demandas - encomendas - feitas pelo Estado Nacional de diversos produtos no segmento aeronáutico, com grandes resultados para a Embraer e toda uma cadeia de fornecedores e parcerias importantes, o que permitiu a

<sup>28</sup> Alguns exemplos clássicos citados pelos autores como sendo tecnologias criadas a partir de demanda governamental são: o sistema de posicionamento por satélite (GPS), resultado de encomendas realizadas pelo projeto Navstar, desenvolvido pelo governo americano nos anos 1960 com a finalidade de aperfeiçoar o sistema de navegação das forças armadas; o projeto do veículo Jeep, encomendado pelo governo americano no início da Segunda Guerra Mundial para melhorar o transporte de soldados em terrenos irregulares; a internet desenvolvida a partir da Arpanet, resultou da encomenda de uma rede de comunicação com fins militares do Departamento de Defesa dos Estados Unidos no final da década de 1960, entre outras (RAUEN e BARBOSA, 2019).

consolidação da empresa no mercado nacional e também acessar outros mercados e intensificar seu processo de internacionalização (Entrevistado E-1).

#### **4.2.11.2 A importância das políticas de *offset* para a Embraer**

As políticas de *offset* são, conforme citado anteriormente, acordos de compensação comercial, industrial ou tecnológica, que se configuram como toda e qualquer prática compensatória, acordada entre as partes, como condição para importação de bens e/ou serviços, com a intenção de gerar benefícios de natureza comercial, industrial e tecnológica, conforme conceito estabelecido na Portaria Normativa nº 764/MD/2002 (CORREA, 2017).

A importância estratégica dessa institucionalidade sistêmica é abordada por vários autores e discutida a seguir (RIBEIRO, 2009; GOMES et al., 2017; HIRATA, 2017).

Segundo Hirata (2017), as políticas de *offset* são implementadas por diferentes mecanismos de compensação, a saber: produção sob licença, coprodução, produção sob subcontrato, investimento, transferência de tecnologia e contrapartida:

1- Produção sob licença: quando existe efetiva troca de tecnologia entre empresas estrangeiras e nacionais visando à construção e reprodução de determinado produto, ou parte de algum produto no território do país comprador, que antes seria produzido apenas em território estrangeiro;

2- Coprodução: a produção do produto acontece totalmente ou parcialmente no país contratante, por meio de técnicas fornecidas pelo país contratado, por meio de acordos prévios entre os governos ou, até mesmo, entre o governo e uma empresa privada;

3- Produção sob subcontrato: a produção de parte do componente ocorre no país contratante, por empresa privada ou não, sem a necessidade de aprendizado de novas tecnologias. Neste caso, o acordo é estabelecido diretamente entre a empresa estrangeira envolvida e a nacional;

4- Investimento: ocorre para expandir ou ampliar uma empresa nacional, por meio de investimentos estrangeiros diretos ou pela junção entre duas empresas por certo tempo;

5- Transferência de Tecnologia: ocorre quando o desenvolvimento de uma empresa nacional se dá a partir de conhecimentos adquiridos em empresas estrangeiras;

6- Contrapartida: são acordos comerciais que podem ocorrer de três formas: a) por meio de troca, quando são negociados produtos ou serviços de valor equivalente; b) por contracompra, que ocorre quando a empresa estrangeira providencia um comprador do produto nacional ou serviços de empresa nacional; e, c) por

subcontratação, quando a empresa estrangeira aceita como pagamento produtos derivados do produto que foi vendido ao país contratante.

Na visão do autor, sob o nome de Compensação Comercial, Industrial e Tecnológica (CCIT), os *offsets* têm sido utilizados no Brasil desde a década de 1970 visando ampliar a oferta de tecnologia estrangeira no setor aeroespacial. Recentemente essa prática ganhou uma renovada relevância para o setor – haja visto que, somente no Comando da Aeronáutica, no âmbito da Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate (COPAC), entre 2000 e 2016, foram firmados Acordos de *Offset* no valor de aproximadamente US\$ 13,3 bilhões, relacionados a compras de novos sistemas de defesa no valor aproximado de 9,5 bilhões de dólares americanos.

Cabe destacar que a FAB é pioneira e instituição mais experiente no uso de contratos de *offset* no Brasil, pois ela vem usando cláusulas de compensação em contratos de compras desde os anos 50, quando adquiriu o avião *Gloster Meteor* do Reino Unido. O Ministério da Defesa se utiliza desse instrumento em diversos projetos estratégicos (HIRATA, 2017).

A importância estratégica das políticas de *offset* foi tema contemplado no roteiro da entrevista e destacada pelos entrevistados como uma institucionalidade sistêmica de grande relevância para a indústria aeronáutica:

As políticas de *offset* são um aspecto importante para a indústria de aviação e, em particular para a Embraer. Na nossa visão esta é uma lacuna grande no país. Apesar de várias iniciativas do governo, o que se percebe é que as políticas de *offset* ainda são incipientes, para não dizer inexistentes. Podemos dizer que o país carece de uma política robusta para este aspecto o que afeta também a oportunidade de encomendas tecnológicas para atender demandas da indústria nacional e global. Seria importante que o Estado desse mais atenção a isso, considerando as estratégias das empresas nacionais e buscando um alinhamento maior entre diversas instâncias do governo, envolvendo não só o Ministério das Relações Exteriores (MRE), hoje o principal interlocutor no governo para o assunto, mas também outros atores, como o Ministério da Economia, consulados e representantes comerciais e diplomático de outros países (Entrevistado E-2).

O entrevistado destaca ainda a necessidade de que o Brasil formule, de fato, políticas de *offset* para “o Brasil vender o Brasil” contribuindo desta forma para o fortalecimento das empresas do segmento industrial:

É uma pena que muitas vezes os atores do sistema vejam isso (o estabelecimento de políticas de *off-set*) mais como uma obrigação do que um diferencial e oportunidade de negócios, diferentemente do que observamos em outros países (Entrevistado E-2).

#### 4.2.12 A importância das atividades de certificação e homologação para a indústria aeronáutica

Outras atividades importantes para a atuação das empresas da indústria aeronáutica são as de certificação e homologação, assuntos contemplados no roteiro das entrevistas e que foram destacadas pelos entrevistados, com destaque para os comentários de representante da alta gestão da empresa (E-2):

Esses são aspectos (certificação e homologação) bastante importantes. Na aviação civil em particular a regulamentação é bastante rígida e extremamente detalhada. Como podemos considerar os requisitos e regulamentação sobre os aspectos de segurança são críticos. As atividades de validação, certificação e especificações técnicas são o “core” do negócio! No caso da Embraer temos uma grande competência instalada na empresa e um relacionamento bastante próximo com a maioria dos fornecedores. Com exceção dos motores, a Embraer tem uma competência bastante importante e diferenciada, o que representa um ativo muito forte da empresa.

No componente **certificação**, a empresa tem tido bastante sucesso e atua conforme as especificações das principais agências do setor, com destaque para a ANAC, no Brasil; a FAA nos EUA e a EASA na Europa. Esta é uma competência central da empresa e fundamental para as atividades de comercialização e exportação para os mercados dos EUA e Europa, com papel supercentral para as certificadoras, principalmente do segmento de aviação civil.

Pode-se dizer que a competência da Embraer nesses segmentos é fundamental para atuação da empresa e funciona também como barreira de entrada a outros concorrentes. Destaca ainda que os processos de certificação feitos pelo CTA e ANAC são fundamentais para a indústria e o bom desempenho da empresa. É importante registrar que essa expertise também pode ser expandida para outros segmentos de atuação da empresa e até mesmo para outros setores. Um bom exemplo é como a empresa se beneficiou dessa competência no segmento de aviação executiva, principalmente no período de 2005 a 2019; com isso foi possível incorporar várias tecnologias desenvolvidas para projetos da aviação civil em outros produtos de aviação, soluções voltadas à segurança e conforto nos aviões e plataformas do Legacy 500 (Entrevistado E-2)

No que se refere ao atendimento às normas técnicas do setor, o ex-gestor da empresa (E-1) enfatiza a importância do atendimento às mesmas para o negócio da empresa e para as empresas parceiras de desenvolvimento tecnológico, ressaltando que na época da criação e fases iniciais da atuação da Embraer “as **normas técnicas** eram menos amplas do que na atualidade”.

Segundo o entrevistado E-1, a Embraer sempre buscou cumprir as normas internacionais existentes que eram publicadas e atualizadas pelos Estados Unidos, Inglaterra e Europa (em sua maioria francesas) e registra que “Com essa visão estratégica foi mais fácil conseguir as aprovações dos demais países, estrutura que existe até hoje!” (Entrevistado E-1).

Na visão desta autora, esta institucionalidade se estruturou com base nas competências tecnológicas e de gestão de projetos adquiridas pela empresa ao longo do tempo, mas já estava presente desde o desenvolvimento de seu primeiro projeto, o Bandeirantes, quando na década de 1980 a empresa obteve a homologação final da aeronave pela FAA, agência do

governo americano, contribuindo para a inserção do Bandeirantes naquele mercado (MIRANDA, 2007; MACULAN, 2013).

Ao longo da trajetória da empresa, os processos de certificação e homologação foram fundamentais para o sucesso comercial de vários projetos, com destaque para as aeronaves da família ERJ 145, no programa EMB 170/190; e, mais recentemente, para o desenvolvimento do projeto do cargueiro militar – o KC-390 (RIBEIRO, 2009; VIEIRA e FISHLOW, 2017).

As tecnologias e soluções desenvolvidas para projetos de aeronaves dos segmentos de aviação comercial e executivo fez com que a empresa adotasse uma dinâmica de utilização de tecnologias desenvolvidas para estes segmentos que foram importantes para dar maior autonomia de voo, *performance* e segurança para os projetos do setor de defesa e segurança. A tendência de “relativização” da fronteira entre a pesquisa e atividades de desenvolvimento tecnológico dos segmentos “civil” e “militar” é objeto de estudo de vários autores.

Mallik (2004) registra a tendência sobre esta característica contemporânea da inovação no setor aeronáutico, onde muitas tecnologias são desenvolvidas por empresas de setores conhecidos como “civis”, promovendo o movimento de “*spin in*”, i.e, o transbordamento da área civil à militar, ao mesmo tempo em que produtores de equipamentos militares estão se voltando para o desenvolvimento de tecnologias civis que se adaptam para aplicações militares.

Segundo o autor, a intensificação deste movimento tem origem na vantagem de menor tempo de desenvolvimento conquistada pelos civis; se em outros períodos a inovação nos sistemas militares estimulava a inovação em áreas civis, o processo longo e repleto de considerações complexas sobre integração, interoperabilidade e efetividade de custo considerados nas demandas do segmento de defesa, nem sempre atendem ao ritmo exigido pelo mercado na atualidade. Destaca ainda que as áreas de aeronáutica, eletrônica, propulsão, direcionamento, sensores e eletrônica digital, além das tecnologias de informação e comunicação têm sido objeto de interesse da esfera militar e vem apresentando avanços no âmbito de pesquisas civis (MALLIK, 2004).

Schmidt (2013) registra ainda que tal situação sugere que os investimentos nas infraestruturas científicas e tecnológicas não sejam fragmentados desta forma simplista, mas, sim, gerenciados em uma visão mais integrativa, que enfoque na efetividade do desenvolvimento da tecnologia alvo, seja civil ou militar.

Esta tendência apontada pelos autores também é observada no projeto do cargueiro militar, o KC-390, e será abordada nas próximas seções.

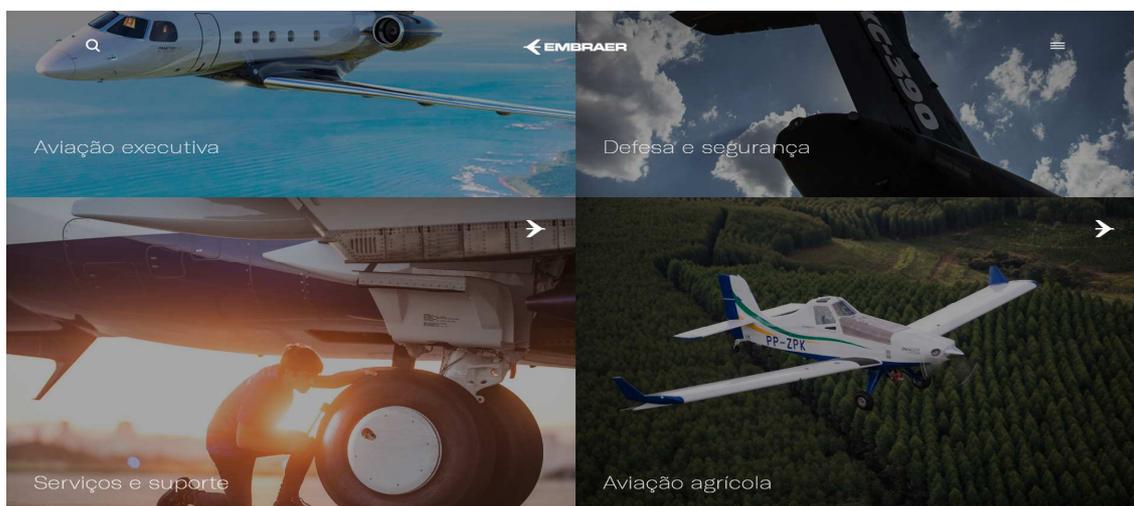
### 4.3 O projeto do avião cargueiro KC-390 Millenium

A Embraer é hoje líder global no segmento de jatos de até 130 assentos, respondendo por 29% (*market-share*) do mercado global e o 3º maior fabricante de jatos comerciais do mundo. Com receita líquida de R\$ 18,7 bilhões, em 2018, onde mais de 44% do seu faturamento foi resultado de inovações implantadas no período de 2013-2018. A empresa é a maior exportadora de alto valor agregado do país. Conta com cerca de 18.000 colaboradores, dos quais mais de 4.000 são engenheiros, distribuídos em operações em 28 cidades do Brasil e no exterior, entre centros de pesquisa e engenharia, fábricas e centros de logística e distribuição em 10 países: EUA, México, França, Holanda, Reino Unido, Irlanda, Portugal, Emirados Árabes, China e Singapura (EMBRAER, sitio institucional, 2018).

Os principais segmentos de atuação da Embraer são: a aviação comercial, a aviação executiva, a aviação agrícola e a aviação no segmento de defesa e segurança, conforme figura 2.

No que se refere a investimentos em PD&I, em 2018, a empresa investiu US\$ 313,8 milhões em desenvolvimento de produtos, melhorias tecnológicas, convênios e parcerias ((EMBRAER, sítio institucional, 2018).

Figura 2. Segmentos de atuação da Embraer



Fonte: Embraer, sítio institucional, 2019.

A partir da análise da trajetória da Embraer buscamos identificar e analisar as principais institucionalidades presentes no projeto do avião cargueiro, o KC-390 Millenium apresentado na Figura 3, o maior avião já construído pela Embraer, com a perspectiva de estabelecer uma correlação entre as principais institucionalidades desenvolvidas pela empresa

ao longo do tempo e seu impacto no desenvolvimento do projeto, que, do ponto de vista tecnológico, se situa no estado da arte no segmento de defesa em função de suas características tecnológicas que serão detalhadas na conclusão deste estudo de caso (RIBEIRO, 2009; COSTA e SOUZA-CAMPOS, 2010).

**Figura 3: KC-390 Millenium**



Fonte: Gomes et al. (2017)

#### **4.3.1 Antecedentes e principais projetos da Embraer no segmento de defesa e segurança**

Segundo Costa e Souza-Santos (2010) a área de defesa teve grande importância para a construção das capacidades tecnológicas da Embraer, em grande parte em função da origem da própria empresa, criada para viabilizar o desenvolvimento de um projeto estratégico brasileiro, voltado para responder à necessidade de desenvolvimento de tecnologia e produtos aeroespaciais de alta complexidade tecnológica, aspecto também destacado por Forjaz (2003), Goldstein (2002), Miranda (2007) e Martinez (2007).

A linha de produtos deste segmento contempla diferentes versões de aviões de inteligência a partir da utilização de plataformas de jato regional ERJ 145, aviões de treinamento/ataque como o Super Tucano e, o projeto do cargueiro militar mais recente, o KC-390, que apresenta características distintas das necessidades da aviação civil, além da realização de projetos relacionados à integração de redes de inteligência, modernização de meia vida de aviões (a aeronave F5 de origem norte-americana e AMX fabricado pela própria empresa) e o fornecimento de peças (por exemplo, para modelos de helicópteros da norte-

americana Sikorsky) (COSTA e SOUZA-SANTOS, 2010). Os autores destacam as características mais importantes da área de defesa da Embraer:

- 1) o fato do faturamento da área de defesa ser, em geral, relativamente baixo em relação ao total da empresa;
- 2) a busca de projetos para responder a demandas de nichos de mercado com pouca concorrência, considerando a possibilidade de integração de equipamentos e componentes de diversas origens/projetos utilizando a capacidade criativa da empresa para a realização de desenvolvimentos tecnológicos mais expressivos, e, com isso, aumentar a sua competitividade no mercado global e em relação a seus principais concorrentes como a Boeing, empresa norte-americana e a europeia EADS; e
- 3) a busca para intensificar parcerias com outras empresas nacionais, internacionais com apoio financeiro do Estado brasileiro, a partir das diversas agências, com o objetivo de viabilizar novas tecnologias e produtos, com redução de riscos e custos, o que permitiu à empresa, mesmo depois da privatização, ampliar sua atuação na área de defesa, com maior diversificação de seus projetos, fundamentais para o seu resultado comercial e aquisição de *know-how* para projetos civis (COSTA e SOUZA-SANTOS, 2010).

Os autores registram ainda que, entre 1960 e 1980, o investimento em desenvolvimento da Embraer era, sobretudo, voltado para o desenvolvimento de equipamentos para uso militar, o que permitiu à empresa adquirir conhecimentos e capacidades tecnológicas (COSTA e SOUZA-SANTOS, 2010). Neste período, três projetos do setor de defesa ganharam destaque: os projetos dos aviões Xavante, Tucano e AMX, além de outros importantes projetos desenvolvidos pela empresa nos períodos mais recentes (1980-2000), cujas características são apresentadas no Quadro 14.

**Quadro 14: Principais projetos do segmento de defesa da Embraer**

Aeronaves do segmento de defesa	Características
Período 1960-1980	
Xavante (década 60)	Encomenda da FAB para renovação da frota de aviões de treinamento e de ataque ao solo. Projeto desenvolvido em parceria com a empresa italiana <i>Macchi</i> : aeronave Aermacchi MB-326G,

	que contribuiu para o processo de nacionalização da Embraer.
Tucano	Encomenda da FAB para atender a necessidade de uma aeronave de baixo custo e a turbopropulsão na década de 1970, apresentado no fim de 1970 como EMB 312, projetado pela Embraer e aprovado, em 1980, com o nome de Tucano; o marco foi a vitória na concorrência no Reino Unido, onde o projeto foi modificado com o auxílio da empresa irlandesa <i>Short Brothers PLC</i> para atender os requisitos britânicos. Em 1991, a França adquiriu 80 aeronaves Tucano, utilizado por mais de 15 forças aéreas do mundo.
AMX Aeronáutica Militar X	- Encomenda da FAB. Projeto de avião supersônico, caça de ataque e reconhecimento tático, a jato, capaz de voar em baixas altitudes, com maior facilidade de manobra do que a encontrada na aeronave Xavante. Desenvolvido em parceria com empresas de aviação italianas - a <i>Aeritalia</i> e <i>Aermacchi</i> , responsáveis pelas asas do avião, além do desenvolvimento dos sistemas hidráulicos, elétricos e eletrônicos, enquanto a fuselagem seria de fabricação italiana.
Período 1980-2000	
Desenvolvimento dos aviões de inteligência	conjunto de radares, satélites e sistemas de sensoriamento remoto da região amazônica utilizados na implantação do projeto SIPAM /SIVAM (Sistema de Proteção da Amazônia / Sistema de Vigilância da Amazônia). O programa previa a aquisição de aviões de inteligência, aliada à possibilidade de dotar a FAB de sistema de inteligência equiparado às estruturas/tecnologias encontradas em países desenvolvidos. Com este objetivo a Embraer transformou plataformas utilizadas no projeto ERJ 145 em bases de inteligência móveis, mais baratos e de menor porte que as aeronaves utilizadas pela OTAN. Os equipamentos foram entregues no fim da década de 1990, despertando o interesse de Grécia e México, e logo em seguida, da Índia.
Mirage 2000BR	o programa de reaparelhamento da FAB iniciado em 2000, que gerou a oportunidade da Embraer produzir e absorver tecnologias duais do caça de origem francesa, mais avançado que o modelo Mirage2000, em função da pequena participação acionária nas empresas Dassault e EADS.. O projeto foi implementado, mesmo que na época tivesse sido considerado ultrapassado e estar em fim

	de linha de produção na França. Neste caso, o processo de aquisição das aeronaves não foi realizada por compra direta, mas por meio de concorrência internacional conhecida como FX no começo da década de 2000. O projeto foi cancelado em 2003, sem resultado comercial como esperado.
Super Tucano	projeto de avião turboélice militar de alto desempenho, desenvolvido na década de 1980, com sistemas eletrônicos avançados, derivado do EMB-312 Tucano, com maior capacidade de ataque ao solo e antiguerilha. O projeto foi concebido para atender aos requisitos da FAB de uma aeronave para utilização em atividades de treinamento avançado de pilotos, nas missões de patrulha e interceptação do SIVAM, respondendo por maior poder de fogo, alcance e resistência do que o projeto anterior, o Tucano. Aeronave turbohélice, mas com tecnologia equivalente de um avião mais moderno; modelo único no seu segmento, mais avançado do que outros aviões de treinamento adaptados a missão antiguerilha, com potencial para o mercado internacional, comercializado para vários países: Chile, Colômbia, Equador, Canadá e República Dominicana.

Fonte: Elaboração própria, a partir de Ribeiro (2009); Vieira e Fishlow (2017)

Os dois primeiros projetos fazem parte de uma trajetória natural de busca de aquisição de tecnologia estrangeira seguida da tentativa de transformação em novos produtos da empresa, que foram bem sucedidos. No entanto, apesar do sucesso tecnológico em função da aquisição e desenvolvimento de tecnologia de caças a jato, o projeto AMX não apresentou o retorno comercial esperado, uma vez que não foi comercializado na quantidade pretendida, além de ter coincido com o período do fim da guerra fria, paralelamente à disponibilidade de aeronaves (caças) com tecnologias mais avançadas ofertadas e valores menores que as aeronaves brasileiras (VIEIRA e FISHLOW, 2017).

O projeto do avião turbohélice Tucano, avião militar de treinamento e ataque ao solo, encomendado pela FAB em 1982, com um pedido inicial de 118 unidades, contou com recursos financeiros do governo, mais especificamente por meio do apoio da Finep. O desenvolvimento deste projeto representou o início de atuação da Embraer no segmento militar. Assim como o Bandeirantes, o avião Tucano apresentou um sucesso de vendas e foi

objeto de um contrato com a *Royal Air Force* da Grã-Bretanha, que posteriormente ganhou nova versão: o Super Tucano. (FERREIRA, 2009; VIEIRA e FISHLOW, 2017).

A implementação do projeto AMX trouxe ganhos importantes para o aprendizado tecnológico da Embraer: com o projeto do avião caça-bombardeiro a empresa passou a dominar a tecnologia de aeronaves a jato, o que associado a outros avanços tecnológicos da aeronave, permitiu o início ao projeto ERJ-145, uma linha de jatos executivos iniciado em 1989, que representou também um aprendizado para o estabelecimento de parcerias com empresas estrangeiras<sup>29</sup> (FONSECA, 2012).

O aprendizado da empresa em relação à utilização de plataformas e tecnologias desenvolvidas para determinados projetos específicos aliados à capacidade de adaptá-las e integrá-las em outros projetos de aeronaves, mesmo de segmentos diferentes, também é destacado por Ferreira et al. (2011) ao avaliar os projetos do ERJ 145 e no programa 170/190.

No que se refere ao programa ERJ 145, os autores registram que este foi a base para o aprofundamento da organização do primeiro nível da cadeia de suprimentos, por meio de contratos de risco, destacando que a parceria também ocorreu como alternativa à falta de recursos financeiros por parte da empresa e não só pelo compartilhamento de risco; as especificações técnicas, no entanto, eram mais rigorosas tanto para o parceiro de risco quanto para o fornecedor comum (FERREIRA et al., 2011; VIEIRA e FISHLOW, 2017).

Essa competência - desenvolvimento de projetos em parceria com outras empresas do setor - característica da indústria aeronáutica mundial, também se revelou como uma institucionalidade essencial para o desenvolvimento de projetos de aeronaves em outros segmentos de atuação da Embraer e, por consequência, fator-chave para a consolidação da empresa nos mercados interno e global, fundamental também para o projeto do KC-390 Millennium (MIRANDA, 2007; FONSECA, 2012; RIBEIRO, 2009; VIEIRA e FISHLOW, 2017).

O marco para a evolução dos projetos na área de defesa da Embraer foi o projeto e execução de modernização dos cerca de 50 caças F5 Tiger II da FAB em conjunto com a israelense *Elbit* (subcontratada da Embraer) para auxílio e transferência de tecnologia. Não que a modernização do caça F5 não tenha sido feita por outros países, mas o projeto da

<sup>29</sup> Outros três projetos desenvolvidos pela empresa na década de 1980 são: o BEM 120 Brasília (bimotor turbohélice, pressurizado e com baixo nível de ruídos internos), que alcançou sucesso comercial; o CBA 123, desenvolvido em parceria com o governo argentino, que incorporou insumos tecnológicos importantes, além do *design*, mas que em função do custo, não obteve sucesso nas vendas; e, o ERJ-145, versão a jato do avião Brasília, a partir de tecnologia desenvolvida no CBA 123. Ainda que não tenha apresentado o resultado comercial esperado, o projeto do CBA 123 foi importante para a concepção de outros projetos da Embraer, notadamente a família de aviões Embraer Regional Jet (ERJ) (VIEIRA e FISHLOW, 2017).

Embraer criou um avião customizado para a FAB. Recentemente, a Embraer desenvolveu o projeto de modernização dos AMX (EMBRAER, 2010).

Costa e Souza-Santos (2010) destacam 3 características principais nos projetos de aeronaves para o segmento de defesa produzidas pela Embraer, quais sejam:

1) a participação deste segmento no faturamento geral da empresa, relativamente baixo em relação ao total;

2) a necessidade de atuar em nichos de mercado em que exista pouca concorrência; e,

3) atuar em nichos de mercado onde seja possível integrar equipamentos e componentes de diversas origens e projetos de outros segmentos como o de aviação civil, buscando a geração de novas tecnologias, que permitissem que a empresa atuasse de forma competitiva em relação aos concorrentes no mesmo segmento, com destaque para a norte-americana Boeing e a europeia EADS.

O segmento de defesa da empresa envolve diversas atividades: o desenvolvimento e produção de aviões de combate em si, mas também produção sob licença, adaptações, manutenção, desenvolvimento de projetos de modernização, homologação e introdução de novos equipamentos, desenvolvimento de *softwares*, materiais e equipamentos espaciais (FONSECA, 2012).

A Embraer é a maior fabricante de equipamentos de defesa do país, se destacando como a grande fornecedora de aviões para a FAB, com destaque para os aviões de combate e de vigilância aérea, o que possibilita ao Brasil ocupar um grupo de países, de cerca de quinze nações cujas forças aéreas são equipadas, em grande maioria, com aeronaves de fabricação nacional. O que se constata é que, após o processo de privatização, a atuação da empresa neste segmento cresceu e se diversificou com o desenvolvimento de produtos de maior complexidade tecnológica gerando maior importância destes projetos, tanto para o resultado financeiro como para o desempenho tecnológico da Embraer, incluindo a aquisição de *know-how* para projetos civis. No que se refere ao impacto financeiro, em 2018, o segmento de defesa respondeu por cerca de 16 % do faturamento da empresa (COSTA e SOUZA-CAMPOS, 2010).

Cabe destacar que estas características também estão presentes nas principais empresas do setor aeronáutico de outros países, que, em sua grande maioria possui uma configuração institucional bem estruturada com departamentos, ministérios e agências voltados ao setor de defesa, proporcionalmente grandes em relação a outros setores, liderando projetos considerados estratégicos pelos países, envolvendo grandes somas de recursos financeiros, com destaque para o governo americano. Segundo os autores existe um grande

número de empresas especializadas em componentes e equipamentos como radares e motores, que, ao mesmo tempo, se utilizam de tecnologias desenvolvidas em outros projetos da aviação civil, mantendo desta forma, a sua competitividade .

Com o lançamento da Estratégia Nacional de Defesa (END), em 2008, foi estabelecido um plano de ações estratégicas de médio e longo prazo com o objetivo de modernizar a estrutura nacional, incluindo o reaparelhamento das forças armadas, onde o projeto KC-390, cumpria uma dupla função: suprir as demandas operacionais da FAB e estimular o desenvolvimento e a capacitação tecnológica da indústria aeronáutica brasileira (RIBEIRO, 2009).

Conforme destacado por Costa e Souza-Santos (2010), a linha de produtos do segmento de defesa da Embraer abrange versões de aviões de inteligência utilizando as plataformas de jato regional ERJ 145, aviões de treinamento/ataque como o Super Tucano e, mais recentemente, a implementação do projeto de cargueiro militar KC-390, com características diferentes dos projetos das aeronaves da aviação civil, além da implementação de projetos como integração de redes de inteligência, modernização de meia vida de aviões (tais como F5 de origem norte-americana e AMX fabricado pela própria empresa) e o fornecimento de peças (por exemplo, para modelos de helicópteros da norte-americana Sikorsky).

Citam como exemplos, a empresa norte-americana Raytheon que produz radares e equipamentos de sistemas eletrônicos para aeronaves com funções militares, a partir de radares civis e de controle de tráfego aéreo, utilizando tecnologias duais e o conhecimento adquirido nos projetos militares e empresa Sukhoi, tradicional fabricante de caças russa que lançou, no início da década de 2000, o jato regional Superjet 100 utilizando tecnologia e conhecimento adquirido em projetos militares, mas tentando adequar aos custos, durabilidades e manutenção requerido pelo mercado civil mundial (COSTA e SOUZA-SANTOS, 2010).

A proposta da Embraer com o cargueiro C-Millennium 390, é ocupar o mercado ocidental que tem apenas um competidor, o Hércules C-130, projeto original da década de 1950, produzido pela norte-americana *Lockheed Martin*, portanto, momento em que a vida útil dessas aeronaves, utilizadas em mais de 100 países, incluindo o Brasil, está chegando ao fim de um ciclo, sem a oferta de novos modelos disponíveis no mercado internacional. O competidor mais próximo do Hércules C-130 é o AirBus A-400, com maior custo e maior capacidade de carga do que o HC-130. Para as forças aéreas acostumadas ao padrão ocidental,

o uso de aviões de transporte russos ou orientais é praticamente descartado, porque o custo de adaptação é elevado (COSTA e SOUZA - SANTOS, 2010).

Em função do cenário existente à época, o mercado para o KC-390 se apresentava como atrativo, não apenas para as forças aéreas, mas também para o mercado civil de transporte de cargas.

Entre as características que diferenciam o cargueiro do seu principal competidor, o C-130J Super Hercules da empresa americana *Lockheed Martin*, destacam-se: (i) a turbina que permite voar mais rápido e com maior alcance de vôo (voa com 4 motores turbohélices, enquanto o KC-390 tem duas turbinas a jato); (ii) ter uma arquitetura mais moderna visando reduzir custos e tempo de manutenção; e, (iii) principalmente, usar tecnologias e equipamentos conhecidos e disponíveis no mercado para conceber o avião, reduzindo custos e riscos (COSTA e SOUZA-SANTOS, 2010).

Segundo Hirata (2017), o projeto KC-390 é a maior aeronave já produzida no Brasil, projeto que conta com a participação de mais de 50 empresas brasileiras e de países como: Argentina, Portugal e República Tcheca. Para o autor, o projeto do cargueiro militar é também resultado de uma longa parceria entre a FAB e a Embraer, que, ao longo de vários anos se utilizam de contratos *offset*, o que propicia o investimento em capacitação de engenheiros e técnicos da empresa e estimula projetos importantes de desenvolvimento tecnológico.

Além dos benefícios militares, o autor destaca que o projeto do cargueiro militar também promoverá outros benefícios para a empresa e para a indústria aeronáutica brasileira, como a geração de uma grande quantidade de empregos diretos e indiretos e a real possibilidade de exportação da nova aeronave (a Embraer prevê um mercado de mais de 700 aviões neste segmento de transporte militar, que abrange mais de 70 países nos próximos 15 anos), incluindo o Brasil em um mercado controlado atualmente somente por grandes potências mundiais (HIRATA, 2017).

Quanto à política de *offset*, Hirata (2017) destaca que a subcontratação de atividades gera obrigações de realização de compensação tecnológica e comercial a diversos subfornecedores da Embraer; no que se refere ao projeto KC-390 os *offsets* pretendidos visam primordialmente capacitações relacionadas aos sistemas da aeronave (*offset* direto), sua produção e manutenção no Brasil.

Ainda que se reconheça a importância da demanda (encomenda) da FAB quanto ao projeto KC-390, dados da literatura e informações abordadas pelos entrevistados, registram que a ideia de desenvolver um projeto de cargueiro de médio porte já estava nos planos da empresa.

Ribeiro (2017) ressalta que esta demanda de mercado já tinha sido identificada pela área de inteligência de mercado da Embraer em 2005, mais especificamente pela equipe da Diretoria de Projetos Avançados (DAP), considerando a possibilidade de aproveitar partes de outras aeronaves para o desenvolvimento de um avião de transporte militar a um custo reduzido. O projeto aprovado pela área de negócio da empresa, demandou investimentos de horas de estudos de engenharia (estudos conceituais) e de ensaios em túnel para melhor detalhamento do produto, que em seguida foi apresentado ao Ministério da Defesa. O desenvolvimento do anteprojeto do KC-390 pela Embraer funcionou como base para o detalhamento da concepção do produto e como subsídio para a elaboração de requisitos técnicos apresentados posteriormente pela FAB.

A competência da Embraer voltada à prospecção de novos negócios a partir de identificação de demandas não atendidas pelo mercado e à “criação” de novos nichos de atuação foi destacada pelos entrevistados (E-1; E-2) como uma característica presente desde a criação da empresa:

No início dos anos de 1960 havia indícios de que haveria uma grande necessidade de se oferecer ao mercado mundial aviões para o Transporte Aéreo Regional, em razão da globalização da economia. A dinâmica das iniciativas econômicas mostrava uma demanda não atendida pelas grandes empresas mundiais de Transporte Aéreo, que sempre operavam aviões de grande porte concentrado nos grandes aeroportos mundiais.

Como mencionado nas respostas anteriores havia um claro “nicho” mercadológico que poderia ser aproveitado por qualquer fabricante que estivesse disposto a explorá-lo. O Governo Brasileiro tinha tomado a iniciativa de formular um Plano de Fabricação de Veículos (automóveis, etc) e estava aberto para fazer o mesmo para aviões. Foi nesta oportunidade que entrou a proposta do CTA de S. José dos Campos, que, usando um Plano de Tecnologia nacional, convenceu as autoridades para apoiar a aprovação para capitalizar a EMBRAER, em 1970 (Entrevistado E-1)

Na história mais recente da empresa, esta competência também se configura como importante diferencial para atuação da empresa nos mercados globais:

Um diferencial importante da Embraer é que a sua trajetória sempre contemplou, de forma combinada, desenvolvimento tecnológico associado a diferentes modelos de negócio da organização com identificação de demandas de mercado. No mercado global essa é uma característica chave para o sucesso da empresa (Entrevistado E-2).

A importância da parceria histórica entre a Embraer e a FAB é enfatizada por Ribeiro (2017) destacando que muito do aprendizado tecnológico da empresa foi desenvolvido em função do atendimento às encomendas desta instituição, especialmente a partir do projeto AMX.

Segundo o autor, a Embraer não tinha tradição no uso de equipamentos eletroeletrônicos não integrados (por exemplo, um rádio para comunicação e outro para navegação) antes desse programa da aeronave militar. Com o projeto AMX, resultado da parceria entre os governos do Brasil e da Itália (a empresa adquiriu expertise em termos de

integração de equipamentos eletrônicos em rede, a partir de um computador controlando todas as operações). Foi também a partir do desenvolvimento do projeto AMX que a Embraer começou a trabalhar com os comandos elétricos de vôo, *Fly-By-Wire*, desenvolvendo na empresa parte dos comandos de vôo da aeronave.

O desenvolvimento do projeto AMX foi fundamental não só para o processo de capacitação tecnológica da Embraer, mas também para outras empresas parceiras estratégicas como a empresa Aeroeletrônica Indústria de Componentes Aviônicos Ltda., antecessora da Ael Sistemas, responsável pelo desenvolvimento do sistema de navegação e ataque do AMX e produção de quatro componentes próprios, propiciando uma importante capacitação à Aeroeletrônica em termos de aviônica; e, da Eleb, responsável pelo desenvolvimento do trem de pouso do caça AMX, utilizado no projeto Super Tucano (RIBEIRO, 2017).

#### **4.3.2 Características do projeto KC-390 Millennium**

Os principais diferenciais tecnológicos do KC-390 Millennium são: novas soluções em sistemas eletrônicos, capacidades ativa e passiva contra mísseis infravermelhos, sistema de comando de vôo de última geração, com sistema de reabastecimento em vôo e se configura como o maior projeto de aviação concebido e desenvolvido pela indústria aeronáutica do país (RIBEIRO, 2009, HIRATA, 2017).

O novo avião cargueiro foi projetado para realizar pousos em pistas semipreparadas e não preparadas e operar em condições climáticas extremas. Ao longo de seu desenvolvimento o projeto, que inicialmente utilizava o máximo de componentes e estruturas do jato comercial EMB-190, vem sofrendo diversas alterações para se adequar às exigências da FAB.

Para Ribeiro (2009) a encomenda do avião KC-390 representa uma experiência diferenciada no campo das políticas de inovação pelo lado da demanda, recentemente implementadas pelo Estado brasileiro. Trata-se de um projeto bilionário, com investimento global de R\$ 12,1 bilhões (R\$ 4,9 bilhões para o desenvolvimento do novo avião cargueiro e R\$ 7,2 bilhões para a aquisição das 28 unidades dessa aeronave). Além das trinta aeronaves encomendadas pela FAB, há 32 cartas de intenção de compras do KC-390 por parte de outros países (previsão).

Segundo o autor, o projeto do cargueiro se situa no estado da arte em termos de guerra eletrônica, capacidades ativa e passiva contra mísseis infravermelhos, sistema de comando de voo de última geração e sistema de reabastecimento em vôo. No que refere às suas dimensões, o KC-390 tem capacidade para transportar 23 toneladas. Além das aeronaves, o contrato prevê o fornecimento de um pacote de suporte logístico, que inclui peças sobressalentes,

treinamento e manutenção; além da revisão preliminar de projeto (*preliminary design review - PDR*), verificadas de forma a confirmar o atendimento a questões técnicas do projeto em função da utilização da aeronave (RIBEIRO, 2009).

Outro diferencial tecnológico do projeto KC-390 é a capacidade de reabastecer em vôo um amplo leque de aeronaves da FAB, de caças a helicópteros H-36, inclusive o próprio cargueiro. O processo de Reabastecimento em vôo (REVO) ou Reabastecimento aéreo é o processo de transferir combustível durante o vôo de uma aeronave (tanque) para outra (receptor), o que permite multiplicar a autonomia do cargueiro, assegurando a realização de missões de longa distância ou, ainda, de patrulhas aéreas de combate com várias horas de duração (DEFESANET, 2016).

Em função das especificações e ineditismo do projeto, o cargueiro está sendo desenvolvido em parceria com diversos fornecedores estrangeiros, evidenciando uma fragilidade, apontada na literatura, e também ressaltada nas entrevistas sobre o fato da cadeia de fornecedores nacionais nem sempre dispor de competências tecnológicas para projetos diferenciados. Ressaltando que duas empresas atualmente ligadas à Embraer e incluídas no grupo de fornecedores principais do programa KC-390 têm sua história ligada ao programa AMX: a Eleb e a Ael Sistemas. A divisão de equipamentos da Embraer (EDE), antecessora da Eleb, foi criada em 1984 para fabricar, sob licença, o trem de pouso do caça AMX (RIBEIRO, 2017).

Para Ribeiro (2009), a capacidade tecnológica aplicada ao projeto do cargueiro está vinculada, e pode ser considerada, como resultado de projetos desenvolvidos anteriormente pela própria Embraer e de parcerias de risco com empresas do setor. Além das empresas brasileiras o projeto conta com a participação mais 14 empresas de outros países, apresentadas por Ribeiro (2009) no Quadro 15.

Quadro 15: Quadro com os principais fornecedores e parceiros do projeto C-390 Millennium

Empresa parceira/fornecedor	Participação no projeto
<b>Eleb</b>	a empresa que alcançou um novo patamar em termos de projeto, testes é a responsável pelo projeto de fabricação de trens de pouso;
<b>LHColus</b>	desenvolveu um novo produto para a empresa, exigindo esforços importantes em termos de engenharia, bem como quanto à escolha e gestão de uma cadeia de fornecedores;
<b>Aerotron</b>	as placas de proteção balísticas desenvolvidas e fabricadas pela empresa representam um importante avanço para a indústria de defesa do país em termos de proteção balística de aeronaves;
<b>Ael Sistemas</b>	desenvolveu e fabricou o módulo de computador X-86, componente embarcado no computador de missão do novo avião cargueiro.

Fonte: Elaboração própria a partir de Ribeiro (2009).

No que se refere à natureza da parceria de risco, Ferreira et al. (2011) destacam que o programa KC-390 é um caso atípico, programa militar que traz risco menor, pois à medida que o projeto avança, o cliente libera pagamento. A escolha dos fornecedores é feita em conjunto pela Embraer e pelo cliente. Desta forma, ao lado destes requisitos, existem aqueles básicos presentes em todos os programas (critérios qualificadores), como saúde financeira da empresa, incentivos fiscais, benefícios e critérios políticos.

Conforme afirmado anteriormente, o desenvolvimento do projeto KC-390 Millennium envolve parcerias estratégicas internacionais com empresas das indústrias de defesa da Argentina, Portugal e República Tcheca.

Em Portugal, duas empresas tem participação chave na execução do projeto do avião cargueiro: a Empresa de Engenharia Aeronáutica (EEA), companhia controlada pelo Estado, responsável pelo projeto e cálculo de resistência estrutural das carenagens laterais que protegem os trens de pouso e outros sistemas da fuselagem, chamados de *sponsons*, e dos profundores do avião, que são os lemes de profundidade; e a OGMA, companhia com capital majoritário da Embraer, responsável pela produção dos painéis estruturais da seção central da fuselagem (RIBEIRO, 2009).

No caso da Argentina, a empresa participante é a Fábrica Argentina de Aviões (Fadec), que também participou do desenvolvimento e produz várias partes do avião.

Da República Tcheca, a parceira é a empresa Aero Vodochody, responsável pela industrialização e produção de todas as portas da cabine, rampa de carga e última seção da fuselagem traseira. Os motores são produzidos pela empresa International Aero Engines (IAE), controlada pela Pratt & Whitney, dos Estados Unidos, que inclui partes fabricadas do Reino Unido, Alemanha e Japão (RIBEIRO, 2009).

Dentre as empresas brasileiras que estão no projeto, a LH Colus desenvolveu os assentos de tropas e macas da aeronave, tendo empregado durante o projeto tecnologia em modelos computacionais e testes. A empresa está localizada no Parque Tecnológico da Universidade do Vale do Paraíba (Univap), em São José dos Campos,

Os trens de pouso foram desenvolvidos e tiveram uma patente elaborada pela Eleb, empresa também controlada pela Embraer e instalada em São José dos Campos.

Outros destaques entre as tecnologias brasileiras incorporadas ao KC-390 são a blindagem balística, produzida pela Aerotron, de Itajubá, Minas Gerais, e o duplo *head-up display* (HUD), produzido pela AEL, de Porto Alegre/RS, é formado por duas telas no pára-brisa na frente do piloto que mostra as principais informações do avião e do vôo sem que ele precise mover a cabeça para olhar os instrumentos (DEFESANET, 2016).

A participação da Embraer no projeto do cargueiro ficou concentrada no desenvolvimento do conteúdo tecnológico no projeto, em particular os *softwares* dos sistemas de missão, lançamento de carga e comandos de voo, o *fly-by-wire*, sistema responsável por transmitir os comandos dos pilotos à aeronave, permitindo o voo conforme definido pela tripulação, capaz de garantir que a mesma não exceda os limites da aeronave, podendo tirar o máximo que o avião pode oferecer sem afetar a segurança. Um *software* totalmente integrado e desenvolvido pela Embraer comanda esse sistema, utilizando os manches laterais ativos e não centrais como normalmente são utilizados (DEFESANET, 2016).

Segundo registro do Diretor da empresa responsável pelo projeto em 2014, foi a primeira vez que a empresa fez uso deste tipo de manche visando melhorias e otimização das atividades coordenadas na cabine do avião. Uma outra característica destacada pelos engenheiros responsáveis pelo projeto é o piso de carga, que pode ser aberta em forma de rampa e que representa uma configuração inovadora em aeronaves de transporte, sendo capaz de acomodar vários tipos de carga (DEFESANET, 2016).

#### **4.3.2.1 Etapas de teste e certificação**

Os testes do avião cargueiro foram realizados com dois protótipos de vôo, além de várias bancadas de testes em solo, tendo sido implementados, na maior parte das vezes, nas instalações do aeroporto de testes da Embraer, localizado em Gavião Peixoto/SP<sup>30</sup>, ainda que

<sup>30</sup> A unidade Embraer Defesa e Segurança (EDS) instalada no início de 2011 em Gavião Peixoto/SP foi a responsável pela produção e modernização tecnológica de aeronaves militares como o EMB-314, o AMX, e pelo desenvolvimento e produção

estejam previstos testes que vão requerer o deslocamento para outras regiões com gelo e neve sendo que em alguns casos específicos, condições que os KC-390 da FAB devem enfrentar na Antártida. A primeira etapa destes testes foi programada para ocorrer no sul do Chile e a fase de vôo em formação de gelo programada para ocorrer na Base Aérea de Eglin, na Flórida, onde as condições de gelo podem ser reproduzidas (Embraer, sítio institucional, 2009).

A campanha de ensaios de desenvolvimento e certificação teve início em 2012, quando foi realizado o teste aerodinâmico em túnel de vento, no Laboratório Nacional Aeroespacial da Holanda (NLR), em 2012. O vôo inaugural da aeronave foi realizado em 2015, dando início a fase de teste durante o ano seguinte (2016); com a entrega à FAB da primeira das aeronaves na Base de Anápolis (GO) (EMBRAER, 2019).

A campanha de testes de lançamento de cargas totalmente automatizado por gravidade e de cargas pesadas por extração com emprego dos métodos CDS (do inglês *Container Delivery System*) e LVAD (*Low Velocity Air Drop*), respectivamente<sup>31</sup> foi realizada em 2019, com resultados bastante positivos. O cargueiro KC-390 Millennium possui um sistema de manuseio e lançamento de carga em vôo no compartimento de carga totalmente automatizado, permitindo que um único mestre de carga (*loadmaster*) execute todas as atividades em vôo e, desta forma, reduzindo a carga de trabalho e permitindo o aumento da consciência situacional (percepção dos elementos do ambiente). Adicionalmente o sistema chamado CCDP (*Continuously Computed Drop Point*) calcula automaticamente o ponto ideal de lançamento de carga para melhor precisão no cumprimento da missão, sistemas desenvolvidos pela Embraer (EMBRAER, 2019).

Os testes destes sistemas foram realizados nas instalações do Exército dos Estados Unidos, em *Yuma Proving Ground*, no Arizona (EUA), sob coordenação da Embraer em cooperação com a FAB e o Exército Brasileiro.. As principais realizações da campanha de testes foram o lançamento em vôo de uma plataforma com peso máximo de 19 toneladas (42.000 libras), e o lançamento sequencial em vôo de duas plataformas com peso total de 24 toneladas. Com base nos resultados, o KC-390 Millennium torna-se o único avião de transporte de médio porte capaz de realizar tal operação (site Poder Aéreo, 2020).

do cargueiro tático, a princípio denominado KC-390. A unidade detém capacitação em gestão de integração de tecnologia e sistemas, aplicáveis ao setor de defesa. Ademais, tem parcerias estratégicas com empresas que atuam nas áreas de comando e controle, radares, armamentos e veículos aéreos não-tripulados, como a Atech, a Visiona e a OGMA (EMBRAER, 2019).

<sup>31</sup> O KC-390 Millennium possui um sistema de manuseio e lançamento de carga em voo no compartimento de carga totalmente automatizado, em que um único mestre de carga (*loadmaster*) pode executar todas as atividades, reduzindo a carga de trabalho e incrementando a consciência situacional.

Mais recentemente, em abril de 2019, foi testada nas instalações da empresa em Gavião Peixoto/SP a tecnologia do trem de pouso desenvolvida pela empresa Eleb. Considerando o peso total da aeronave que pode chegar a **84 toneladas**, **o trem de pouso do KC-390 desafiou os engenheiros brasileiros e colocou a indústria nacional em um novo patamar**, depois de cinco anos de trabalho para conceber, projetar, desenvolver, testar e produzir o conjunto de trens de pouso (trens principal e auxiliar – esse mais conhecido como trem nariz) para suportar as 84 toneladas do novo avião militar (a título de comparação, a família de jatos Embraer E-145 suporta 24 toneladas) (site Poder Aéreo, 2020).

Outras etapas incluem testes de sistemas de combustível, pressurização e de aviônica, bem como testes específicos de missão. Quanto aos processos de certificação, a aeronave será inspecionada pela ANAC, autoridade certificadora no Brasil, a partir do primeiro protótipo que realizará o primeiro voo. Foram importantes marcos do desenvolvimento do cargueiro C-390 Millennium: a realização de estudo de mercado pela Embraer para o projeto; a assinatura de contrato com a FAB para a construção de dois protótipos em 2009; a assinatura de contrato de R\$ 7,2 bilhões, em 2014, prevendo a compra de 28 aeronaves ao longo de um período de 12 anos, com a primeira entrega programada para o fim de 2016 (RIBEIRO, 2009).

Outro sistema crucial para o desempenho e segurança para a operação do cargueiro foi o desenvolvimento do software de *fly-by-wire* do trem de pouso com características específicas, desenvolvido pela empresa *Embraer Liebherr Equipamentos do Brasil* (Eleb), resultado de uma *joint-venture* da Embraer e a *Liebherr Aerospace SAS* (site Poder Aéreo, 2020).

No que se refere aos aspectos de Propriedade Intelectual, o que está previsto é que a FAB, que custeia integralmente o desenvolvimento do KC-390, terá a propriedade intelectual do projeto e receberá *royalties* sobre as aeronaves exportadas (site Poder Aéreo, 2020).

### **4.3.3 Principais institucionalidades do projeto KC- 390 Millennium**

O projeto do cargueiro KC-390 Millennium da Embraer pode ser avaliado como um projeto de desenvolvimento praticamente inédito nas três dimensões de inovação: novo para a empresa, novo para a indústria local e mundial.

Além das características da aeronave citadas acima, outra institucionalidade crítica para o sucesso da Embraer e para o projeto do avião cargueiro foram as parcerias de risco.

Conforme apontado por Ferreira et al. (2011), o programa KC-390 é considerado como um caso atípico de parceria de risco, onde o risco, pelo menos o financeiro, pode ser

minimizado em função do tipo de contrato, pois à medida que o projeto avança, o cliente libera pagamento. A escolha dos fornecedores é feita em conjunto pela Embraer e pelo cliente, ainda que além dos requisitos definidos pela FAB também precisam ser considerados os demais requisitos básicos presentes em todos os programas (critérios qualificadores), como saúde financeira da empresa, incentivos fiscais, benefícios e critérios políticos.

Quanto ao desenvolvimento tecnológico também foi destacado pelos entrevistados e na análise de especialistas do setor o ineditismo de tecnologias para o projeto do cargueiro, como o desenvolvimento do sistema *fly-by-wire in house* e a tecnologia de trem de pouso desenvolvida em parceria com a empresa Eleb.

É importante ressaltar ainda que o desenvolvimento do projeto do cargueiro da Embraer também pode ser considerado como um resultado agregado de diversas competências desenvolvidas pela empresa ao longo de toda a sua trajetória. Um dos exemplos emblemáticos de “grande salto tecnológico da Embraer”, como apontado por vários autores, foi o desenvolvimento do programa do avião militar AMX (caça-bombardeiro), que, ao longo de décadas funcionou como plataforma para projetos civis – ERJ 145, EMB 170/190, e mais recentemente, do projeto KC-390 Millennium (FERREIRA, 2009; FONSECA, 2012; MACULAN, 2013; HIRATA, 2017; RIBEIRO, 2017).

A necessidade de parcerias com empresas de outros países evidencia uma outra característica da cadeia de fornecedores brasileira, conforme identificado na revisão da literatura, corroborado também nas entrevistas para o estudo de caso.

No que se refere aos instrumentos de política pública reúne duas das principais institucionalidades afetas à indústria aeronáutica mundial – as encomendas tecnológicas e as políticas de *offset*.

Conforme destacado por Ribeiro (2009), a política de *offset* transformou-se no principal instrumento adotado pela FAB, ao longo dos anos, em suas aquisições, com vistas a fomentar tecnologicamente as empresas da indústria aeronáutica brasileira.

Para o presidente atual da empresa Eleb, Luís Marinho, “O KC-390 leva a nossa empresa a um novo patamar”. Segundo ele, sem o projeto, a empresa provavelmente levaria muito mais tempo, talvez décadas, para atingir o mesmo nível de desenvolvimento tecnológico e qualidade atingidos pela participação no projeto do cargueiro da Embraer, relativamente ao desenvolvimento de projetos em parceria com universidades e institutos. “O cargueiro trouxe um aprendizado fundamental para estarmos onde estamos hoje” (site Poder aéreo, 2020).

A implementação do projeto do KC-390 Millennium ressalta também uma outra vertente da indústria aeronáutica brasileira: a pequena participação das empresas brasileiras entre os fornecedores principais da aeronave (RIBEIRO, 2009).

A análise do programa KC-390 evidencia a realidade da configuração da cadeia aeronáutica brasileira já apontada por Ribeiro (2009, 2017) e outros autores: o fato de que o diferencial tecnológico e a competitividade internacional da Embraer não foram acompanhados por seus fornecedores nacionais, na mesma medida, exigindo, portanto, a participação de uma série de fornecedores estrangeiros. Cabe observar que, para alguns dos entrevistados, o KC-390 poderia ter contado com um número maior de itens fornecidos pela indústria do país. Essa opção poderia trazer frutos interessantes ao Brasil, tais como o adensamento e o desenvolvimento tecnológico da cadeia aeronáutica brasileira, ainda que pudesse embutir maiores riscos e custos para o país.

## 4.4 Caso Petrobras. Segmento de atuação – Exploração em águas profundas e ultraprofundas

### 4.4.1 Histórico e Características da indústria

A indústria do petróleo na economia contemporânea teve início no final do século XIX<sup>32</sup>, quando os EUA deram início a uma atividade de exploração em escala industrial que poucas décadas depois atingiu um protagonismo econômico e político mundial. Como toda atividade econômica do mundo moderno, a exploração do petróleo obedece a padrões e ritos (MACHADO, 2018).

A importância da pesquisa e da tecnologia no setor de petróleo pode ser verificada desde o início da estruturação do setor.

Segundo Yergin (2018), o avanço do conhecimento em geologia foi fator decisivo para a indústria de petróleo no mundo e contribuiu para a expansão do negócio de petróleo<sup>33</sup>. O autor registra ainda que a geofísica permitiu que novos conhecimentos e técnicas fossem utilizados. Muitas das inovações geofísicas desenvolvidas durante a 1ª Guerra Mundial foram incorporadas à indústria do petróleo, como o magnômetro e o sismógrafo, entre outras<sup>34</sup>.

Paralelamente, outros avanços tecnológicos ocorreram com um conjunto de equipamentos e soluções de suporte às atividades de exploração, produção e distribuição permitindo o desenvolvimento da indústria com maior profundidade na perfuração de poços e o desenvolvimento da extração em alto mar (YERGIN, 2018).

Segundo Neto e Shima (2008), a exploração *offshore* teve início no final do século XIX, em águas ultrararas (*swallow water* – até 30 metros), de maneira bastante rudimentar e de forma pouco científica. As dificuldades tecnológicas eram superadas de maneira empírica, a partir da transferência do padrão tecnológico utilizado no segmento de exploração *onshore* (em terra) para a exploração *offshore*<sup>35</sup>.

<sup>32</sup> As bases da indústria de exploração foram estabelecidas há mais de cem anos por John D. Rockefeller, que formatou o conjunto das principais atividades do setor de petróleo - extração, armazenamento, transporte e refino até a distribuição, que compõem o sistema conhecido como “do poço ao posto” (MACHADO, 2018).

<sup>33</sup> Segundo Yergin (2018), a profissão de geólogo do petróleo teve início no período de 1900 - 1911, na Califórnia, quando quarenta geólogos e engenheiros foram contratados pela Union Oil.

<sup>34</sup> O magnômetro, que mede as mudanças de comportamento dos componentes verticais do campo magnético da terra; e o sismógrafo, criado para registro e análise de terremotos e utilizado por alemães para localizar o embasamento de artilharias inimigas, se mostrou um dos mais poderosos instrumentos para a exploração do petróleo.

<sup>35</sup> Conforme registrado por Machado (2018) os EUA foram os pioneiros na indústria do petróleo com atividades de larga escala iniciadas no final do século XIX e, em poucas décadas atingiram protagonismo econômico e político a nível mundial. Em função das características do território americano de grandes dimensões, com a presença de recursos minerais abundantes e grande quantidade de petróleo em terra emersas e a pequenas profundidades, o capitalismo americano cresceu com base nesta indústria. (MACHADO, 2018).

Com a ampliação das descobertas e o conseqüente aumento das dificuldades de exploração em campos mais profundos (águas rasas – entre 30 e 400 metros) e mais distantes da costa, foi necessário o desenvolvimento de procedimentos e tecnologias próprias. Com os muitos avanços da P&D em diversas áreas do conhecimento que são convergentes, foi possível alcançar, na década de 1990, os campos de petróleo ultraprofundos (mais de 1.500 metros). Tais avanços ocorreram em três grandes áreas tecnológicas, reconhecidas como *big tree*: sísmica; perfuração e plataformas com seus equipamentos (NETO e SHIMA, 2008).

#### 4.4.2 Breve histórico da indústria de petróleo no Brasil

Quase um século depois do início da indústria do petróleo nos EUA, o Brasil dá início à estruturação de sua indústria<sup>36</sup>, criando a Petrobras Brasileiro S.A. por meio da Lei nº 2.004/53, 03 de outubro de 1953, no Governo Vargas, empresa estatal de capital misto, com o objetivo de exercer o monopólio das atividades de exploração, produção, refino, comercialização e transporte de petróleo, gás natural e de seus derivados, além de atuar também na geração de energia elétrica e biocombustíveis (MORAIS, 2013; FELIPE, 2010; FERREIRA e REZENDE, 2017)<sup>37</sup>.

Nos primeiros anos de atividades a Petrobras descobriu importantes campos de petróleo *onshore* (em terra) em vários estados do Nordeste. No entanto, em meados da década de 1960 foi constatado pela empresa que a extração nestes poços não estava acontecendo em volumes suficientes para alcançar a redução da dependência do petróleo importado. Em busca de outras alternativas a empresa redirecionou as explorações para as reservas no mar, e deu início às perfurações de poços no litoral do Nordeste, em 1968, e , em 1971, na Bacia de Campos (RJ) (MORAIS, 2013).

Dados da literatura indicam que, com o aumento crescente da demanda de combustíveis fósseis em função de várias iniciativas no país voltadas ao desenvolvimento econômico, com destaque para a implantação de seu parque industrial, a intensificação de

<sup>36</sup> Segundo Morais (2013), as primeiras explorações no Brasil foram feitas por particulares de 1864 a 1918, por concessão do governo, para a produção de óleos para iluminação, considerada como a primeira fase de exploração no país. A segunda fase (1919-1939) foi um período de explorações pioneiras de jazidas para comprovar a existência de petróleo no País, pois dependia-se integralmente de combustíveis importados<sup>36</sup>. Tanto que em 1938, o presidente Getúlio Vargas decidiu realizar ampla intervenção no setor, tomando duas medidas importantes: transformar as atividades petrolíferas em “serviço de utilidade pública” e instituir o Conselho Nacional do Petróleo (CNP)<sup>36</sup>, para dirigir a política do petróleo do País. A terceira fase (1940 a 1973) foi marcada pela busca de petróleo para a redução da dependência de importações após a descoberta da primeira jazida, que antecede a primeira descoberta de petróleo na Bacia de Campos.

<sup>37</sup> Criada pela Lei nº 2.004/53, 03 de outubro de 1953, no Governo Vargas como uma empresa estatal de capital misto, a Petrobras Brasileiro S.A. tinha como principal função exercer o monopólio das atividades de exploração, produção, refino, comercialização e transporte de petróleo, gás natural e de seus derivados, além de atuar também na geração de energia elétrica e de biocombustíveis. (MORAIS, 2013; FELIPE, 2010; FERREIRA e REZENDE, 2017).

construção de rodovias e a instalação da nova capital em Brasília, a Petrobras voltava seus esforços para aumentar a capacidade de refino de petróleo, amparados pela rápida formação de equipe técnica destinada ao trabalho nas refinarias.

Em função disso, na primeira fase de atuação, a empresa tinha como principal estratégia adquirir tecnologias fora do país, para exploração e produção de petróleo e gás natural, ao mesmo tempo em que concentrava esforços na formação de recursos humanos, tentando desta forma superar dois desafios principais: intensificar atividades na busca por petróleo e investir na construção de novas refinarias a fim de aumentar sua produção de combustíveis fósseis e derivados. Desde então, a Petrobras vem envidando esforços de pesquisa na busca de soluções tecnológicas, principalmente no segmento de exploração em águas profundas (a partir das décadas de 80 e 90), associado ao desafio e necessidade de superar os impactos das crises mundiais de petróleo em 1973 e 1979 (FURTADO, 1996; MORAIS, 2013; FERREIRA e REZENDE, 2017).

Muitas foram as conquistas da empresa ao longo da trajetória da empresa; no entanto, é importante registrar que na época da criação de Petrobras não havia recursos humanos capacitados para a indústria, tampouco escolas de geologia com nível universitário<sup>38</sup>. A decisão de investir em capacitação especializada nesta área do conhecimento deu início a um processo de estruturação de uma das principais institucionalidades e talvez a mais importante e estratégica para a empresa – a formação de competência de quadros altamente especializados nas áreas de conhecimento críticas para o negócio da Petrobras: engenharia, geologia, geofísica e química<sup>39</sup> (MACHADO, 2018).

Conforme registrado por Machado (2018), em paralelo às iniciativas do governo de criar cursos de graduação, a Petrobras desenvolveu seus próprios cursos, até que o sistema de ensino do País se adequasse e pudesse responder às demandas de profissionais da indústria de petróleo<sup>40</sup>. Em função daquele cenário foram definidas duas frentes principais de atuação da empresa:

<sup>38</sup> Os primeiros cursos de geologia foram criados, em 1957, em universidades federais situadas em: Ouro Preto (MG), São Paulo (SP), Recife (PE) e Porto Alegre (RS). Os cursos foram inicialmente financiados pela própria empresa iniciativa que deu base para a criação da Campanha de Formação de Geólogos (Cage). Os cursos contaram com a participação de professores especialistas e pesquisadores estrangeiros, na maioria vindo de universidades e centros de pesquisa americanos, trazendo uma farta bibliografia nas áreas de geologia e geofísica (MACHADO, 2018).

<sup>39</sup> Segundo Moraes (2013), em seguida a criação da Petrobras, o Conselho Nacional do Petróleo (CNP) cedeu um grupo de geólogos, geofísicos e engenheiros para a empresa; no entanto, logo foi verificado que o número de profissionais era muito pequeno para as necessidades da empresa.

<sup>40</sup> Com este objetivo, a Petrobras criou o Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisas de Petróleo (CENAP), em 1955, com o apoio das equipes do Setor de Supervisão e Aperfeiçoamento Técnico (SSAT) do CNP e da antiga Universidade do Brasil (atual UFRJ), estruturado em duas áreas: o Setor de Cursos de Petróleo, voltado à capacitação de pessoal, e o Setor de Análises e Pesquisas (MORAIS, 2013).

- a estruturação de cursos nacionais para a formação de pessoal até que o sistema de ensino do País pudesse responder às novas demandas de profissionais, especialmente nas áreas de geologia, geofísica, química e engenharias, e

- o investimento na qualificação de técnicos enviados para se capacitarem no exterior, principalmente em centros de pesquisa e universidades de referência para o setor nos EUA.

A criação do CENAP marca o início da história tecnológica da Petrobras contribuindo de forma significativa para os avanços na produção de petróleo em águas profundas. Em 1966, o Centro foi substituído pelo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (CENPES), voltado exclusivamente a pesquisas de petróleo, em uma época em que a política de industrialização vigente no país era pautada pelo modelo de substituição de importações (MORAIS, 2013; MORAIS e TURCHI, 2013).

Naquela época, os projetos de engenharia básica eram adquiridos no exterior, tanto em função da baixa capacitação nacional, como pelos custos envolvidos, pois era menos custoso para a empresa comprar tecnologias importadas prontas e absorver as técnicas de operação das refinarias e indústrias petroquímicas para, em seguida, desempacotar a tecnologia, com vistas à realização de cópias e adaptações operacionais às condições locais (MORAIS, 2013).

Em função daquele cenário, o CENPES não desenvolvia internamente pesquisa tecnológica nos seus primeiros anos de atuação. No entanto, com as crises do petróleo na década de 1970, o cenário internacional mudou, estimulando uma maior integração do CENPES e a Petrobras, onde as áreas operacionais da empresa passaram a demandar cada mais vez o centro de pesquisa (MORAIS, 2013).

A decisão de criação do CENPES, aliada à necessidade crescente de formação de recursos humanos, foi acompanhada pela implementação de diversas ações de capacitação dentre as quais cabe destacar a constituição do Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP), em 1986, e um conjunto de iniciativas de apoio à criação de cursos universitários em parceria com universidades de todo o país. Além destas iniciativas é importante destacar também a criação da Universidade Corporativa da Petrobras em 2005, resultado de um processo de reorganização do Departamento de Recursos Humanos (DRH) da Petrobras com o objetivo de apoiar a empresa no seu processo de consolidação nos mercados interno e global, ações fundamentais para o seu posicionamento como uma empresa multinacional de energia. A implementação destas ações e da constituição de Redes de cooperação com universidades de pesquisa brasileiras, consolidadas nas décadas de 1990 e 2000, foram fundamentais para a estruturação de políticas de formação e capacitação de recursos humanos com resultados expressivos para a empresa, especialmente no segmento

*offshore*. Ainda na década de 2000 foram criadas as Escolas de Ciência e Tecnologia e a Escola de Gestão de Negócios (MORAIS, 2013).

A importância da atuação do CENPES nas atividades de desenvolvimento tecnológico e o impacto destas iniciativas para a atuação da Petrobras serão temas abordados nas próximas seções deste capítulo.

#### **4.4.3 O Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello - CENPES**

Inicialmente instalado no *campus* da UFRJ na Praia Vermelha, o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello- CENPES, órgão responsável pelo sistema tecnológico da Petrobras, foi transferido em novembro de 1973 para o *campus* da Ilha do Fundão viabilizando a intensificação de pesquisas do segmento *offshore*, nas áreas de geofísica e geoquímica, no desenvolvimento de equipamentos para perfuração de poços que demandavam laboratórios maiores e também para acomodar a ampliação do corpo de pesquisadores do centro de pesquisa (MORAIS, 2013; MORAIS e TURCHI, 2013).

A partir daí, o CENPES pôde focar na estratégia de ampliar vínculos com a área acadêmica, investindo na realização de projetos cooperativos com universidades e centros de pesquisa, estabelecendo uma maior integração entre os esforços de pesquisa básica realizados pelas universidades e as pesquisas aplicadas desenvolvidas pela empresa, garantindo maior intercâmbio de informações técnico-científicas e ampliando a possibilidade de contar com pesquisadores com grande capacitação científica e tecnológica. Nos dois primeiros anos de atuação nas novas instalações já na UFRJ, o CENPES foi equipado com sete novos laboratórios, treze unidades de bancada de análises de processos de refinação e unidades piloto, a maioria importada do exterior. Os laboratórios e unidades-piloto cresceram de forma expressiva no decorrer dos anos seguintes (FONSECA e LEITÃO, 1988).

A ausência de uma unidade de Engenharia Básica no CENPES nos anos anteriores a 1976, época caracterizada pela implantação de grandes refinarias, plantas industriais petroquímicas e fábricas de fertilizantes no Brasil, foi considerada uma limitação para o desenvolvimento das atividades de pesquisas industriais. Naquele período as tecnologias eram adquiridas dos melhores fornecedores industriais mundiais, o que proporcionava maior segurança nos investimentos e diminuía os riscos operacionais da empresa brasileira, assegurados pela experiência dos detentores das tecnologias. Esta limitação foi superada com a criação da Superintendência de Pesquisa em Engenharia Básica (SUPEN) no CENPES o que possibilitou reunir na mesma organização, profissionais que antes se encontravam

dispersos em diversas áreas operacionais da Petrobras e da Superintendência de Pesquisa Industrial (SUPESQ) (MORAIS, 2013).

Para diversos autores a criação de unidade de Engenharia Básica para o desenvolvimento de equipamentos e sistemas para a produção de petróleo *offshore* representou um ponto chave no apoio às atividades em águas profundas. Diferentemente da situação vivida pela Petrobras nas décadas de 1970, 1980 e 1990 quando a empresa importava tecnologia do exterior e contava com a experiência internacional e capacitação tecnológica disponíveis em outros países, desta vez a situação era outra (PORTINHO, 1984; SILVEIRA, 2013; MORAIS, 2013).

Na avaliação de Portinho (1984), a implantação da Engenharia Básica de refino e de petroquímica permitiu a implementação de três rotas importantes para a empresa, a saber: pesquisa, transferência de tecnologia e desempacotamento da tecnologia básica, cada uma delas responsável por diversos desenvolvimentos de produtos e processos, especificadas a seguir:

- A primeira rota permitiu que a empresa portasse tecnologias próprias, usufruindo de vantagens como: economia de gastos com *royalties*; liberação da necessidade de assinatura de contratos com os detentores de tecnologia, muitas vezes com cláusulas restritivas; e obtenção de ganhos com a venda de projetos, serviços de montagem e equipamentos nacionais, entre outras vantagens;

- Pela segunda rota, os contratos ou projetos de transferência de tecnologias, adquiridos de empresas estrangeiras, permitiram a ampliação de investimentos na expansão e/ou modificação das refinarias e indústrias petroquímicas da própria empresa<sup>41</sup>.

- A terceira rota permitiu à empresa a assimilação da tecnologia importada por meio da experiência operacional, com o apoio de laboratórios e plantas piloto.

Para o autor, tais iniciativas foram fundamentais para a intensificação das atividades de exploração, proporcionando melhores respostas aos impactos dos choques de petróleo na década de 70, associados à redução de custos e à oportunidade de intensificar as ações e esforços de voltados à capacitação de seus quadros.

A falta de conhecimento e de tecnologias adequadas para exploração em profundidades maiores, representou tanto um desafio como uma oportunidade para o

<sup>41</sup> Junto com as capacitações tecnológicas de processo, o CENPES adquiriu conhecimentos em Engenharia Básica que foram aplicados no desenvolvimento de equipamentos antes importados, como fornos, equipamentos térmicos e a unidade de coqueamento retardado da Refinaria Presidente Bernardes, em 1986, fruto de trabalhos das áreas de P&D e Engenharia do CENPES e do Departamento Industrial (atual ABAST-Ref.) da PETROBRAS (PORTINHO, 1984; PERISSÉ, 2007).

desenvolvimento de novas tecnologias para o segmento *offshore*. Neste contexto, os responsáveis pelas atividades de P&D na empresa passariam a tomar decisões de investimentos em condições de riscos tecnológicos, que poderiam ser mitigados a partir de um investimento maior em esforços voltados para a capacitação dos quadros da empresa (MORAIS, 2013).

A partir da decisão de investir em águas profundas, a Petrobras passou a incorporar o risco tecnológico nas suas decisões de investimento, o que representou expressiva transformação na maturidade do seu processo de P&D. A incorporação de engenharia básica às atividades do Cenpes foi fundamental para que a empresa ampliasse as parcerias com pesquisadores e os projetistas internos e de outras instituições e, com isso, passasse a consolidar sua atuação a partir do desenvolvimento de soluções tecnológicas e inovações. (MORAIS, 2013; SILVEIRA, 2013).

Ao longo da década de 2000, a Petrobras ampliou significativamente os investimentos em P&D ( U\$ 132 milhões em P&D em 2001, U\$ 730 milhões em 2006 e U\$ 989 milhões em 2010, cerca de U\$ 1,1 bilhão em 2014) e, por conta disso, passou a figurar entre as maiores empresas investidoras em P&D na área de energia no mundo. O aumento expressivo dos investimentos da empresa em pesquisa e desenvolvimento na década de 2000, também trouxe impactos positivos para a atuação do CENPES, pois com as ampliações das suas instalações, o centro de pesquisa se transformou no maior centro de P&D da América Latina, situação observada ainda hoje. Além das ações de capacitação e de desenvolvimento tecnológico, o CENPES é responsável por definir junto com a Petrobras, o plano estratégico da empresa e o conjunto dos projetos estratégicos de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia (PD&E), envolvendo profissionais de várias áreas de negócio (PETROBRAS, 2015).

Além dos registros da literatura, a importância estratégica do CENPES para as atividades da Petrobras foi destacada por todos os entrevistados como fator-chave para o pioneirismo e reconhecimento mundial da empresa no setor, especialmente para o segmento de exploração em águas profundas e ultraprofundas:

Nas décadas de 1970 a 1990, as parcerias mais estratégicas eram feitas com empresas internacionais, por meio de projetos cooperativos. Tudo era feito no Cenpes e nas áreas operacionais da Petrobras; havia muita pouca parceria ou interação com grupos de pesquisa. Este movimento (de parcerias com universidades em redes de cooperação) se deu mais recentemente e foi intensificado a partir da criação do Fundo Setorial do Petróleo (CT-Petro) e do estabelecimento da cláusula de P&D pela ANP (Entrevistado P-2).

A atuação do CENPES é fundamental para o sucesso da Petrobras, considerado o “lab of the lab”, o maior centro de pesquisa da América Latina para o setor. Todos os equipamentos desenvolvidos pela empresa (Petrobras) são testados no CENPES. A competência do Centro e todo seu corpo técnico é reconhecida no mundo todo (Entrevistado P-1).

As ações e iniciativas voltadas à capacitação de recursos humanos especializados e o desenvolvimento tecnológico registradas acima corroboram a importância do fortalecimento da infraestrutura e investimentos em P&D, o que permitiu à empresa acessar novas oportunidades de negócio baseada em tecnologia, especialmente por meio de parceria com fornecedores e outras empresas do setor, parceiras e/ou fornecedores de soluções. A participação destes agentes nos processos e consórcios de projetos de desenvolvimento tecnológico também funciona como elemento de aprendizado para a indústria de petróleo *offshore* (Morais, 2013).

Desta forma, a empresa consegue responder a grandes desafios tecnológicos por meio de um esforço significativo de capacitação de seus quadros internos e de investimento em P&D, e, por este motivo, se configurando para esta autora, como uma das institucionalidades organizacionais mais importantes para a atuação da empresa.

#### **4.4.4 PROCAP – Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas**

Outra iniciativa de extrema importância para a promoção da capacitação tecnológica da Petrobras foi a criação do Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP), em 1986, contemplando a participação de seus fornecedores nacionais de equipamentos e serviços, de firmas internacionais com plantas produtivas no Brasil e de instituições de pesquisa nacionais, o que possibilitou, a partir de um trabalho integrado, o desenvolvimento de equipamentos, sistemas e processos de produção destinados a viabilizar a produção de petróleo de campos descobertos em águas profundas (MORAIS, 2013; VIEIRA e FISHLOW, 2017).

O Programa PROCAP reuniu os esforços das áreas de P&D, exploração, perfuração, produção, engenharia, suprimento de materiais e equipamentos da Petrobras, atuando de forma inovadora ao integrar esforços de capacitação e competências no âmbito da empresa, por meio da realização de projetos tecnológicos conjuntos, focando os esforços na sua primeira fase de implantação na realização de atividades de aquisição e adaptação de tecnologias para a expansão de suas atividades em águas profundas (SILVEIRA, 2013).

Em função do histórico de utilização de tecnologias desenvolvidas no exterior e aplicadas em regiões de pouca profundidade (águas rasas) as tecnologias existentes naquela

época não permitiam exploração em áreas que ultrapassasse os 400 metros de profundidade das lâminas d'água. Assim, os resultados alcançados na primeira fase do programa foram fundamentais para o sucesso das atividades nos campos de Albacora e Marlim, descobertos em 1984, como também para aquelas realizadas nos demais campos com profundidades acima de 400 metros de lâmina d'água (MORAIS, 2013).

Neste contexto, foram lançadas as duas outras edições do Programa: em 1992, o PROCAP 2, com foco no desenvolvimento de soluções para exploração em regiões de até 2.000 metros de profundidade; e, o PROCAP 3, em 2000, voltado ao desenvolvimento de tecnologias que suportassem lâminas d'água até 3.000 metros de profundidade (Morais, 2013; Vieira e Fishlow, 2017).

A importância da criação do PROCAP e a realização das três edições do Programa são destacados por diversos estudiosos como peça-chave para o desenvolvimento de tecnologias imprescindíveis para a produção em águas profundas e ultraprofundas da Petrobras (MORAIS, 2013; MORAIS e TURCHI, 2013; VIEIRA e FISHLOW, 2017), dentre outros autores. O Quadro 16 apresenta uma síntese dos principais objetivos e atividades realizadas em cada uma das fases de implementação do programa.

**Quadro 16 – Síntese dos principais objetivos e atividades das fases do PROCAP**

<b>Fases PROCAP</b>	<b>Objetivo (1) / Principais atividades (2)/ Resultados</b>
Procap 1 (1986-1991)	1- Viabilizar a produção de P&G em águas com profundidade até 1.000m.  2- Atividades voltadas à aquisição e adaptação de tecnologias adquiridas de outras empresas e desenvolvimento de tecnologias próprias (inovações incrementais para a Petrobras) <sup>42</sup> . Um dos principais resultados desta fase foi a constatação do uso da trajetória tecnológica das plataformas flutuantes como a solução de maior viabilidade técnica e econômica para projetos nesta profundidade
Procap 2 (1993-1999)	1- Atender a novas demandas tecnológicas de exploração de até 2.000m de lâmina d'água, por meio da extensão de pesquisas aplicadas.  2- Desenvolvimento e melhoria dos processos internos de aprendizado e pesquisa. As descobertas e os avanços tecnológicos alcançados no período

<sup>42</sup> Segundo Vieira e Fishlow (2017, p. 219); foram realizados 109 projetos, dos quais 80 % focados em extensão de tecnologias existentes e 205 em inovação tecnológica. O custo desta etapa do Programa foi de US\$ 68 milhões e contou com a colaboração de mais de 130 instituições de pesquisa, 400 funcionários da empresa 1.000 pesquisadores técnicos. Como resultados foram depositadas 251 patentes pela Petrobras e pelo Cenpes, entre 1987 e 1992, das quais 140 foram registradas no Brasil e 111 no exterior.

	foram fundamentais para o aumento da produção <i>offshore</i> , que, neste período, chegou a representar, 75% das reservas de P&G no Brasil <sup>43</sup> . A descoberta de reserva gigante no campo de Roncador contribuiu para este resultado para a partir do qual foram incorporadas várias tecnologias novas, que se mostraram cruciais para o funcionamento de futuras unidades de campos <i>offshore</i> .
Procap 3 (2000-2006)	<p>1- Dar continuidade às fases 1 e 2 do Programa, com foco principal na geração de tecnologias voltadas à redução dos custos de produção, permitindo a exploração em águas ultraprofundas como no caso do Pré-sal<sup>44</sup>.</p> <p>2- Atividades de apoio técnico à produção da bacia de Campos, com foco no suporte aos campos potenciais localizados em águas ultraprofundas de até 3.000 metros. O programa, orçado em 130 milhões de dólares em P&amp;D, envolveu 350 pesquisadores, dedicados à execução de 19 projetos.</p>

Fonte: Elaboração própria, a partir de Moraes (2013) e Vieira e Fishlow (2017).

Os impactos positivos da implementação do PROCAP e de seus resultados para a atuação da Petrobras foi destacada por todos os entrevistados, e, em particular pelo entrevistado (P-2), ressaltando que a implementação do programa foi de grande importância não só para as atividades de capacitação tecnológica da empresa, como também para a capacitação tecnológica de fornecedores nacionais de equipamentos e serviços, permitindo o desenvolvimento de equipamentos e sistemas de produção para extração de petróleo em águas profundas.

O programa PROCAP, criado em 1984, tinha por finalidade capacitar tecnologicamente a Petrobras, os fornecedores nacionais de equipamentos e serviços, as firmas internacionais com plantas produtivas no Brasil e as instituições de pesquisa, e com isso, atingir o objetivo de desenvolver equipamentos e sistemas de produção que pudessem viabilizar a produção de petróleo dos campos em águas profundas de Albacora e Marlim e demais campos que eventualmente fossem descobertos a profundidades acima de 400 metros de lâmina d'água. Foi necessário desenvolver novas tecnologias para todos os processos de exploração da empresa no segmento *offshore*. Não existia tecnologia no mercado; essa nova fase de atuação era um “bicho novo”, ninguém conhecia! Foi preciso muito esforço e empenho de profissionais de várias áreas da empresa e de diferentes formações para dar conta de todos os desafios (Entrevistado P-2).

Além do reconhecimento da relevância do programa para a capacitação de quadros de especialistas de diferentes áreas do conhecimento da empresa nas décadas de 1980 a 2000, na

visão do gestor de tecnologia da Shell (P-3), empresa parceira da Petrobras em vários projetos, a capacitação tecnológica da Petrobras e do Cenpes se configura até hoje como um fator de atratividade para o estabelecimento de parcerias e motivador da instalação de centros de P&D de outras empresas do setor de petróleo de gás (P&G) no Brasil.

No que se refere ao desenvolvimento tecnológico podemos constatar que muitas das principais tecnologias utilizadas pela Petrobras no segmento *offshore* foram adaptadas e/ou desenvolvidas em parcerias do Cenpes com empresas nacionais e internacionais (na grande maioria) e, com universidades, sob a liderança e a coordenação da empresa, ao longo de quase 20 anos durante as 3 fases do PROCAP (MORAIS, 2013).

Dentre estas inovações podemos destacar: o desenvolvimento de árvore de natal molhada horizontal e árvore de natal molhada para 2.500 metros de profundidade; o sistema de bombeamento centrífugo submerso para elevação de petróleo em poços em águas profundas; o sistema de bombeamento e separação anular vertical VASPS; o sistema de Bombeamento Multifásico Submarino (SBMS500); o desenvolvimento de linhas sintéticas de poliéster; Manifolde com acionamento compartilhado; a técnica de perfuração horizontal; Âncora de Carga Vertical, entre centenas de outros desenvolvimentos que tiveram aplicações práticas. As características destas tecnologias e a indicação dos principais colaboradores são descritos no Quadro 17, a partir de informações consolidadas por Morais (2013).

**Quadro 17: Principais tecnologias desenvolvidas no âmbito do PROCAP**

<b>Tecnologias</b>	<b>Características/ descrição</b>	<b>Empresas parceiras</b>
Árvore de Natal Molhada (ANM) Árvore de natal molhada Horizontal (*)	equipamento instalado sobre a cabeça de poço, no leito marinho, composta por conectores e válvulas para o controle dos fluxos de petróleo-gás-água extraídos do poço.	FMC-CBV, Vetco, Cameron, Kvaerner  FMC (*)
Manifolde e sistema de conexão da linha de fluxo	um dos principais equipamentos na produção submarina de petróleo, em razão das suas múltiplas funções, como a de centralizar e controlar os fluxos de petróleo-gás natural-água provenientes de diversas árvores de natal.	Consub (atual Subsea 7)
Desenvolvimento de sistemas de bombeamento no poço e no leito marinho	Sistemas desenvolvidos a partir de 3 rotas tecnológicas: bombeamento centrífugo submerso (BCS), aplicado em completações molhadas; separação gás-líquido e petróleo-água no leito marinho; e o bombeamento multifásico submarino, sem o pré-processamento dos fluidos	Joint Industry Project (JIP) entre a ExxonMobil, União Europeia e ENI-Agip; Centro de Estudos do Petróleo CEPETRO/UNICAMP)

	produzidos na corrente conduzida até a plataforma. Desenvolvido no âmbito do PROCAP 2.000	
Bomba Centrífuga Submersível (BCS):	as bombas submersíveis (Bombeamento Centrífugo Submerso/BCS - <i>Electrical Submersible Pump/ESP</i> ) têm sido utilizadas na elevação e produção de grandes volumes de hidrocarbonetos em poços de petróleo.	Reda, Lasalle, Tronic, Pirelli, Cameron, Sade-Vigesa, Centrilift, Siemens, Eni-Agip e ExxonMobil
Sistema de Bombeamento Multifásico Submarino (SBMS-500) - <i>Subsea Multiphase Pumping System</i>	sistema composto por uma bomba multifásica, do tipo volumétrica de duplo parafuso, instalado no solo marinho, capaz de transportar, a longas distâncias, em um único duto, os fluxos de petróleo, gás natural e água extraídos do poço, e que apresenta, ainda, certa tolerância à presença de sólidos.	Curtiss-Wright (E.U.A), Leistriz (Alemanha), Kvaerner (Noruega, Brasil), Pirelli (Brasil, Itália), Tronic (UK), ODI (EUA), Robicon (EUA)
Veículos de Operação Remota ( <i>Remotely Operated Vehicle - ROV</i> ) ou Veículos submarinos não tripulados	equipamentos que substituem o trabalho humano direto ou são utilizados no acompanhamento e no apoio a mergulhadores, essenciais em operações onde existem grandes distâncias entre os equipamentos no fundo do mar e as plataformas, i.e, em profundidades maiores de 300 metros. Os ROV são manobrados a distância por técnicos especializados nas salas de controles das plataformas ou em embarcações específicas para prestação deste serviço. As árvores de natal, os manifolds e demais equipamentos instalados no mar são adaptados para receber intervenções destes equipamentos.	Projeto de encomenda à empresa Consub, em parceria com outras quatro empresas e quatro institutos de pesquisa nacionais.
Sistemas de ancoragem de plataformas para águas profundas e ultraprofundas	Necessários para o desenvolvimento de campos de petróleo em águas acima de 1.000 metros de profundidade, em função das dificuldades na ancoragem de plataformas flutuantes de produção,	Cenpes e empresas parceiras
Desenvolvimento de cabos sintéticos de poliéster	a inovação consistiu na substituição das correntes de aço das plataformas por cordas/cabos de poliéster, em sistema de ancoragem taut leg ou em catenária, considerada como uma inovação radical para o setor.	Reading University (U.K), Cordoaria São Leopoldo (Brasil), Quintas&Quintas Cordoaria e Redes (Portugal),Cordoaria Oliveira Sá (Portugal), Marlow Ropes (U.K)
<i>Risers</i> flexíveis e linhas de fluxo para campos em	a condução dos hidrocarbonetos desde a árvore de natal até a plataforma é realizada	CENPES, Coflexip e Universidades brasileiras

águas profundas	por meio de linhas de fluxo e <i>risers</i> (dutos).	
<i>Riser</i> de aço em catenária ( <i>Steel Catenary Riser - SCR</i> ).	Inovação crítica para as atividades de exploração offshore em águas profundas e ultraprofundas. Desde a década de 1990 a Petrobras realiza estudos de engenharia para o aprimoramento do <i>riser</i> rígido de aço em catenária (SCR), para viabilizar seu emprego generalizado em plataformas semissubmersíveis na Bacia de Campos e superar possíveis limitações dos <i>risers</i> flexíveis em águas ultraprofundas, cujo peso se eleva muito com o aumento da profundidade.	CENPES, dos Departamentos de Exploração e Produção da PETROBRAS e de Universidades
Boia de subsuperfície (BSR – Boia de Sustentação de Riser)	novo conceito de boia que garante mais segurança na elevação de petróleo do poço até a plataforma. A BSR pode ficar submergida sob até 130 metros de profundidade, funcionando como elemento intermediário entre os <i>risers</i> de aço que captam os hidrocarbonetos da árvore de natal e as mangueiras flexíveis ( <i>jumper</i> ) que chegam até a plataforma.	Projeto Industrial Conjunto (JIP), no âmbito do programa DeepStar (empresas petroleiras, distribuidores, reguladores, institutos de pesquisa e fornecedores, com atuação <i>offshore</i> mundial (1996)

Fonte: Elaboração própria, a partir de Morais (2013).

A importância e o ineditismo de várias das tecnologias descritas no Quadro 12 desenvolvidas no âmbito do PROCAP, foram ressaltados pelo Entrevistado (P-2), com destaque para:

- O desenvolvimento do primeiro projeto submarino:

Em 1978 foi elaborado o 1º projeto submarino para exploração contemplando o desenvolvimento de cápsulas fundo do mar, árvores de natal. Foi um desafio enorme lidar com mecanismos e equipamentos de segurança para fechamento de poços. A manutenção era feita por mergulhadores. O que ficava na cápsula, dentro d'água, estava sujeito a vários fatores ambientais críticos: pressão, areia, correnteza, salinidade (tubarão!). O desenvolvimento de uma cápsula que seria utilizada no fundo mar foi um projeto de parceria entre a Petrobras e uma empresa americana de refinarias, a Chicago Bridge. Dentro da cápsula seria instalada outra estrutura, a árvore de natal, por onde passaria o óleo e todo um sistema de segurança, pois se a pressão fosse muito alta o sistema fechava o poço, por questões de segurança. A manutenção era feita por mergulhadores que acoplavam os equipamentos ao sistema. Era um sistema absolutamente inédito; tanto que chegaram a fazer um evento para apresentar a tecnologia para outros engenheiros só para apresentar o projeto. Tinham 2 (torres) que sustentavam (“seguravam”) a tubulação por onde o óleo entrava. O projeto que previa acompanhar os movimentos causados pelas correntes e ventos no mar, não foi implementado porque a estrutura e as torres balançavam muito. Em função desse e de outros problemas o projeto não funcionou e o sistema foi abandonado (Entrevistado P-2)

- O projeto da árvore de natal:

O projeto foi desenvolvido em parceria com a Petrobras (Brasil), Shell, Epsom. Naquela época os EUA só tinham tecnologia para fazer exploração em profundidades de até 300 metros, falar em 500 metros era um absurdo! a tecnologia brasileira de 500m foi apresentada em um congresso internacional, quando já estava funcionando (Entrevistado P-2).

- O projeto de ancoragem:

Um dos projetos mais importantes foi o de ancoragem em função do peso dos cabos. O projeto gerou uma tese de doutorado de um brasileiro no Reino Unido (UK) que desenvolveu uma solução - um sistema com o polietileno, que revolucionou todo o processo, em função da flexibilidade do material. Com esses cabos, o contexto mudou, pois o sistema podia acompanhar o movimento das correntezas, sem se romper. Isso permitiu uma grande evolução e possibilitou a extração de petróleo em até 6000 mil metros; antes desta tecnologia só era possível até 1.000 metros de profundidade (Entrevistado P-2).

#### **4.4.5 Redes de Cooperação com Instituições de Pesquisa brasileiras.**

De acordo com Dantas e Bell (2009), a atuação da Petrobras e, por consequência, a produção de petróleo no Brasil evoluiu em função de uma série de eventos - ações, projetos e programas - que proporcionaram o aumento de geração de conhecimento e de avanços tecnológicos, a partir da formação de parcerias com empresas do setor, em um primeiro momento, com fornecedores e, mais recentemente, com a ampliação de sua participação e processo de indução de formação de redes de cooperação com instituições científicas e tecnológicas (ICT) brasileiras.

O modelo de cooperação tecnológica baseado no modelo de configuração de redes temáticas e núcleos de pesquisa foi intensificado a partir de 2006, a partir da regulamentação da Cláusula de P&D pela Agência Nacional de Petróleo (ANP) em 2005, que aliada aos recursos já destinados a P&D no período de 1998 a 2004, representavam um volume significativo e crescente de recursos financeiros a serem investido nas instituições de pesquisa e universidades (FERREIRA e RAMOS, 2017; VIEIRA e FISHLOW, 2017).

Tal processo foi influenciado pelo modelo de gestão tecnológica da empresa alavancado pela instituição da Cláusula de P&D da ANP, promovendo grande impactos na dinâmica do setor de petróleo no país. Além disso, foi também a partir de 2006, que a Petrobras anunciou a descoberta da reserva do Pré-sal, o que deu início a um marco na evolução tecnológica da empresa, apresentando, ao mesmo tempo, novos desafios tecnológicos e oportunidades de mais cooperações e parcerias com institutos de pesquisas, universidades e empresas parceiras (MORAIS e TURCHI, 2013; FERREIRA e RAMOS, 2017; VIEIRA e FISHLOW, 2017).

Morais e Turchi (2013) ao avaliarem os processos de gestão do sistema tecnológico da Petrobras em relação às parcerias com universidades e institutos tecnológicos, destacam as seguintes questões como relevantes:

- A unidade central de referência do modelo de gestão de pesquisas da empresa é o Comitê Tecnológico da Petrobras (CTP), que tem como função principal definir a alocação de recursos para pesquisa de interesse da empresa;

- As outras instâncias de gestão da carteira de projetos são formadas pelos Comitês Tecnológicos Estratégicos (CTE), responsáveis pelo estabelecimento de diretrizes e pela supervisão e avaliação dos projetos, assessorados por uma rede de especialistas e pesquisadores - Rede de Inteligência Tecnológica (RIT), que acompanham as tendências tecnológicas avaliando os possíveis desafios do setor<sup>45</sup>.

Fraga (2010) assinala que os princípios norteadores do processo de gestão tecnológica da empresa são o alinhamento com o negócio, o foco em resultados, a implantação de soluções tecnológicas, a integração com parceiros e a construção de capacidade local.

Na visão desta autora, os estudos e análises dos aspectos analisados por estes e outros autores sobre a configuração e funcionamento do sistema de gestão tecnológica da Petrobras, demonstra a existência de um sistema robusto e complexo, onde os comitês funcionam como instâncias de orientação, prospecção, identificação de prioridades e demandas da empresa.

Neste contexto, a formação das redes de cooperação e parcerias tecnológicas estabelecidas e intensificadas a partir da década de 2000 funcionou como um mecanismo importante para a otimização dos investimentos em desenvolvimento tecnológico, formação de recursos humanos e a infraestrutura laboratorial para o setor.

A importância da implementação das redes temáticas de cooperação entre a Petrobras e um conjunto importante de ICT no Brasil é um tema destacado por diversos autores: Morais e Turchi (2016); Ferreira e Ramos (2017); Vieira e Fishlow (2017); Morais (2013).

Conforme destacado por Ferreira e Ramos (2017), a formação das redes de pesquisa colaborativa de cooperação com as universidades e institutos de pesquisa brasileiros se deu no contexto do direcionamento tecnológico da empresa a partir dos focos ou temas gerados, orientando os projetos e programas tecnológicos e teve como *input* importante a obrigatoriedade de investimentos em P&D pelas empresas de petróleo e gás, a partir de regulamento estabelecido pela ANP, normativo que contribuiu também de forma expressiva para o aumento da oferta de recursos financeiros para o setor de petróleo.

<sup>45</sup> Além destas duas instâncias existem os Comitês Tecnológicos Operacionais (CTO), que operam no nível tático operacional e são responsáveis pela implantação das ações para os desdobramentos das diretrizes estabelecidas pelo CPT, por meio de projetos de PD&E, com as atividades de prestação de serviços técnico-científico, visando atender às demandas das áreas operacionais. Os CTO funcionam como a instância de gerenciamento da demandas de novos projetos, que são avaliadas e hierarquizadas, a partir de critérios que busquem coerência estratégica com as diretrizes estabelecidas pelos CTE (MORAIS e TURCHI, 2013).

Segundo Oliveira e Figueiredo (2013), de 1992 a 2009, o valor investido em contratos e convênios de infraestrutura e P&D nas universidades e centros de pesquisa foi de R\$ 3,329 bilhões, com ênfase nos projetos da região sudeste (75%) devido a presença da Petrobras no Rio de Janeiro, seguido das regiões nordeste (12%), sul (9%), norte (3%) e centro-oeste (1%).

Como resultados os investimentos geraram instrumentos contratuais com 196 ICT, com destaque para as universidades do Estado do Rio de Janeiro, especialmente a UFRJ e a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), tanto pelo número de convênios contratados com a empresa como em função dos valores contratados (OLIVEIRA e FIGUEIREDO, 2013).

Outros aspectos apontados pelos autores são: o impacto positivo da cooperação com a Petrobras na produtividade média dos pesquisadores, o que pode ser explicado pela preferência da empresa em interagir com profissionais de grande qualificação, em atendimento às necessidades tecnológicas especificadas pelo Cenpes e pelas regiões de operação da empresa; e, a participação expressiva, cerca de 35%, de pesquisadores nas áreas de conhecimento de química, geociências, ciência da computação e engenharia (mecânica, química e de materiais e metalurgia). Os dois modelos de atuação da empresa contemplaram ainda a criação e fortalecimento da infraestrutura de pesquisa necessária para a realização de volume crescente de projetos tecnológicos, viabilizados também em função de uma maior disponibilidade de recursos financeiros advindos da obrigatoriedade de aplicação de um montante expressivo de recursos em P&D, estabelecidas pela ANP, reforçando a necessidade de aproveitamento e gestão de competências e capacitações externas, levando à criação de uma unidade da empresa - Área de Relacionamento com a Comunidade de Ciência e Tecnologia - específica para este fim, em 2006 (OLIVEIRA e FIGUEIREDO, 2013).

Mesmo considerando o apelo conceitual e mercadológico das Redes Temáticas para todo o sistema de P&G do país, os autores observaram um desempenho heterogêneo entre as equipes das diversas redes de pesquisa, apontando que algumas funcionaram de forma satisfatória, de maneira ativa e colaborativa, enquanto outras se mostraram mais dependentes do direcionamento da Petrobras (OLIVEIRA e FIGUEIREDO, 2013).

Adicionalmente, Ferreira e Ramos (2017) registram que em alguns momentos foi observada uma certa competição entre diferentes pesquisadores, grupos de pesquisa e universidades por recursos financeiros, além das dificuldades de comunicação entre os diversos atores na implementação de projetos de pesquisa apoiados pelas Redes Temáticas. Na visão destes autores, a atuação dos Núcleos de Pesquisa foi mais bem avaliada em razão das expectativas mais realistas e pelo modelo de gestão mais simples e eficiente. Ainda assim,

na percepção destes especialistas, a cooperação com a Petrobras trouxe resultados e impactos positivos, especialmente para as instituições de pesquisa do Estado do RJ, seja no que se refere à infraestrutura física e laboratorial, como pela visibilidade dos projetos e grupos de pesquisa em âmbito nacional.

A questão da ocorrência de competição por recursos financeiros entre diferentes grupos de pesquisa no Brasil se deu também no âmbito do CT- PETRO e foi ressaltada por um dos entrevistados (P-2):

Com a uma oferta expressiva de recursos financeiros deste fundo, o primeiro e maior dos Fundos Setoriais, que desde os anos 2000 passou a ser a principal fonte de recursos financeiros para a agenda de CT&I do governo, “as dimensões de valores dos projetos de pesquisa se multiplicaram, pode-se dizer que foram inflacionados pelo mercado!” o que gerou distorções dos valores médios antes aplicados pelos grupos de pesquisa, mas que muitas vezes foram aplicados de forma aleatória ou pulverizada (Entrevistado P-2).

No entanto, nas entrevistas foi abordado o fato de que a formação de muitas destas redes também se deu em função de uma maior disponibilidade de recursos financeiros e orientação da política de fomento pelos órgãos federais.

Outro aspecto comentado por alguns gestores (P-2 e P-3) é que, em função da publicação do marco legal para inovação em 2004 que estimulava o patenteamento das tecnologias geradas nos projetos de pesquisa, houve um esforço grande no sentido de alinhar expectativas em relação à política de PI da empresa e as políticas e normativos das ICT. Na percepção destes entrevistados em alguns casos não houve agilidade suficiente por parte das ICT na transferência das tecnologias para a empresa.

#### **4.4.6 Infraestrutura de Pesquisa no sistema de Petróleo e Gás no Brasil**

A análise sobre e configuração de infraestrutura de pesquisa do sistema de inovação do Brasil apresentada por De Negri e Cavalcante (2009) resalta duas características históricas deste sistema: um volume relativamente baixo de investimentos em infraestrutura e um número ainda reduzido de articulação e projetos colaborativos entre universidades, centros de pesquisa e o setor produtivo. Destacam, no entanto, que a partir da década de 2000, o volume de recursos públicos para infraestrutura em CT&I aumentou consideravelmente por conta dos Fundos setoriais. Segundo os autores, no período entre 2001 e 2010, somente um dos 16 fundos setoriais - o Fundo de Infraestrutura (CT-INFRA) - investiu mais de R\$ 1,7 bilhão na implantação e recuperação da infraestrutura de pesquisa nas instituições públicas no país. (DE NEGRI e CAVALCANTE, 2009).

Outro aspecto abordado pelos autores é que a demanda por infraestrutura de pesquisa parece acompanhar o aumento de maturidade do próprio sistema de inovação, principalmente,

a partir da década de 1980, quando a ciência passou a desempenhar papel mais relevante como fonte de oportunidades estratégicas para o desenvolvimento. Neste contexto, citam estudo realizado por Freeman (1995) onde o autor demonstrou que uma infraestrutura científica e tecnológica incipiente e seu reduzido grau de interação com o setor produtivo seriam elementos que permitiam distinguir os sistemas de inovação latino-americanos dos asiáticos, enfatizando a abordagem proposta por Mazzoleni e Nelson (2005) quando destacam que a função principal dos programas governamentais é desenvolver ações voltadas à solução de problemas relevantes para determinados setores de atividade. Comentam também o estudo realizado por Cohen, Nelson e Walsh (2002) que demonstra que as especificidades dos sistemas de inovação condicionam as contribuições potenciais de infraestrutura de pesquisa ao processo de desenvolvimento (DE NEGRI e CAVALCANTE, 2009).

Para o caso brasileiro, os autores registram que são poucos os exemplos bem sucedidos de interação da infraestrutura de pesquisa com o setor produtivo e destacam o complexo de pesquisa associado ao setor de petróleo no RJ que contempla o CENPES e o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE/UFRJ), entre os cinco principais casos bem sucedidos no país (DE NEGRI e CAVALCANTE, 2009).

Para os autores a existência de infraestrutura de pesquisa atualizada é fundamental não só para a produção de novos conhecimentos, mas também para a formação de recursos humanos qualificados e desenvolvimento de inovações tecnológicas no setor produtivo, destacando que, a infraestrutura existente em laboratórios governamentais e instituições públicas de ensino e pesquisa podem colaborar para o esforço de P&D das empresas, complementando atividades realizadas internamente.

Morais e Turchi (2016) identificaram 117 infraestruturas que prestam serviços de P&D para os segmentos de extração de petróleo e gás natural, contemplando 65 laboratórios científicos, que iniciaram suas operações entre 2000 e 2012, e outros 20 que começaram suas operações mais recentemente, entre 2010 e 2012 – ou seja, com a média de quase sete novas unidades implantadas por ano.

Ademais, 90% das 117 infraestruturas realizaram modernizações dos seus equipamentos ou laboratórios nos últimos cinco anos até 2012, e 43% destas modernizaram os equipamentos ou laboratórios até um ano antes. Indicando que este efeito, se deve principalmente, pela expansão tecnológica da Petrobras por meio das redes temáticas, que vêm equipando, desde 2006, dezenas de laboratórios em ICT para desenvolverem os estudos demandados para as explorações no pré-sal e demais áreas em que a estatal atua, o que

corroborar a avaliação da autora sobre o impacto da criação do Fundo Setorial CT-PETRO e do estabelecimento da cláusula de P&D da ANP, instituída em 2005.

Segundo estes autores, a Petrobras se destaca como principal agente financiador das infraestruturas de P&G, a partir do apoio a 59 laboratórios, no valor total de R\$ 175,3 milhões e no valor médio de R\$ 2,98 milhões por laboratório. As demais fontes financiaram 237 laboratórios de P&G, no valor total de R\$ 129,5 milhões e com valor médio de R\$ 546 mil. Em termos de distribuição regional, as infraestruturas que prestam serviços ao setor de petróleo concentram-se no Sudeste (55,6%), como também 71,8% do total da área física instalada e 55,4% dos pesquisadores. Esse resultado está relacionado à produção de petróleo preponderante na região Sudeste, especialmente nas Bacias de Campos e de Santos, que foram responsáveis por 89% da produção brasileira total, em 2013 (MORAIS e TURCHI, 2016).

#### **4.4.7 Sistema setorial de Petróleo e Gás (P&G)**

Morais e Turchi (2016) registram que o processo de formação do sistema de inovação do setor de P&G no Brasil seguiu o modelo de gestão tecnológica da Petrobras, detentora do monopólio da cadeia produtiva no setor desde sua criação até 1995. E que os antecedentes do sistema podem ser considerados em três períodos principais:

- a) A partir da criação do CENAP, em 1955 até o início dos anos 70, com as primeiras pesquisas científicas para apoio às atividades de refino e formação de recursos humanos para operação das refinarias.
- b) 1974 a 1983 - quando a empresa deu início a um processo de experimentações tecnológicas e um conjunto de projetos de pesquisa voltados ao incremento da capacidade tecnológica visando a exploração de petróleo em águas de profundidade de até 1.000m, que deu origem ao Programa Procap, lançado em 1986; e,
- c) A partir de 1983, quando teve início uma nova etapa de desenvolvimento tecnológico e inovações, com destaque para os seguintes eventos:
  - A quebra de monopólio da empresa em 1997, com consequente abertura do setor de petróleo a empresas nacionais e estrangeiras;
  - A criação da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), em 1997, cujo normativo estabeleceu a exigência às empresas petroleiras de aplicação de 1% das receitas dos campos com alta produção em P&D;
  - O estabelecimento da cláusula da ANP que estabelecia a obrigatoriedade de investimentos em P&D, pelas empresas do setor, e,

- A criação do Fundo Setorial, o CT-Petro, que viria a ser o primeiro dos 16 fundos setoriais constituídos na década de 2000 e o mais importante em relação ao volume de recursos financeiros para investimentos em CT&I no país.

No que se refere à dinâmica do sistema setorial de P&G, vários autores registram que esta nova configuração não afetou a expressiva presença da Petrobras no setor nacional, responsável por 95% dos dispêndios em PD&I na área de exploração e produção de petróleo, em cumprimento da cláusula de exigência da ANP.

Além disso, em função da Petrobras ser a empresa detentora de volumosas reservas no pré-sal, tornou-se um polo de atração de centros de pesquisa de empresas multinacionais provedoras de serviços para a exploração e a produção de petróleo, que estão se instalando no Parque Tecnológico da Ilha do Fundão, no Rio de Janeiro – onde se situa o Cenpes –, e em outros estados, para o atendimento das demandas tecnológicas da Petrobras e das demais empresas petroleiras que atuam em águas profundas e no pré-sal (MORAIS e TURCHI, 2016); FERREIRA e REZENDE, 2017).

Morais e Turchi (2016) destacam que desde o início de sua configuração o sistema setorial de inovação em petróleo e gás natural foi condicionado pelo Estado, por meio do monopólio executado por apenas uma empresa estatal, determinando que por mais de 4 décadas, todas as atividades de exploração, produção, distribuição e P&D do setor estavam sob o controle da Petrobras. Em função deste contexto, avaliam que a constituição do sistema sob direção de uma empresa estatal, e não do Estado brasileiro, teve consequências na definição do perfil do parque industrial instalado no país.

#### **4.4.8 Aspectos sobre a Política de Propriedade Intelectual da Petrobras**

Segundo Teece (1986), a capacidade das firmas e agentes institucionais aferirem ganhos financeiros e econômicos com origem na inovação de produtos, processos e serviços está relacionada a fatores como: regime de apropriabilidade; a existência de ativos complementares e os paradigmas e trajetórias tecnológicas das firmas. Para Dosi (1988) a definição da estratégia de propriedade intelectual utilizada pelas empresas deve buscar responder à dinâmica tecnológica do setor e do modelo de negócio adotado pela empresa.

Complementarmente à importância relativa dos DPI nas empresas cabe destacar que os mecanismos de proteção podem assumir diferentes dimensões: como mecanismo de defesa, como ativo estratégico, como ativo financeiro, ou mecanismo de segurança atrelada ao reforço da proteção legal ( KAMIYANA et al.,2006).

No que se refere à dinâmica de PI realizada pela Petrobras ao longo de sua atuação, é possível observar diferentes momentos onde esta variável foi considerada. Desde a criação do Cenpes, em 1966, o tema propriedade intelectual esteve presente, o que pode ser constatado pela instituição de uma divisão específica na estrutura organizacional do CENPES – Divisão de Documentação Técnica e Patentes – dentre as cinco divisões originais quando da criação do centro de pesquisa, ressaltando que, naquela época, a maior parte de desenvolvimento tecnológico da Petrobras acontecia em função de processos de absorção de tecnologias de empresas estrangeiras (MORAIS, 2013).

No período de execução do Programa Procap (1986-2006) foi observado um maior dinamismo tecnológico que se reflete na atividade de proteção intelectual, com destaque para um movimento importante da empresa em relação a pedidos de registros de desenho industrial e depósito de patentes, tanto no Brasil como no exterior.

A partir de 1986 os investimentos da empresa em P&D foram intensificados, tendo como um dos resultados mais importantes a criação do Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP).

Em função das atividades de pesquisas realizadas no âmbito das 3 fases do Programa, no período de 1980 a 2010, foram feitos depósitos de 1.879 patentes em órgãos de patenteamento, envolvendo 944 patentes no Brasil e 935 em outros países, contribuindo para uma posição de destaque entre as empresas brasileiras, como a maior depositante de patentes no Brasil.

Além do Brasil, o segundo país com maior número de depósitos feitos pela Petrobras são os Estados Unidos, com 244 patentes depositadas no período 1980-2010, representando uma média de 17 patentes por ano, no período entre 2006-2010. A atividade inovadora da empresa vem crescendo desde 1980: da média anual de 26 patentes depositadas no Brasil, de 1980 a 1990, passando depois para 65, de 1991 a 2000, e para 94, de 2001 a 2010 (IPEA, Banco de Dados 2010).

Os conhecimentos gerados e as tecnologias desenvolvidas vêm sendo compartilhadas com as comunidades acadêmica, industrial e petroleira mundial, por meio da publicação de artigos em congressos e conferências internacionais de petróleo (MORAIS, 2013).

Conforme destacado por Vieira e Fishlow (2017), a Petrobras foi a empresa que mais depositou patentes no Brasil no período entre 1990 e 2006. Segundo os autores foram realizados 733 depósitos de patentes, dos quais cerca de 70% nacionais e 30% internacionais.

A relação entre o grau de intensidade tecnológica da empresa e a preocupação com a Propriedade Intelectual é destacada por outros autores.

Takaki et al. (2006) avaliam que este processo teve início em 1996, provavelmente em função da Lei de Propriedade Industrial, pois antes deste período a empresa depositava anualmente menos de 20 patentes, passando a um patamar de aproximadamente 50 depósitos anuais a partir das décadas de 1980 e 1990, atingindo um pico de 115 depósitos em 2005.

Segundo estes autores, a empresa deu início a esta atividade diretamente por meio de escritórios internacionais, prática ainda adotada pela empresa, especialmente para os depósitos de patentes via o Tratado em Cooperação de Patentes (PCT). Os dados analisados pelos autores indicam que as patentes da empresa são eminentemente focadas em tópicos relacionados à produção de petróleo e derivados, que relaciona as classes dos sistemas internacionais como, por exemplo, a Classificação Internacional de Patentes, adotada pelo INPI, com 80% de predominância nas patentes da empresa. Uma outra questão diz respeito ao número de depósitos de patentes da Petrobras com cessão de co-titularidade (parceria), que, comparado aos outros depósitos, é muito baixo no período analisado, provavelmente em função de política de PI adotada pela empresa que prescrevia exclusividade na exploração das patentes concedidas. Em função da dinâmica das atividades tecnológica do setor e das parcerias com universidades a política foi revista em 2007, permitindo a inclusão de parceiros de pesquisa na propriedade intelectual das invenções (TAKAKI et al., 2008).

A partir de levantamento feito pelo IPEA e de informações do banco de dados do Cenpes, a Petrobras investiu cerca de R\$ 3,3 bilhões, aplicados em cerca de  $\frac{3}{4}$  em projetos de pesquisa das instituições de pesquisa da região sudeste do país, com destaque para projetos desenvolvidos nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo. Os recursos financeiros foram distribuídos nas diferentes atividades como: etapas de produção (24.4%); de desenvolvimento (20,6%); de exploração (11,9 %) e de refino (9,7% ), por meio de convênios com mais de 190 instituições de pesquisa de C&T do país (VIEIRA e FISHLOW, 2017).

Com uma dimensão um pouco mais conservadora um dos dirigentes da empresa registra que a Petrobras, em muitos períodos, adota a chamada estratégia defensiva, que consiste em proteger ao máximo suas invenções para não vir a ser impedida de utilizar determinadas soluções. Como a tecnologia na indústria do petróleo é bastante madura, muitas das inovações costumam ser incrementais, levando em conta as similaridades entre soluções locais e de concorrentes. Procura-se assim estabelecer os limites entre as criações da Petrobras e as de seus concorrentes (GONÇALVES e BRANDÃO, 2006).

Neste contexto, destacam que a empresa também exerce uma vigilância sobre os depósitos de patentes de terceiros. Uma vez identificadas patentes de concorrentes que possam restringir o acesso da Petrobras a determinadas soluções tecnológicas, a empresa

adota procedimentos legais para tentar barrar a concessão ou pelo menos limitar sua abrangência.

Entre 2000 a 2005, foram geradas cerca de 130 tecnologias protegidas em 160 países, distribuídas por todos os segmentos de atividade da empresa, como resultado de mais de 90 intercâmbios tecnológicos com companhias e instituições do exterior, sendo 45 na América do Norte, 43 na Europa, 5 na América do Sul e Central e 2 na Ásia (GONÇALVES e BRANDÃO, 2006).

Ao observarmos a dinâmica de patenteamento das principais empresas mundiais, dos setores tanto de aeronáutica e defesa quanto de P&G, identificamos que as empresas brasileiras apresentam uma abordagem de uso estratégico dos DPI de forma tímida quando comparadas à dinâmica de seus concorrentes. Para Moraes (2013) durante as fases I e II do Programa Procap a maioria das inovações desenvolvidas pela Petrobras poderiam ser avaliadas com incrementais, na medida em que as empresas se utilizavam de tecnologias maduras, levando a um maior grau de similaridades entre soluções locais e de concorrentes.

Para alguns autores a Petrobras, em muitos momentos adota a chamada estratégia defensiva, i.e., atuando com o objetivo de proteger ao máximo suas invenções com o objetivo de não vir a ser impedida de utilizar determinadas soluções.

Gay (2014) avalia a *performance* da Petrobras em relação a “produção de patentes”, em comparação com a ExxonMobile (empresa privada americana) e a Royal Dutch Shell (estatal inglesa), como significativamente abaixo das outras empresas. Neste trabalho o autor avaliou a atuação da Petrobras como um agente com desenvolvimento tecnológico tardio (*latecomer firm*), em boa parte reflexo do atraso industrial do país. Porém, observa que no período de 2007 a 2012 a empresa brasileira teve investimento em P&D superior aos investimentos das outras duas empresas. Além disso, registra que a Petrobras, apresenta um “portfólio” de patentes claramente regional, o que poderia ser explicado pelo fato de a empresa exercer um protagonismo no setor, considerada como campeã nacional mesmo depois da quebra de seu monopólio.

Ainda que a Petrobras se configure como uma das maiores depositantes (“top 10”) do país nos rankings anuais de patentes, conforme relatórios anuais do INPI e da OMPI na última década, em função da modesta atuação no âmbito do PCT, o autor considera a performance da empresa como “anêmica”, quando comparada as principais empresas globais do setor de P&G.

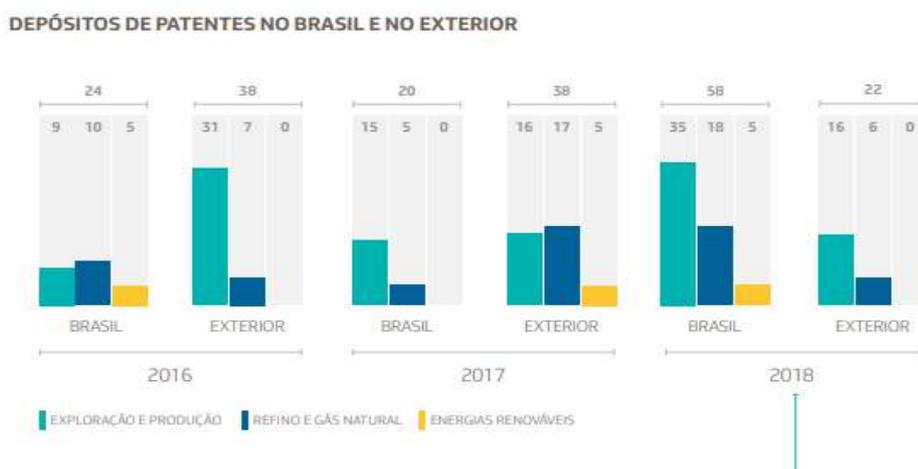
Um ponto que merece destaque é o impacto positivo do maior investimento em P&D nas instituições de pesquisa brasileiras, a partir do apoio financeiro direto (cláusula de P&D

da ANP ) e indireto (via CT-Petro), que influenciou de forma expressiva o movimento de patenteamento das ICT parceiras da empresa em vários projetos de pesquisa, no período de 2000 a 2016, sob influência também do marco legal de inovação publicado em 2005, que incentivava a formação de redes temáticas de pesquisa no setor, apoiadas de forma significativa pela própria Petrobras.

Outra perspectiva em relação à política de PI da Petrobras foi apresentada durante a realização de seminário sobre o tema nas dependências do Cenpes/UFRJ, em setembro de 2014. Na ocasião o gestor da unidade de PI do centro de pesquisa apresentou informações sobre a relação de investimentos em P&D e o potencial de geração de ativos de PI. Segundo ele, os investimentos em P&D da Petrobras entre 2001-2003 foram da ordem de US\$ 160 milhões, aumentando consideravelmente no período de 2011- 2012 para cerca de US\$ 1,2 bilhões de dólares. Naquela época a Petrobras tinha em seu *portfólio* 1.543 patentes no Brasil e 2.850 no exterior, corroborando a importância do tema para a empresa: “Propriedade Intelectual é de vital importância para a manutenção dos investimentos em pesquisa, no entanto, em muitos desenvolvimentos da Petrobras, não se pede patente, pois se concentra no que é o *core business* da empresa; além dos custos envolvidos, muitos projetos são desenvolvidos em parceria com empresas de outros países, onde é necessário conciliar as políticas de diferentes empresas” (SÁ, 2014).

As informações sobre as atividades de patenteamento publicadas no relatório anual da Petrobras, em 2018, indicam um aumento do número de depósitos de patentes no período de 2016 a 2018, conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 3: Depósitos de patentes da Petrobras, no Brasil e no Mundo, divididas por áreas, entre 2016 e 2018



Fonte: Petrobras, 2018

No relatório anual sobre o Brasil (*Country Profile*) publicado pela *World Intellectual Property Organization (WIPO)* em 2019, a Petrobras se destaca como a primeira empresa entre as 10 principais organizações brasileiras depositantes no âmbito do PCT, confirmando uma tendência de aumento do número de pedidos no âmbito daquele tratado, conforme registrado na Tabela 1 (Pág. 114).

#### **4.4.9 O papel do desenvolvimento tecnológico na trajetória da Petrobras no segmento de exploração em águas profundas e ultraprofundas**

A importância do desenvolvimento tecnológico para a competitividade da Petrobras é destacada por diversos autores e reconhecida no mercado internacional de P&G.

Morais (2013) destaca a liderança alcançada pela Petrobras em termos de PD&I, ressaltando o desenvolvimento tecnológico como o principal elemento – institucionalidade – de competitividade da empresa, especialmente no segmento de águas profundas e ultraprofundas, mesmo para uma indústria afeita a desafios tecnológicos.

Neste contexto, o autor ressalta a dinâmica tecnológica das empresas globais que atuam no segmento de exploração *offshore* que com investimentos crescentes em P&D buscam superar seus desafios por meio da utilização de diferentes trajetórias tecnológicas, o que vem permitindo a exploração de reservas de petróleo e gás em lâminas d'água cada vez mais profundas.

A história da Petrobras não é diferente. Desde sua criação na década de 1950 a empresa vem enfrentando os grandes desafios tecnológicos com investimentos expressivos e crescentes em P&D, capacitação em recursos humanos em diversas áreas do conhecimento e estruturação de seu Centro de Pesquisa, o CENPES, o mais importante centro de pesquisa do setor na América Latina.

Ao longo de sua trajetória enfrentou desafios de complexidade crescente. Nos anos 50, a principal dificuldade era encontrar pessoal técnico com formação adequada. Nos anos 60, o objetivo passou a ser a construção da indústria de refino. Nos anos 70 e 80, com a crise de petróleo, a Petrobras partiu para a exploração em águas profundas. Na década de 90, o desafio foi adaptar o parque de refino ao tipo de petróleo encontrado em alto mar. A proposta da empresa era consolidar sua atuação como uma empresa integrada de energia, voltada também para energias renováveis (GONÇALVES e BRANDÃO, 2006).

Na área de dutos, o aumento das atividades em profundidades da lâmina d'água, no final dos anos 1970, demandou soluções que permitissem a elevação de petróleo e gás desde os poços até a plataforma, especialmente nas reservas da Bacia de Campos, com destaque para a adoção de inovação importante para a empresa: os risers flexíveis, em razão de sua propriedade de se acomodar aos movimentos das plataformas no mar, em substituição aos dutos rígidos que, até então, conectavam os poços às plataformas fixas (jaquetas) (MORAIS, 2013).

#### **4.4.9.1 As trajetórias tecnológicas das plataformas de petróleo**

As crises de petróleo da década de 1970 desencadearam a necessidade de produção rápida de petróleo, impedindo que o país pudesse contar com os resultados de uma eventual política de desenvolvimento tecnológico que permitisse a formação de setor formado por empresas parapetroleiras de capital nacional. Em função das restrições de importação existentes no Brasil, a Petrobras precisava buscar, no menor tempo possível, a solução de plataformas e equipamentos para dar início à exploração dos campos de petróleo descobertos nas décadas de 1970 a 1990. Esta situação reforçou a importância das atividades de exploração no segmento *offshore* e alavancou a busca por novas soluções tecnológicas demandando maiores investimentos em atividades de P&D (MORAIS e TURCHI, 2016).

Segundo os autores desde que o Brasil se deparou com a falta de tecnologia externa para a produção petrolífera no segmento *offshore*, o desenvolvimento tecnológico local e a ampliação dos investimentos da petrolífera em atividades de P&D passaram a ser mandatórios.

A década de 1980 foi marcada pelo desenvolvimento de novas trajetórias tecnológicas, com a intensificação das atividades voltadas à exploração de águas profundas o que demandou, mais uma vez, recursos humanos mais qualificados para a realização de atividades de pesquisas aplicadas. Neste período a Petrobras ampliou suas importações tecnológicas de bens de capital de forma a iniciar o processo de aprendizagem no país, estreitando sua parceria com o CENPES em função da necessidade de fazer adaptações técnicas nas atividades de suas refinarias, buscando responder ao novo cenário econômico ((LEITÃO, 1984; MORAIS, 2013).

Segundo Morais (2013), as plataformas podem ser de 3 tipos principais: fixas (*jacket*), flutuantes (*floating*) ou autoelevatórias (*jack-up*) e podem ter diferentes funções: perfuração (*drilling*), produção (*production*), ou armazenamento de hidrocarbonetos (*storage*), além de desempenhar diversas outras atividades de apoio à produção de petróleo *offshore*,

considerando que estas três funções podem ser reunidas em uma única plataforma e definem as principais modalidades destas tecnologias.

Ao longo das últimas décadas os projetos e equipamentos das plataformas sofreram várias adaptações que se configuraram em novos paradigmas tecnológicos. Furtado (1996) e Morais (2013) apresentam os tipos principais de plataformas e equipamentos desenvolvidos entre 1930 e 1990, quais sejam:

- Plataformas fixas: plataformas formadas por estruturas metálicas que se sustentavam no solo marinho, desenvolvidas entre as décadas de 1930 e 1950 para exploração *offshore*, mesmo quando utilizadas para atividades de exploração em áreas de pouca profundidade;

- Plataformas auto-elevatórias: desenvolvidas na década de 1940 e de 1950, na mesma época que foram também desenvolvidos barcos sondas;

- Tecnologia de perfuração de posicionamento dinâmico para águas profundas e dutos de escoamento da produção e de sísmica em alto mar, desenvolvidos na década de 1960, essas inovações possibilitaram a ampliação ininterrupta da produção *offshore* que já demonstrava seus primeiros desafios;

- Sistema de produção flutuante: definido como todo o sistema que engloba a árvore de natal molhada (sistema de válvulas que tem como função o controle da produção do poço), *templates*, *risers* (dutos que fazem a ligação dos poços de petróleo com as plataformas de superfície) e embarcação para o processo produtivo e de estocagem, desenvolvidos na década de 1970; podem ser consideradas tecnologias - chave e até hoje utilizadas em várias atividades de exploração, ainda que em versões mais atualizadas.

- Boia de subsuperfície (BSR – Boia de Sustentação de Riser). A BSR ou *Subsurface Buoy* (SSB) é um novo conceito que garante mais segurança na elevação de petróleo do poço até a plataforma.

A BSR pode ficar submersa sob até 130 metros de profundidade, funcionando como elemento intermediário entre os risers de aço que captam os hidrocarbonetos da árvore de natal e as mangueiras flexíveis (*jumper*) que chegam até a plataforma. O petróleo é transportado por linhas de produção, a partir da árvore de natal instalada sobre o poço, que são interconectados por meio de risers rígidos dispostos em catenária e sustentados pela boia, passando, então, para as mangueiras flexíveis até a plataforma. Estas estruturas permitem separar os movimentos dos *risers* de produção dos movimentos da plataforma, proporcionando mais segurança ao sistema de elevação do petróleo. A boia é amarrada ao fundo do mar por correntes de aço (amarras) e cabos de aço em espiral (*tethers*), ancoradas por estacas Torpedo (MORAIS, 2013).

O projeto original da boia BSR foi desenvolvido no âmbito do programa *DeepStar*, por meio de Projeto Industrial Conjunto (*Joint Industry Project-JIP*) em 1996, e modificado posteriormente pela Petrobras, representando a convergência de várias tecnologias preexistentes<sup>46</sup> (MORAIS, 2013).

Várias adaptações foram feitas ao longo dos anos, e hoje esta tecnologia compõe a base da estrutura de atividade de exploração do pré-sal no Campo Sapinhoá - Lula NE, Bacia de Campos/RJ, projeto tecnológico da Petrobras que será apresentado na seção 3.4.10 deste capítulo.

Cabe destacar que o modelo de parceria - *Joint Industry Project (JIP)* citado por Morais (2013) é muito utilizado na indústria de P&G, e consiste em um tipo de “consórcio tecnológico” (termo criado pela autora) onde são estabelecidos projetos de parcerias entre empresas internacionais (projetos multiclientes), a partir da identificação de necessidade de soluções demandadas por várias empresas. Este modelo de parceria foi destacado pelos entrevistados (P-2 e P-3), em função de suas características e importância para o setor:

Neste modelo de parceria uma das empresas do consórcio funciona como “capitã” ou líder de todas as outras empresas participantes do projeto. São projetos milionários em termos de investimentos, mas por questões estratégicas os contratos são sigilosos.

Um dos entrevistados cita como exemplo de resultado de uma *JIP* o projeto da árvore de natal que foi desenvolvido em parceria com a Petrobras (Brasil), Shell, Epsom:

Naquela época os EUA só tinham tecnologia para fazer exploração em profundidades de até 300 metros, falar em 500 metros era um absurdo! Por aí dá para ver a importância que este projeto representou para o setor” (Entrevistado P-2).

A importância e as principais vantagens da Boia de subsuperfície (BSR) são destacadas por Morais (2013). Além da separação dos movimentos dos risers e da plataforma, outros aspectos trazem mais eficiência e redução de custos para as empresas em função de alguns fatores: permite a antecipação da produção, pois cerca de 90% do sistema são instalados antes da instalação da plataforma de produção; a redução de pesos *pull-in* e *pull-out* (procedimentos de conexão e desconexão das linhas de fluxo e risers da árvore de natal da plataforma); e, a diminuição do desgaste dos *risers*, uma vez que as mangueiras localizadas acima da boia absorvem os movimentos da plataforma (MORAIS, 2013).

Desde 2000, a PETROBRAS vem testando a boia BSR em tanques de forma a comprovar sua resistência para utilização em atividades de exploração em águas

ultraprofundas. Os estudos realizados no CENPES mostraram que a boia pode comportar até 21 *risers* em águas ultraprofundas no Campo de Roncador. Em 2010, um protótipo da BSR foi instalado no campo de Congro, na Bacia de Campos com o objetivo de validar os estudos realizados com o modelo experimental reduzido (MORAIS, 2013).

Segundo Morais (2013), a Boia BSR está inserida no conjunto de tecnologias que os especialistas chamam de novos conceitos de plataformas flutuantes, junto com a Plataforma MONO-BR, ambas desenvolvidas no âmbito do PROCAP 3.000, como um dos principais projetos daquela fase do programa, visando a superação do desafio de criar um novo modelo de plataforma semissubmersível, com maior capacidade de produção e estocagem do que as encontradas em outros modelos existentes.

Um dos desafios da PETROBRAS para produzir petróleo em águas ultraprofundas de até 3.000 metros consistia em manter a estabilidade da plataforma em mar agitado, de forma a evitar o rompimento das tubulações. A MONO-BR foi o primeiro protótipo de uma família de cascos monocolunas para plataformas de produção. O projeto previu furos nos cascos, para permitir a entrada e saída da água, seguindo a variação das ondas, e uma estrutura de metal, conhecida por “praia”, em volta da coluna de sustentação, para reduzir o choque das ondas no casco; diferentemente das semissubmersíveis tradicionais, onde diversas colunas ligam o convés aos flutuadores submarinos, a MONO-BR tem apenas uma coluna cilíndrica. Sendo, portanto, uma superplataforma com capacidade de produção de 200.000 barris/dia (MORAIS, 2013).

Outra tipo de Plataforma submarina é a FPSO-BR, projetada para águas acima de 3.000 metros de profundidade, com capacidade de receber, estocar e descarregar o petróleo produzido. O barco tem casco duplo para proteção contra vazamentos em caso de colisão e a estabilidade é aumentada por braços restauradores (*righting arm curves*), muitas vezes maior que o tamanho recomendado pelas normas, que restauram o equilíbrio da plataforma. As unidades MONO BR e FPSO BR foram previstas para aumentar eficiência e segurança dos modelos de plataformas tradicionais, tais como as semissubmersíveis e navios-plataformas FPSO e foram desenvolvidas em módulos, permitindo que estaleiros nacionais concorressem à sua construção (MORAIS, 2013).

Os entrevistados (P-2 e P-4) também enfatizaram os desafios encontrados pelas empresas no processo de evolução tecnológica das plataformas, com destaque para as FPSO (*Floating, Production, Storage, Offloading*) ou Navio-plataforma e as Boias de subsuperfície (BSR) ou Boia de Sustentação de Riser.

A importância e utilização destas plataformas serão abordados no projeto de inovação instalado no campo Sapinhoá-Lula NE no final deste capítulo.

A figura 4 apresenta os principais tipos de plataformas utilizadas nas operações da Petrobras.

Figura 4: Principais tipos de plataformas utilizadas pela Petrobras



Fonte: Petrobras, 2019.

#### 4.4.9.2 Principais tecnologias utilizadas em atividades de exploração em águas profundas

Conforme enfatizado por Morais (2013), a indissociabilidade e as relações estreitas entre inovações de processo e os avanços na produção de petróleo no mar derivam de três especificidades da produção marítima de petróleo, a saber: 1) as condições prevalentes no clima, no ambiente marinho e nas rochas abaixo do leito oceânico; 2) as grandes distâncias encontradas entre as plataformas e os poços no fundo do oceano, e entre as plataformas e o continente; e, 3) a invisibilidade das operações no mar.

O autor enfatiza que o atendimento a tais especificidades resultam do alto grau de dificuldades e especificações técnicas na exploração e na produção de petróleo, onde os requisitos de inovações de processo e de combinação de equipamentos, sistemas e procedimentos operacionais nas atividades petrolíferas no mar, apresentam características praticamente únicas na história recente do desenvolvimento tecnológico da indústria de P&G. Morais (2013) destaca ainda que os desafios tecnológicos na produção de petróleo em águas profundas e ultraprofundas não podem ser superados sem investimento em novos conhecimentos e inovações.

Para o autor, as inovações, sejam de natureza radical ou incremental, são necessárias não somente na realização de atividades de extração/produção de petróleo em águas e rochas mais profundas, mas também quando estas atividades ocorrem nas mesmas profundidades,

ainda que em áreas novas, uma vez que as condições ou as características geológicas e marítimas podem variar de um local para outro, inclusive em um mesmo campo de petróleo (MORAIS, 2013).

Entre os inúmeros desafios técnicos de maior complexidade a serem superados com inovações em decorrência das distâncias nas águas profundas no mar, Morais (2013) identifica:

a) Desenvolvimento de métodos de controle remoto e de intervenções a distância nas operações de montagem de equipamentos nos poços e no solo marinho, nas remoções e reparos de equipamentos e nas operações continuadas de extração de petróleo e gás natural;

b) Desenvolvimento de linhas de fluxo, risers e equipamentos para águas profundas, capazes de suportar a pressão da coluna d'água de até 3.000 metros entre a plataforma de produção e o fundo do mar;

c) Desenvolvimento de sistemas potentes de bombeamento para a extração de petróleo-gás natural-água dos poços e sua condução até a plataforma, por meio de risers, com equipamentos para a separação dos componentes do fluxo no próprio leito marinho; e,

d) Inovações destinadas a superar as dificuldades técnicas e logísticas decorrentes das longas distâncias entre os campos de petróleo e plataformas e a costa marítima.

Quanto aos principais desenvolvimentos tecnológicos na exploração de novas áreas marítimas, o autor destaca um conjunto de pesquisas nas áreas de sísmica, visando a obtenção de imagens das rochas sedimentares profundas abaixo da camada de sal mais nítidas, com o objetivo de revelar áreas geológicas com possibilidades de existência de jazidas de petróleo; e a realização de atividades de perfuração e construção de plataformas de Posicionamento Dinâmico capazes de realizar perfurações de poços com até 10.000 metros de extensão, em lâmina d'água de mais de 3.000 metros. No que se refere aos principais desafios tecnológicos para a exploração e produção *offshore* o autor destaca a necessidade: de desenvolvimento de cabos sintéticos leves para profundidades superiores a 2.500 metros de lâmina d'água; e, desenvolvimento de novas técnicas de perfurações de poços nas rochas carbonáticas do Pré-sal<sup>47</sup>. (MORAIS, 2013).

O conjunto de desafios apresentados por Morais (2013) em relação à continuidade e aumento da eficiência, segurança e redução de custos das atividades de exploração e produção

são amplamente tratados em bibliografia técnica e especializada e foram abordados nas entrevistas para este estudo de caso.

Em função de informações apresentadas pelo entrevistado P-4 foi possível tomar conhecimento de projeto inovador citado anteriormente: o desenvolvimento de estruturas de grande porte de embarcação Flutuante de Armazenamento e Descarga de Produção (FPSO) e de dois sistemas de Risers Suportados por Flutuabilidade (BSR), executado em parceria com diversas empresas e fornecedores de vários países, premiado em 2015, pela *Offshore Technology Conference* (OTC), maior evento internacional de referência para o setor de petróleo e gás.

É importante destacar que as tecnologias – FPSO e BSR – foram identificadas a partir da literatura, mas também destacadas pelos entrevistados (P-2; P-3; P-4) como tecnologias estratégicas para operações de exploração em águas profundas, e utilizadas como tecnologias chave no projeto implementado no Campo Sapinhoá – Lula NE, localizado na Bacia de Campos, RJ.

A realização da entrevista com o coordenador do projeto da empresa Subsea 7 (P-4) permitiu não só o acesso a informações mais detalhadas sobre o projeto, mas também a oportunidade de identificar um projeto inédito para o segmento de exploração *offshore* de águas ultraprofundas, que será abordado ao final da seção sobre o estudo de caso da Petrobras.

#### **4.4.10 O Pré-sal e o projeto das Boias Flutuantes no Campo Sapinhoá - Lula NE, Bacia de Campos/RJ**

A descoberta das reservas do pré-sal teve início no processo de prospecção de novas áreas de exploração obtidas nas licitações de 2000 e 2001, quando a Petrobras e as empresas parceiras encomendaram um estudo contemplando um grande volume de informações sísmicas em 3-D, que se constituiu na maior aquisição e interpretação de dados sísmicos naquela época no mundo, abrangendo 20.300 km<sup>2</sup> de área, e que cobria diferentes blocos (BM-S-8, BM-S-9, BM-S-10 e BM-S-11) na região da Bacia de Santos (DIEGUEZ, 2014; MACHADO, 2018).

De acordo com as análises realizadas por diversos especialistas da empresa brasileira, as aquisições das áreas de exploração citadas acima tiveram como base um conjunto de informações que levaram à constatação de que as seções geológicas profundas existentes na Bacia de Santos, abaixo da camada de sal, constituíam uma promissora fronteira petrolífera a

ser explorada, em razão da dimensão das estruturas geológicas e das características técnicas específicas identificadas no estudo (FORMIGLI et al., 2009; MACHADO, 2018).

As interpretações dos resultados dos levantamentos sísmicos, a partir do início de 2003, indicaram grandes possibilidades de existência de hidrocarbonetos abaixo da camada de sal, ao mesmo tempo que apresentava o desafio de realização de perfurações de poços com longas extensões (atravessar a camada de sal com espessura de até 2.000 metros e as rochas abaixo do sal), onde era esperado encontrar reservatórios de petróleo, cujas características geológicas eram até então desconhecidas (MACHADO, 2018).

Além disso, era necessário a superação de importantes desafios tecnológicos visando o desenvolvimento de plataformas flutuantes e equipamentos de suporte que permitissem a realização de operações em lâmina d'água de mais de 2.000 metros de profundidade, distantes cerca de até 300 quilômetros do litoral, considerando ainda que o volume e a produtividade compensassem os investimentos a serem realizados após as possíveis descobertas. A decisão de realizar as perfurações só foi tomada pela empresa em meados de 2003, após a superação de posições divergentes internas sobre o assunto, em função dos inúmeros desafios identificados para a perfuração em áreas geológicas de difícil acesso (MORAIS, 2013; MACHADO, 2018).

Dieguez (2014) destaca aspectos que retratam o período:

Em 2003 vários especialistas da Petrobras – geólogos, geocientistas e engenheiros) avaliaram as conclusões do estudo indicando fortemente a possibilidade de existir uma grande quantidade de óleo na região. Isso só poderia ser comprovado com a perfuração dos poços, o que apresentava dois grandes problemas: atingir profundidades entre 5 a 7 mil metros, até aquele momento o máximo de profundidade atingida pela Petrobras era de 1.886 metros, e o óleo se encontrava em tipos de rochas desconhecidas, com mais de 120 milhões de anos! Investir em um projeto novo daquela dimensão demandava investimentos vultuosos, mesmo para o padrão de investimento da indústria, cuja ordem de grandeza ficava na casa dos milhões de dólares, com alto risco e sem garantia de encontrar óleo. Associado a tudo isso ainda tinha uma questão legal a ser observada: pelas regras da ANP as empresas tinham um prazo para estudar os dados dos levantamentos sísmicos, e a partir daí decidir ou não pela exploração dos blocos adquiridos, permanecendo com no máximo 50% das áreas, devolvendo o restante à agência. A angústia gerada no grupo era enorme, caso a existência de óleo não fosse confirmada os prejuízos seriam muito grandes, além de pôr em xeque todo o conhecimento geológico da equipe. Com a preocupação sobre o impacto da decisão de continuar ou não a perfuração, o grupo não chegou a um consenso e o assunto foi levado ao Diretor de exploração e Produção da Petrobras que aprovou a continuidade da operação. (DIEGUEZ, 2014, p. 239).

As descobertas da camada do pré-sal muitas vezes foram atribuídas ao fator sorte. No entanto vários registros refutam esta tese.

Num domingo de agosto de 2006, o geólogo Mario Carminatti, chefe da Petrobras, recebeu um telefonema do gerente-geral de operações exploratórias da companhia sobre a perfuração do poço RJS-628<sup>a</sup>, na Bacia de Santos. Dependendo do resultado da perfuração isso poderia significar “o fracasso de um projeto de seis anos, que demandara milhares de horas de pesquisa e consumira milhões de dólares em complexas operações de engenharia”. ... Na 2<sup>a</sup> rodada da ANP em 2000, a Petrobras arrematou 04 áreas (blocos) na Bacia de Santos, em

associação com a *British Gas*, a *Petrogal*, a *Repsol* e a *Chevron*, com investimentos da ordem de US\$ 285 milhões, onde a Petrobras tinha participação em 60% no negócio. Era uma área pouco conhecida pelos geólogos. Em função de uma encomenda de um programa de dados sísmicos em 3D, feita pela Petrobras na gestão Reichstul, seria possível mapear uma área de 20 mil quilômetros quadrados dos quatro blocos. O programa que foi utilizado por 2 anos pela empresa, gerou dados que analisados pelos geólogos indicavam a existência de grandes elevações sob uma camada de pré-sal, o que na teoria, poderia significar a ocorrência de grandes blocos de petróleo. As imagens revelavam dados vitais para a existência de óleo: uma rocha geradora de óleo, com uma rota física por onde ele pudesse passar; uma rocha reservatório, onde o óleo pudesse ser acumulado e uma rocha que pudesse manter o óleo aprisionado e um “selo” (camada de dois mil quilômetros de sal) que fechasse toda a estrutura”. (DIEGUEZ, 2014, p. 237).

Machado (2018) destaca que a descoberta do pré-sal é resultado de muitos anos de investimento em pesquisa em diversas áreas de conhecimento, em especial em geofísica e geologia aliado à cultura da empresa e de vários gestores de atitude visionária:

O pré-sal não foi uma descoberta genial, solitária de um pequeno grupo de pessoas dentro da Petrobras, mas sim o resultado de um enorme conhecimento acumulado desde a fundação da empresa, do trabalho árduo de engenheiros e geólogos, da excelência das escolas de geologia criadas na esteira desenvolvimentista de Getúlio Vargas e Juscelino Kubitschek. Certamente não teríamos chegado ao pré-sal sem a experiência acumulada na exploração dos poços da Bacia de Campos, que proporcionou ao Brasil a autossuficiência de petróleo na década de 1990 (MACHADO, 2018, p. 20).

Dieguez (2014) corrobora a visão de Machado e outros especialistas do setor quando registra informação do Diretor de Exploração e Produção da Petrobras na década de 2000, apresentada durante entrevista à autora:

Muita gente fala que tivemos sorte; sorte uma ova! O pré-sal é resultado do estabelecimento de metas exploratórias, de exploração de petróleo na ponta da broca, sem saber o que vai acontecer. Uma empresa de petróleo tem que correr riscos, tem que ser agressiva na exploração, tem que investir muito e desenvolver tecnologia e conhecimento tecnológico. Banqueiro não quer correr risco! Para o ex-Diretor da Petrobras as empresas de petróleo estão separadas em dois grupos: as NOCs – sigla em inglês para as empresas nacionais e as INOCS, as internacionais. “ainda que joguemos o mesmo jogo, somos bichos diferentes”. As NOCS não podem estar preocupadas apenas em dar ganhos aos acionistas, devem também estar comprometidas com o desenvolvimento do país (DIEGUEZ, 2014, p. 242).

A confirmação da viabilidade comercial de jazidas do Pré-sal, a partir de 2010, deu início a um marco na evolução tecnológica da PETROBRAS e na produção nessas áreas geológicas (MORAIS, 2013; MACHADO, 2018).

Segundo o entrevistado P-2, a empresa já tinha conhecimento do bloco gigantesco do pré-sal logo depois que as equipes de geofísicos e geólogos começaram a analisar os dados e imagens dos levantamentos sísmicos contratados pela Petrobras:

A Petrobras sabia desde o início da década de 2000 que tinha (existia) a camada do pré-sal em função de vários estudos das equipes de geólogos da empresa que analisaram imagens de levantamentos sísmicos encomendados pela empresa alguns anos antes, mas o custo das plataformas era inviável.”

Segundo Vieira e Fishlow (2017), a partir da descoberta do pré-sal a Petrobras se tornou o principal agente na exploração de petróleo em águas ultraprofundas, projetando tecnologias e organizando redes colaborativas de inovação<sup>48</sup>.

O petróleo encontrado na zona do Pré-sal obteve melhor qualidade econômica, uma vez que era mais leve do que o petróleo bruto encontrado na maior parte da produção Pós-sal brasileira. Em 2007, com base nas estimativas de quinze poços, a Petrobras anunciou a extensão da fronteira Pré-sal, que cobria uma área de 800 km de comprimento e 200 km de largura nas bacias do Espírito Santo, Campos e Santos. Em seguida, a Petrobras desenvolveu um plano estratégico para explorar os campos de Tupi, Iara e Guará. A estratégia de desenvolvimento buscava realizar testes prolongados seguidos por projetos de exploração e produção, incluindo a remodelagem de plataformas flutuantes, sistemas de armazenamento e instalações de descarregamento (VIEIRA e FISHLOW, 2017).

#### . Os desafios tecnológicos do pré-sal

A descoberta da camada do pré-sal apresentou um grande conjunto de desafios para a empresa. Conforme apontado por Moraes (2013) os exemplos das complexidades tecnológicas na produção de petróleo e gás no Pré-sal, os testes e o início da produção nessa área geológica mostraram que as jazidas apresentam alta presença de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e de gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S), que poderiam gerar a corrosão do aço utilizado nos equipamentos submarinos e nos dutos flexíveis que conduzem os hidrocarbonetos até as plataformas. Outra questão importante era a necessidade de superação de fatores ambientais adversos, como a alta pressão hidrostática das águas profundas sobre os equipamentos e dutos no fundo do mar, e da existência de temperaturas muito baixas, que poderiam contribuir para a acumulação de depósitos de material orgânico nos dutos, impedindo a passagem dos fluxos de hidrocarbonetos.

Neste contexto, Moraes destaca que as inovações tecnológicas nas fases de exploração e de produção como as citadas acima são tratadas em estudos sobre inovações em regiões do mundo onde os desafios técnicos impostos pelas águas profundas, condições hostis no mar e demais condições ambientais e geológicas determinaram (e determinam) as trajetórias

tecnológicas e o desenvolvimento de inovações em equipamentos e sistemas (MORAIS, 2013).

Além dos aspectos ambientais, um outro fator também que se caracteriza como um grande desafio a ser enfrentado diz respeito às soluções para lidar com as grandes distâncias entre a estrutura de exploração e o litoral, dimensão sempre presente na produção de petróleo offshore, além das distâncias existentes entre as plataformas e os poços de petróleo e equipamentos no fundo do mar, que podem variar de algumas dezenas ou centenas de metros na extração em águas rasas a até cerca de 3.000 metros em águas ultraprofundas, sob as tecnologias atuais. Em alguns casos, a profundidade do poço pode alcançar, desde a abertura inicial no solo marinho até o fundo do reservatório, até pouco mais de 10.000 metros, totalizando uma distância total em torno de 13.000 metros para a condução do petróleo e gás extraídos, a ser coberta com a coluna de produção (*tubing column*) dentro dos poços e com linhas de fluxo e *risers* da árvore de natal até a plataforma de produção de petróleo (MORAIS,2013).

Quanto maiores as profundidades maiores os desafios a serem superados, uma vez que o aumento das distâncias acentua as dificuldades decorrentes das condições físicas e ambientais prevalentes no mar. Como exemplo importante, águas profundas aumentam as pressões da coluna d'água a serem suportadas pelos equipamentos e dutos instalados no solo marinho, exigindo reforços em sua estrutura. (MORAIS, 2013)

#### **4.4.11 O Projeto das Boias Flutuantes (BSR) no Campo Sapinhoá - Lula NE, Bacia de Campos, RJ**

O projeto de desenvolvimento e implantação de Boias Flutuantes de Sustentação de Risers (BSR) e de embarcação Flutuante de Armazenamento e Descarga de Produção (FBSO) no Campo Sapinhoá - Lula NE, Bacia de Campos, RJ se configura como um projeto de desenvolvimento tecnológico com características inovadoras, de grandes dimensões, resultado de parcerias com empresas de vários países, coordenado pela Petrobras, no qual foram utilizados boias e embarcações flutuantes incorporando sistema de produção que incorporou diversas inovações incrementais no sistema de controle submarino (risers de aço flexíveis, sistemas de ancoragem) e de produção submarina<sup>49</sup> (CAMOZZATO et al., 2015).

<sup>49</sup> O projeto foi premiado no evento da *Offshore Technology Conference (OTC)*, maior conferência internacional para a indústria de petróleo e gás, em 2015, no qual foram utilizados boias e embarcações flutuantes incorporando sistema de

A BSR é uma solução tecnológica criada em 2004, adaptada para extração no Pré-sal, desenvolvida até a fase de bancada engenheiros e pesquisadores do CENPES, e construída/instalada pela empresa de engenharia, construção e serviços submarinos Subsea 7, de Luxemburgo, com sede em Londres, que atende ao setor de energia *offshore* e é parceira da Petrobras em vários projetos.

A BSR foi desenvolvida para impedir que os movimentos das plataformas fossem transferidos aos equipamentos submarinos, o que viabilizou o uso de dutos rígidos (conhecidos como Steel Catenary Risers - SCR ou “risers”), na extração petrolífera em grandes profundidades<sup>50</sup>. Com esta estrutura, este tipo de boia pode ser ancorada a 240m de profundidade, utilizando que até essa altura, tubos rígidos e a partir dos 240m até 2.118m de profundidade do poço, tubos flexíveis. A tecnologia BSR antecipou a produção no poço 9-SPS-7A, do campo de Sapinhoá, na Bacia de Santos. Instalada em 25 de dezembro de 2013, cuja produção petrolífera do poço se iniciou em 20 de fevereiro de 2014. A segunda e a terceira Boias já foram instaladas em 2015, nos navios plataformas localizados na cidade de São Paulo e Paraty, em menos de um terço do tempo gasto para a primeira BSR. Existem projetos para a implantação de mais BSR para alcançar o objetivo de crescimento da produção até a capacidade máxima de produção das plataformas instaladas na Bacia de Campos (PETROBRAS, 2014).

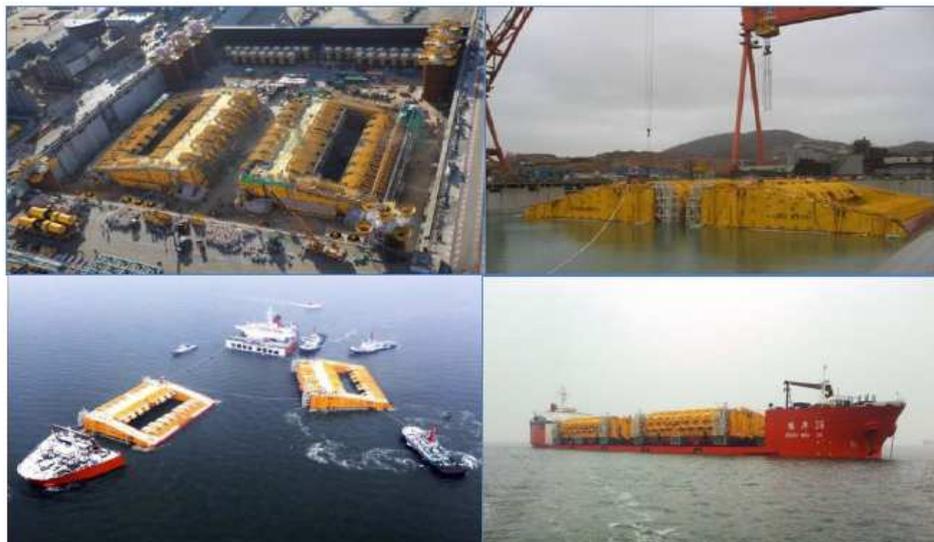
#### . Histórico e características do projeto

O projeto teve origem a partir de encomenda da Petrobras publicada em 2012 e tinha por objetivo desenvolver 4 boias submersas e 2 embarcações flutuantes em um dos blocos de exploração do pré-sal, situado no Campo Sapinhoá - Lula NE, da Bacia de Campos (RJ), localizados a aproximadamente 300 km ao sul da costa do Rio de Janeiro, na Bacia de Santos, em lâmina d'água de 2.200 metros. O custo do projeto, foi de alguns bilhões de dólares, o primeiro projeto subaquático desta ordem de grandeza instalado no Brasil.

O escopo de trabalho do projeto incluiu engenharia de projeto detalhado, suprimento, fabricação, instalação e pré-comissionamento dos seguintes itens: 4 bóias submersas; 16 fundações de bóias; 32 amarras de bóias; 27 risers de catenária em aço com terminação de tubulação; 27 estacas de ancoragem, e consistiu no desenvolvimento completo de sistemas de

produção antecipada com posicionamento dinâmico e uma estrutura de produção que incorporou diversas inovações incrementais no sistema de controle submarino (risers de aço flexíveis, sistemas de ancoragem e de produção submarina (CAMOZZATO et al., 2015).





Fonte: CAMOZZATO et al., 2015.

#### . Modelo de gestão e coordenação do projeto

A Petrobras foi a operadora de campo indicada para dois consórcios diferentes. Do ponto de vista do cliente, o projeto Sapinhoá-Lula NE era, de fato, dois projetos diferentes que contratavam solução submarina semelhante a ser instalada em paralelo.

Essa abordagem teve o benefício de aumentar e apoiar sinergias, ajudando a reduzir os custos de desenvolvimento entre os projetos.

A Subsea 7, empresa responsável pela execução do projeto e da gestão de todos os participantes (fornecedores de mais de 15 países), montou uma equipe de projeto dedicada no Rio de Janeiro, apoiada por uma rede global de recursos. O projeto foi o resultado de quase dois anos de desenho conceitual e estudos de *Front-end engineering detail* (FEED), projeto de pré-detalhamento de engenharia. A execução do projeto demandou uma estrutura administrativa complexa onde foi necessário gerenciar 24 contratos individuais assinados entre partes, o que se mostrou bastante complexo para ser gerenciado. A extensão do plano de compras e localização dos fornecedores gerou mais um desafio, sendo necessário criar uma logística massiva de mercadorias e processos aduaneiros complexos correspondentes a serem gerenciados durante a execução do projeto (CAMOZZATO et al., 2015).

#### . Desafios tecnológicos

Os principais desafios tecnológicos foram identificados desde a fase de concepção do projeto. No que se refere ao “pacote” BSR, o escopo do projeto contemplava as etapas de design, fabricação, logística e instalação de 2 pacotes tecnológicos, detalhados no Anexo 3.

Conforme abordado pelo entrevistado P-4 o escopo inovador do projeto apresentou uma série de 'estreias' ("firsts") que tiveram que ser executadas no modo acelerado. Um cronograma ambicioso para o primeiro aumento de petróleo e produção foi planejado pela Petrobras. Na fase de implantação as más condições climáticas e os problemas técnicos da cadeia de suprimentos também se tornaram um desafio. Com a instalação do primeiro BSR, o contratado e o cliente analisaram as armadilhas e os desafios encontrados durante o início da fase *offshore*, o que gerou revisão de prazos, especificações técnicas, questões de logística e de ordem administrativas que precisaram ser alinhadas para viabilizar a implantação do projeto (CAMOZZATO et al., 2015).

Para os responsáveis pela execução do projeto a colaboração e a inovação na abordagem de solução de problemas foram cruciais para alcançar com segurança o desempenho necessário para executar o escopo do projeto em sua longa campanha *offshore*. As lições aprendidas foram prontamente aplicadas na operação seguinte, beneficiando continuamente o projeto.

Em função das características inovadoras e pioneiras do projeto Sapinhoá-Lula NE, os equipamentos foram especificados com altos padrões e requisitos de qualidade. Com isso, o projeto limitou o número de fornecedores que dispunham de recursos e equipamentos qualificados para gerenciar, projetar, fabricar e entregar os componentes do sistema riser dentro da qualidade e do cronograma exigidos. O cronograma de execução do projeto foi de 24 meses, prazo exíguo frente a complexidade do projeto. Segundo o coordenador responsável pelo projeto (P-4) todos os componentes foram projetados, adquiridos e fabricados em dois anos (CAMOZZATO et al., 2015).

Os autores destacam que a restrição de tempo se mostrou uma variável particularmente rigorosa, porque foi combinada com muitos outros desafios, como, por exemplo:

- o grau de novidade do conceito, na medida em que não havia um *design* semelhante para ser utilizado como parâmetro. Desta forma, qualquer alteração nos componentes de um sistema ou nos dados ambientais poderia afetar potencialmente o *design* de outros componentes;
- o desafio de adotar novas tecnologias, tanto no sistema de tensionamento de correntes submarinas como nos conectores de ancoragem, tecnologias novas e que precisavam ser totalmente desenvolvidos, qualificados e testados;
- a falta de tempo para realização de testes de integração e instalação com componentes reais e manequins, em função do tamanho (grandes dimensões) do equipamento

e à restrição de tempo, ou seja, uso de alta tecnologia combinada a um cronograma acelerado, aumentando o grau de risco do projeto.

O maior desafio técnico foi a instalação das boias em ambiente hostil, fator que teve que ser considerado desde o estágio inicial do projeto, considerando ainda que o sistema de boia, amarração e reator tiveram que ser projetados para durar 27 anos.

Outros desafios importantes foram os atrasos nas datas de fabricação e entrega prevista das mercadorias por fornecedores, afetando o cronograma físico do projeto, pois a instalação de um equipamento dependia da instalação de outro. Ademais, para atender aos primeiros requisitos do projeto, todos os componentes deveriam ser projetados, adquiridos e fabricados para permitir uma campanha *offshore* começando aproximadamente catorze meses após a adjudicação do contrato (CAMOZZATO et al., 2015).

A gestão dos processos contratuais junto aos fornecedores também se constitui como um desafio a mais na execução do projeto, criando não apenas a dificuldade intrínseca de superar diferentes idiomas e fusos horários, mas também aumentando a complexidade da logística de transporte e dos desembarços aduaneiros” (Entrevistado P-4).

Além das questões citadas, outro elemento identificado durante a entrevista com P-4, diz respeito à especificidade dos contratos de encomendas ou parcerias voltados a projetos de desenvolvimento tecnológico e inovação.

A rigidez na definição dos escopos pode ser contraditória à flexibilidade necessária para um projeto inovador. A estrutura contratual pode gerar um esforço de gerenciamento adicional criando uma demanda alta para viabilizar a implementação de mudanças e adaptações definidas no plano de execução e complementa a avaliação sobre o assunto: Um projeto inovador deve considerar a possibilidade de mudanças em sua estrutura contratual, permitindo um alinhamento contratual suave das mudanças implementadas durante a fase de execução (Entrevistado P-4).

Na visão da autora, ainda que este aspecto não tenha sido identificado na revisão de literatura e no roteiro da entrevista, a gestão de contratos de inovação deveria ser considerada como uma institucionalidade intrínseca e importante nos projetos desta natureza, que envolvem alto grau de risco e incerteza, onde, muitas vezes os requisitos e exigências devem ser considerados para cada situação ou projeto específico, e para que isto aconteça é necessário um alto grau de conhecimento especializado em diversas áreas do conhecimento para o estabelecimento de exigências técnicas e tecnológicas adequadas às demandas que se apresentam no “mundo real”.

A identificação desta institucionalidade parece corroborar a visão contemplada no modelo proposto por Esman (1962), especialmente quando relacionadas às variáveis de a) Recursos (financeiros, físicos, humanos, tecnológicos, além dos recursos legais, pessoais, de equipamentos, infraestrutura (*facilities*) e informação), b) Transações (voltadas a manutenção

das redes de parceria e colaboração; trocas da organização com o ambiente onde atua (ecossistema) e c) Linkages (padrões de interdependência entre a organização e outros atores do sistema), considerando que as inovações tecnológicas deveriam ser vistas como experimentos e, por esta razão, adaptadas às realidades e condições locais (país, regiões, setores), muitas vezes ensejando a criação de novas instituições e/ou a adaptação das já existentes.

No que se refere à primeira fase de implementação do projeto, o início da produção em campo também demandaria a presença de navios-tanque em cada campo. No conjunto, o início da produção antes da instalação do sistema riser representou um desafio extra para o projeto.

Para ilustrar melhor a situação cabe apresentar mais detalhes desta fase do projeto: enquanto a fabricação de diferentes mercadorias e as discussões sobre os planos de importação / exportação foram realizadas, o navio Seven Polaris, estava passando por um trabalho preparatório na África do Sul, onde foram mobilizados a bordo o guincho específico para implantação de amarras e o equipamento auxiliar necessário. A embarcação foi mobilizada no projeto que chegava ao Brasil em março de 2013. Embora os BSR não estivessem prontos, neste momento o primeiro lote de oito estacas e contrapesos associados foi entregue na China e transportado para o Brasil por meio de HLV dedicado.

A ocorrência deste problema acarretou um impacto geral no cronograma de entrega de mercadorias para a primeira campanha de instalação da BSR e o início da fabricação de hastes e acessórios da SCR.

Paralelamente à fabricação de componentes, a logística e as operações estavam sendo planejadas e encontravam seus próprios desafios. O uso do regime de imposto de *drawback* vinculado ao processo de importação / exportação (regime aduaneiro especial que na suspensão ou eliminação de tributos incidentes sobre insumos importados (IPI, ICMS, entre outros) para utilização em produto exportado era utilizado pela primeira vez em um sistema submarino, apresentando mais particularidades a serem alinhadas do que o planejado originalmente. Com isto mais um desafio se apresentou, sendo necessário revisar o plano logístico original, pois as duas questões estavam diretamente relacionadas e o processo de exportação tinha sido planejado para coincidir com o recebimento real de mercadorias do exterior.

Um outro problema se apresentou na etapa de instalação das boias.

A primeira bóia *offshore* começou a ser instalada em julho de 2013, no início do inverno no hemisfério sul. Como esperado para aquela estação, as condições meteorológicas

encontradas foram severas e com intervalos reduzidos, o que dificultou as primeiras operações de submersão de uma bóia de 2.800 toneladas a 250 de profundidade da água, procedimento de instalação inédito naquelas condições. Em função desses fatores, a primeira tentativa de instalação foi frustrada pelo mau tempo, o que danificou a estrutura de alguns auxílios de instalação que não resistiram ao reboque do mar e ficaram no local. Por conta disto a bóia teve que retornar às águas abrigadas, onde ocorreram reparos na intervenção de mergulho. A situação aconteceria mais duas vezes, empurrando a campanha de instalação para o inverno e levantando preocupações sobre o sucesso de tal operação.

Paralelamente às tentativas malsucedidas de instalação das boias, a equipe de engenharia concluiu a análise do tempo real enfrentado no campo, o que foi corroborado por um novo documento estatístico meteorológico. O cronograma revisado com novos dados climáticos indicava uma campanha *offshore* muito mais longa para todo o escopo, principalmente devido a restrições climáticas.

Apesar da etapa de planejamento (fase FEED) ter considerado o maior conjunto de variáveis possível, e tendo como uma base de informação crítica para o projeto as estatísticas de tempo e operacionalidade para a Bacia de Santos registrados em campanhas realizadas em 2013, o conhecimento dos dados não foram suficientes para permitir a implementação das boias como previsto; novos dados permitiram uma revisão realista completa da duração esperada da campanha *offshore*.

Na avaliação do coordenador do projeto e equipe, a questão do clima foi o desafio de maior impacto na implementação do projeto.

Em relação às especificidades técnicas a execução do projeto enfrentou um número significativo de desafios. Muitos deles relacionados à inexistência de solução técnica anterior, sendo o desenvolvimento de componentes o único caminho a seguir. Entre os componentes que foram especificamente desenvolvidos e implantados durante o período do projeto, podem ser listados: BSR, ACM, Conectores Superiores, Conectores Inferiores, tubo revestido com bobina (CAMOZZATO et al., 2015).

Além dos aspectos mencionados acima, ainda foram identificadas desafios relacionados às inspeções e atendimento aos requisitos de validação e homologação, pois como era uma nova solução desenvolvida sem referência anterior, houve um alto foco na validação e aprovação do projeto, assim como no controle de qualidade dos vários processos de fabricação, em especial em relação à segurança e prevenção de acidentes (PORCIUNCULA et al., 2013)

As questões referentes à logística não foram menos complexas. A execução do projeto demandou o gerenciamento de diversos tipos de embarcação e estruturas logísticas que exigia planejamento, coordenação e presença 24 horas/7 dias por semana. Esse desafio foi ampliado pela presença de várias embarcações do tipo *Pipe Laying Support Vessel* (PLSV), que lançam e recolhem linhas no mar, utilizadas para conectar as plataformas a sistemas de produção de petróleo e navios-tanque em operações simultâneas (*Simultaneous Operations* - SIMOP) demandando um constante esforço de coordenação com a Petrobras (CAMOZZATO et al., 2015).

Ao analisar as dimensões do projeto de implantação dos sistemas de Risers Suportados por Flutuabilidade (BSR) podemos identificar a importância do conjunto das principais institucionalidades organizacionais identificadas como estratégicas para a consolidação da Petrobras no segmento exploração de águas profundas.

Na visão da autora, somente a partir de um conjunto de institucionalidades existentes na empresa - capacitação e desenvolvimento de recursos humanos, excelência em desenvolvimento tecnológico, existência de um centro de desenvolvimento tecnológico de referência mundial, experiência em estabelecer parcerias com empresas e fornecedores da cadeia global da indústria de P&G - permitiram a execução de projetos de alta complexidade, desde a especificação técnica, passando pela superação de desafios tecnológicos, ambientais, logísticos, entre outros.

Interessante notar também que o conjunto das variáveis e institucionalidades identificadas na execução do projeto corroboram a visão de Moraes (2013) em relação às inovações tecnológicas nas fases de exploração e de produção *offshore*, tratadas em estudos sobre inovações em regiões do mundo onde os desafios técnicos impostos pelas águas profundas, condições hostis no mar e demais condições ambientais e geológicas determinaram (e determinam) as trajetórias tecnológicas e o desenvolvimento de inovações em equipamentos e sistemas.

## **5 AS INSTITUCIONALIDADES COMUNS E ESPECÍFICAS DOS ESTUDOS DE CASO**

A análise dos estudos de caso – Embraer e Petrobras demonstram a importância das institucionalidades em suas trajetórias empresariais com base em desenvolvimento tecnológico, bem como muitas semelhanças e pontos em comum entre as duas organizações, além das institucionalidades específicas. No presente capítulo analisaremos as institucionalidades sob estes dois prismas, considerando ainda aquelas de caráter organizacional e sistêmico.

### **5.1 Institucionalidades comuns aos dois estudos de caso**

A seguir apresentaremos as institucionalidades identificadas no âmbito dos dois estudos de caso, avaliando a situação de cada organização.

5.1.1 Orientação estratégica do Estado aliada a necessidade de soluções concretas para dois desafios identificados no país.

As duas empresas - Embraer e Petrobras - tiveram participação ativa dos governos militares quando o Estado brasileiro assumiu a proposta de criar infraestrutura de energia, transporte, siderurgia e comunicações para sustentar o projeto de industrialização nacional no final da década de 1960 e início da década de 1970.

Para Forjaz (2005), o processo de criação da Embraer se assemelha às circunstâncias de criação das indústrias petrolífera e siderúrgica no país que tiveram participação ativa dos militares na sua instalação.

No caso da Embraer, a motivação inicial foi a estruturação da indústria aeronáutica a partir de um projeto de integração nacional, com início da atuação da empresa no segmento de aviação regional de forma a contribuir para um projeto estratégico de desenvolvimento e, ao mesmo tempo, como ação estratégica importante para a agenda de segurança nacional do país.

A criação da Petrobras foi motivada pela busca de autossuficiência em energia (combustíveis fósseis), onde os esforços e investimentos em tecnologias para exploração de petróleo foram alavancados pelas crises mundiais de petróleo na década de 70.

Nesta dimensão, podemos registrar que as duas empresas são resultado do processo de desenvolvimento econômico do país, principalmente a partir da década de 50, onde além da criação da Embraer e Petrobras se deu na mesma época, e em bases semelhantes, a criação de

outras empresas brasileiras com a Embrapa, CSN e Vale, se caracterizando como resultado de uma política de Estado, de longo prazo e não de programas de governos.

### **5.1.2 Capacitação de recursos humanos altamente qualificados**

Em relação a esta institucionalidade, destacamos a importância estratégica da capacitação em recursos humanos altamente especializados em três dimensões principais:

a - como institucionalidade crítica para a estruturação e consolidação das atividades de P&D das duas empresas com impactos em seus respectivos setores de atuação;

b - como elemento chave para os projetos de desenvolvimento tecnológico que permitiram acessar mercados globais, e que contribuíram de forma significativa para a alavancagem de projetos e criação de redes de pesquisa em diversas instituições de pesquisa do país;

c - como institucionalidade que permitiu a consolidação de centros de pesquisa de referência internacional para suas indústrias.

Ainda em relação à formação e capacitação de recursos humanos vale destacar a importância da participação de especialistas estrangeiros na criação das empresas e nos processos de capacitação especializada, aspectos decorrentes das políticas públicas à época.

Para a Embraer foram decisivos a existência de acordo de parceria com universidades americanas, além da colaboração de engenheiros aeronáuticos da Alemanha e França na criação do CTA.

Quanto à Petrobras, por meio da capacitação em universidades e centros de pesquisa de outros países e participação em consórcios internacionais, e, posteriormente com esforços de capacitação interna. A expertise acumulada ao longo de toda a trajetória da empresa foi chave para a descoberta do Pré-sal no início dos anos 2000, uma situação inédita no mundo até então.

### **5.1.3 Existência/ estruturação de centros de pesquisa**

Outra institucionalidade importante e comum aos dois estudos de caso – a importância estratégica dos centros de pesquisa para os processos de desenvolvimento tecnológico e consolidação das duas empresas – o CTA e o CENPES.

O estabelecimento de centros de pesquisa em empresas estatais se configura como uma das características estruturais do sistema de CT&I no Brasil, com destaque para os

setores de aeronáutica e P&G (MORAIS; TURCHI, 2016; DE NEGRI; CAVACANTE, 2009; MORAIS, 2013; FERREIRA, 2009; GOMES et al., 2017).

O CTA funcionou como a base de criação da Embraer permitindo a estruturação de toda a indústria do setor aeronáutico, com o apoio do ITA na formação de recursos humanos.

No que se refere ao CENPES, ainda que tenha sido criado a partir de decisão estratégica da própria Petrobras, também se consolidou como a base principal de desenvolvimento tecnológico para várias atividades da Petrobras, e hoje é o maior centro de pesquisa voltado para o setor na América Latina, com atuação fundamental para a implementação de diferentes trajetórias tecnológicas realizadas pela empresa, especialmente no segmento de exploração de águas profundas e ultra-profundas.

A existência dos dois centros de pesquisa permitiu às duas empresas a continuidade de desenvolvimento e adaptação de tecnologias desde sua criação, permitindo ainda hoje o desenvolvimento de tecnologias e a manutenção de parcerias com empresas internacionais e com a cadeia de fornecedores nos dois casos.

A importância estratégica desta institucionalidade foi amplamente enfatizada pelos entrevistados dos dois estudos de caso, com destaque para a importância ou criticidade do papel do CTA em relação à criação da Embraer, como base fundamental para a decisão da criação da própria empresa e seu processo de consolidação no mercado nacional.

#### **5.1.4 Política de promoção do desenvolvimento tecnológico como componente estratégico dos modelos de negócio e trajetória das organizações**

Nos dois estudos de caso fica evidente a importância do desenvolvimento tecnológico como fator de aumento da competitividade das empresas nos mercados nacionais e global.

Tanto a Embraer como a Petrobras têm o desenvolvimento tecnológico e inovação como institucionalidades chave para a consolidação de suas trajetórias nos respectivos setores de atuação: a Embraer criada para atender inicialmente a um projeto de transporte e integração regional no país, e hoje a única empresa global do setor do hemisfério sul, quarta empresa no *ranking* global da indústria aeronáutica. A Petrobras criada com o objetivo de trazer autossuficiência energética para o Brasil e se destacou como referência internacional para o segmento de águas profundas e ultraprofundas apresentando soluções tecnológicas adotadas por empresas de vários países. As duas empresas desempenham papel importante na economia brasileira, sendo que: no caso da Embraer, seus produtos têm participação na pauta de exportação de alta complexidade tecnológica; no caso da Petrobras em função de crescente produção de barris de petróleo em função da exploração das reservas de petróleo e pré-sal a

partir do desenvolvimento e utilização de soluções tecnológicas, em especial no segmento de exploração e produção de petróleo em águas profundas, que gerou autonomia na produção de petróleo, e contribuiu para que a empresa alcançasse a liderança mundial em prospecção e exploração em águas profundas e ultraprofundas.

### **5.1.5 Participação das empresas nos sistemas setoriais de inovação**

Um aspecto comum aos dois casos, é o papel de instituições âncora que as duas empresas desempenham nos sistemas setoriais onde atuam. A dinâmica de atuação das empresas pode ser vista como causa e consequência da configuração dos sistemas onde atuam, com impactos importantes para todos os agentes envolvidos nos sistemas setoriais onde se inserem: no caso da Embraer em relação ao *cluster* aeronáutico localizado em SP, em especial São José dos Campos, São Carlos e arredores; e no caso da Petrobras, ainda que com grande concentração de atividades de pesquisa e exploração na região sudeste do Brasil, atua de forma significativa em um sistema setorial de abrangência nacional, com atuação marcante em estados da região nordeste, com destaque para Bahia, Sergipe, Rio Grande do Norte em função de um grande conjunto de atividades de exploração ao longo da costa brasileira.

A Petrobras conta com a participação ativa do CENPES, que tem parcerias importantes com a Coppe e outras unidades da UFRJ, além de parcerias com empresas instaladas no Parque Tecnológico da UFRJ e empresas internacionais. Além da UFRJ, a Petrobras atua em parceria e apoia projetos de pesquisa e infraestrutura da PUC/RJ.

A dinâmica observada nos dois sistemas setoriais e tecnológicos onde as duas empresas se inserem – indústria aeronáutica e de petróleo e gás – corrobora questões apontadas por Malerba (2002) e Carlsson e Jacobsson (2005).

Em relação aos sistemas setoriais é possível verificar nestes dois estudos de caso que, muitas vezes estes se tornem predominantes em relação às questões e políticas nacionais, muitas vezes porque as instituições existentes no país fornecem um ambiente mais adequado para determinados tipos de setores do que para outros, fazendo com que institucionalidades nacionais possam contribuir para uma maior restrição do desenvolvimento tecnológico ou da inovação (MALERBA, 2002). No que se refere à dimensão geográfica/espacial enfatizam que, ainda que se identifique a existência de empresas âncora, como se verifica nos casos da Embraer e da Petrobras, isto não implica em dizer que os processos de inovação estejam restritos às dimensões de fronteiras dos países ou mesmo de regiões ou continentes (CARLSSON e JACOBSSON, 2005).

Na avaliação desta autora, as abordagens apresentadas acima reforçam a análise de que o tema institucionalidades podem assumir perspectivas distintas - tecnológicas, econômicas e sociais - relacionadas ao desenvolvimento tecnológico e ao processo de inovação. Paralelamente, ainda que se considere a importância dos sistemas setoriais e tecnológicos como elementos críticos para o processo de inovação, o que se observa na prática é que a existência de parcerias entre empresas e cadeias de fornecedores locais e de diferentes países, a partir das estratégias de inovação de cada organização, tem desempenhado um papel central na trajetória das empresas, um dos principais fenômenos observados nos casos de sucesso estudados.

De maneira geral, podemos dizer que a importância das institucionalidades identificadas como essenciais para os dois casos estudados a partir da pesquisa bibliográfica também foram “fortemente” corroboradas durante a etapa de trabalho de campo, na realização das entrevistas para os dois estudos de caso.

#### **5.1.6 Política de Propriedade Intelectual**

A análise das políticas adotadas pelas empresas para o tema PI, ainda que feita de forma ampla, parece indicar que tanto a Embraer como a Petrobras passaram a tratar do assunto de forma mais estratégica a relativamente pouco tempo, mais especificamente a partir da década de 2000, no caso da Embraer, e de forma mais consolidada, no caso da Petrobras, considerando os registros encontrados na literatura e as informações apresentadas durante as entrevistas.

Considerando as questões apresentadas por Malerba (2002), em relação às dinâmicas tecnológicas dos setores industriais e suas estratégias de utilização dos mecanismos, percebemos que a dinâmica tecnológica empreendida pelas duas empresas não se traduz em um número expressivo de patentes. Isto poderia ser explicado, em parte, como reflexo do grau de maturidade do sistema de inovação do país, onde se verifica é que a maior intensidade de atividade patentária se dá, principalmente, por não residentes, uma das características dos países com sistemas de inovação pouco consolidados.

Ao observamos a dinâmica de patenteamento das principais empresas mundiais, dos setores tanto de aeronáutica e defesa quanto de P&G, identificamos que as empresas brasileiras apresentam uma abordagem de uso estratégico dos DPI de forma tímida quando comparadas à dinâmica de seus concorrentes, o que em parte pode ser explicado tanto em função das parcerias com empresas internacionais do setor. No caso da Embraer avaliamos

que a atividade patentária está relacionada tanto à posição da empresa no setor, quanto do grau de desenvolvimento do sistema de PI no Brasil, que apresenta um maior número de depositantes não- residentes.

## 5.2 Institucionalidades específicas - organizacionais e sistêmicas

### 5.2.1 Estudo de caso Embraer

A indústria aeronáutica brasileira é considerada um caso de sucesso mundial em função da atuação da Embraer. Ferreira (2009) destaca esta condição como um caso de singular de sucesso, tanto em nível global como no âmbito da estrutura produtiva nacional. O autor enfatiza que o Brasil é o único país fora do conjunto das nações desenvolvidas com participação ativa na indústria aeronáutica mundial, ocupando uma posição de liderança no segmento mais competitivo, o de aeronaves comerciais, além de constatar o papel relevante desta indústria como o único setor de alta tecnologia em que o país conseguiu avançar e se consolidar internacionalmente.

Para Maculan (2013), a indústria aeronáutica brasileira se caracteriza como processo bem sucedido de “*catching up*”, baseada na produção e exportação de produtos de alto valor agregado que desempenha um papel estratégico na infraestrutura de transporte do país.

É importante destacar também a importância da empresa na dimensão regional e o papel da Embraer na estruturação e adensamento do *cluster* setorial e tecnológico do setor de defesa e aeronáutica brasileiro, o que contribui para a promoção de maior sinergia entre diferentes agentes institucionais – sejam eles voltados à formação de recursos humanos, na identificação de parceiros de desenvolvimento tecnológico e de cadeias de fornecedores nacionais e globais.

O estudo de caso comprova que a alta competitividade da indústria aeronáutica está diretamente relacionada à atuação da Embraer, na condição de empresa líder no país, em função da competência de seus quadros técnicos, dinamismo e capacidade tecnológica.

No que se refere à decisão de criação da empresa, fica evidenciada a importância da vontade política do Estado e o apoio institucional e financeiro dos diferentes governos ao longo de décadas, considerando também a importância das políticas de *offset* (compensação).

Ao analisar a trajetória de desenvolvimento tecnológico da Embraer podemos destacar como as principais institucionalidades: a existência de quadros especializados, que segundo alguns autores e entrevistados se constitui como um elemento crítico para o sucesso da empresa, considerado também como um gargalo ou mesmo impedimento para que outras

iniciativas anteriores à criação da empresa tivessem êxito, apoiada pela estreita parceria com o CTA e ITA; e, a utilização de mecanismos de compras públicas pelo Estado, que por meio de encomendas tem se mostrado como fator fundamental para a viabilidade da empresa e as parcerias de risco.

Na visão da autora, a Embraer pode ser considerada a primeira “*spin-off*” de inovação no país e para a indústria aeronáutica brasileira, uma vez que sua criação foi ensejada e viabilizada pela necessidade de desenvolver o projeto da aeronave Bandeirantes, concebido por engenheiros do CTA em parceria com o ITA. Tornando-a um caso de sucesso em desenvolvimento tecnológico ao nível mundial.

A institucionalidade capacitação tecnológica é identificada como uma base institucional estratégica tanto para o desenvolvimento de tecnologias e projetos de aeronaves de diferentes segmentos, mas também fator chave para o estabelecimento de parcerias de riscos com empresas do setor e fornecedores, um mecanismo estratégico para o desenvolvimento de projetos de aeronaves que também funcionam como mecanismo de capacitação e alavancagem de recursos financeiros para novos projetos.

Esta competência – desenvolvimento de projetos em parceria com outras empresas do setor, característica da indústria mundial, se revelou como uma institucionalidade essencial para o desenvolvimento de projetos de aeronaves em outros segmentos de atuação da Embraer e, por consequência, fator-chave para a consolidação da empresa nos mercados interno e global, e fundamental para o KC-390 Millennium.

A questão das competências especializadas não aparece somente como fator importante para o desenvolvimento de novas tecnologias, mas é também fundamental na identificação e especificação de critérios técnicos voltados a processos de aquisição de soluções tecnológicas de outras empresas ou parceiros do setor.

Durante as entrevistas um outro elemento – institucionalidade - comprovada foi a capacidade da empresa de associar a inteligência empresarial à inteligência tecnológica.

No que se refere ao papel das políticas públicas e apoio do governo, a análise do estudo de caso indicou a ocorrência de situações distintas ao longo do período de existência da empresa, ainda que corrobore a importância das encomendas tecnológicas para a sua consolidação.

Durante as entrevistas também foram abordadas algumas fragilidades e pontos críticos das políticas públicas de inovação, como o alto grau de descontinuidade em relação ao estabelecimento de prioridades e a falta de capacidade de manutenção de investimentos em P&D.

No que se refere à orientação estratégica, alguns gestores apontaram também que, de um modo geral, “as políticas públicas não são formuladas com uma dimensão de mercado global, e, em que pese os aspectos culturais, pensamento de curto prazo, quase sempre levam em consideração somente o tamanho e “exigências tecnológicas” do mercado interno, contribuindo para o “isolamento do mundo” em relação às tendências e oportunidades em novos mercados.

Como destacado por Ferreira (2009), o ambiente institucional brasileiro, ao longo de décadas, determinou a constituição da Embraer, direcionou suas estratégias e, conseqüentemente, o seu processo de construção de vantagens competitivas, onde o Estado foi e continua sendo, um dos principais determinantes das trajetórias ascendentes ou declinantes da empresa líder da indústria aeronáutica.

Dentre as institucionalidades não previstas destacamos, no estudo de caso da Embraer, a importância de um maior alinhamento das políticas públicas quanto ao uso adequado dos instrumentos financeiros para as atividades de desenvolvimento tecnológico x o tipo de atividade x o grau de maturidade tecnológica, considerando a escala do *Technology Readness Level* (TRL) e a importância das características de contratos de parceria com instituições de pesquisa.

Além das questões apresentadas acima, cabe registrar a importância da atuação da empresa na economia brasileira. Conforme registrado por Miranda (2007) e pelos entrevistados (E-2; E-3), a participação da Embraer na pauta de exportação brasileira é um fator importante não só para a empresa, mas também para toda a economia com participação expressiva na balança comercial, se destacando como uma empresa que integra um dos segmentos mais dinâmicos da economia mundial e de alto valor agregado, considerando os padrões tecnológicos da indústria.

A Figura 7 apresenta as principais institucionalidades identificadas no estudo de caso.

Figura 7: Principais institucionalidades estudo de caso Embraer



Fonte: Elaboração própria.

### 5.2.2 Estudo de caso Petrobras

Considerando o caráter sistêmico do processo de inovação e ainda a característica do sistema setorial de P&G, que tem a Petrobras como empresa âncora ou coordenadora do sistema brasileiro, mesmo após a queda de monopólio, é importante destacar alguns eventos externos que funcionaram como mecanismos de *feedback* entre os diferentes atores do sistema setorial e nacional de P&G do Brasil.

Desta forma, além das institucionalidades mencionadas nas seções anteriores consideramos importante destacar as principais mudanças institucionais e regulatórias que ocorreram no sistema de setorial de petróleo e gás, principalmente a partir de 1995, com destaque para a Emenda Constitucional que extinguiu o monopólio da Petrobras nas atividades de exploração de P&G no território e plataforma continental brasileiros.

Acompanhando uma tendência das políticas governamentais implementadas no país a partir do final da década de 1990 foram criadas agências reguladoras para diversos setores. No que se refere ao setor de petróleo a criação da Agência Nacional de Petróleo trouxe outra dinâmica e arranjo institucional para a indústria de P&G do Brasil, estabelecendo neste novo contexto uma política de investimentos compulsórios em P&D, a partir da instituição da Cláusula de P&D, criando para as empresas do setor a obrigatoriedade de investir 1% de seu faturamento em atividades de pesquisa e desenvolvimento.

No que se refere à mudança estrutural no setor, Felipe (2010) atribuiu a estes fatores as necessidades de mudança de perfil, de estratégias e de posicionamento mercadológico que afetaram a atuação da Petrobras, ao mesmo tempo que torna o caso da empresa, na visão do autor, um caso paradoxal fazendo com que a quebra de monopólio da empresa contribuisse para o aumento de sua competitividade no mercado global.

Para o autor, de qualquer forma, as mudanças institucionais e regulatórias implementadas a partir da metade da década de 1990, mudaram definitivamente o posicionamento dos principais agentes econômicos envolvidos no setor. Quanto à Petrobras, por um lado, essas mudanças institucionais retiraram-lhe a exclusividade de operação do monopólio da União. Por outro, em certo sentido, tenderiam a diminuir a influência da Petrobras no setor, uma vez que, a partir da “abertura”, estaria exposta à concorrência, algo que jamais tinha experimentado no mercado doméstico. Apesar disso, o que se observou foi, ao contrário de um enfraquecimento, um crescimento sem precedentes da estatal e o aumento de sua importância relativa inclusive no mercado internacional.

Neste caso, a Petrobras se torna um caso paradoxal em que a firma pode apresentar inclusive resultados mais expressivos num ambiente de concorrência do que aqueles comparados quando era protegida. Ou seja, dada a mudança institucional e regulatória que estava em curso, a Petrobras precisou entrar num processo de mudanças de perfil, estratégias, posicionamento mercadológico e ações políticas. A investigação de como isso se processou é importante para entender, além da trajetória da Petrobras após as mudanças implementadas, também as novas trajetórias do próprio setor onde ela se encontra e atua (FELIPE, 2010).

Por um lado, essas mudanças institucionais que contribuíram para uma maior exposição da empresa à concorrência estimulando novos investimentos em desenvolvimento/novas soluções tecnológicas que talvez não ocorressem se a empresa continuasse protegida por um monopólio constitucional. Além disso, o autor observa que houve uma adesão bastante rápida da Petrobras ao novo formato institucional e regulatório setorial que passou a vigor no país, o que contribuiu para um crescimento expressivo da atuação da organização inclusive no mercado internacional (FELIPE, 2010).

Os impactos da quebra de monopólio da Petrobras trouxeram mudanças expressivas para o setor. Mesmo no contexto do paradoxo apontado por Felipe (2010), este evento estimulou as parcerias com empresas do setor, inclusive de outros países, além de ampliar as possibilidades de maior poder de indução e incentivo à formação de redes de pesquisas em parcerias com universidades brasileiras, processo amplificado também pela criação do CT-Petro.

A análise do estudo de caso da Petrobras corrobora a atuação da empresa como um caso bem sucedido de inovação, bem como a importância das institucionalidades identificadas no âmbito desta tese.

Sua trajetória singular, ao longo de mais de 50 anos de atuação, pode ser explicada a partir da existência de 3 institucionalidades principais:

- A excelência e competência de seus quadros, resultado de uma política permanente de formação de recursos humanos voltados a atividades de P&D;
- A importância da pesquisa básica e aplicada e investimentos contínuos em pesquisa e infraestrutura com destaque para os investimentos em centros de pesquisa, desde a década de 1950, com a criação do CENAP, hoje CENPES ;
- O uso estratégico de tecnologias, seja por meio da implementação de programas de desenvolvimento tecnológico como o PROCAP, seja por meio de parcerias com empresas de vários países e/ou fornecedores da cadeia global.

Na visão de vários autores, a empresa apresenta um diferencial competitivo em diferentes aspectos, com ênfase na capacidade de absorção, de acumulação tecnológica e de funcionamento dos modelos de configuração das redes estratégicas de inovação (DANTAS & BELL, 2009, 2011; FERREIRA, 2015; FERREIRA & RAMOS, 2015).

Conforme apontado por Morais (2013) o mais recente capítulo na trajetória de riscos de investimentos e tecnológicos da empresa encontra-se nas atividades de exploração *offshore*, notadamente nos segmentos de exploração em águas profundas e ultraprofundas, o que levou a empresa à descoberta da camada do pré- sal (MORAIS, 2013).

De acordo com DeLuca (2011), as condições acima diferenciaram a Petrobras das demais companhias de petróleo no mundo. Segundo o autor, as grandes companhias petroleiras desenvolveram as mesmas tecnologias, ainda que tenham se consolidado por trajetórias diferentes da empresa brasileira, que, em função das pressões sofridas para “descobrir petróleo a qualquer custo” e de antecipar a produção a fim de resolver os problemas para o País.

Na avaliação de Felipe (2010) mesmo com a quebra de monopólio no final da década de 1990, a empresa deu continuidade aos investimentos em P&D e ao processo de expansão no segmento de exploração em águas profundas. “Além de ter incorporado todos os resultados positivos decorrentes daquele movimento nacionalista do início do século passado e que garantiu o monopólio estatal do petróleo, a Petrobras se personificou como símbolo do

sucesso, da competência e das possibilidades de autonomia do capitalismo nacional” (FELIPE, 2010, p. 3).

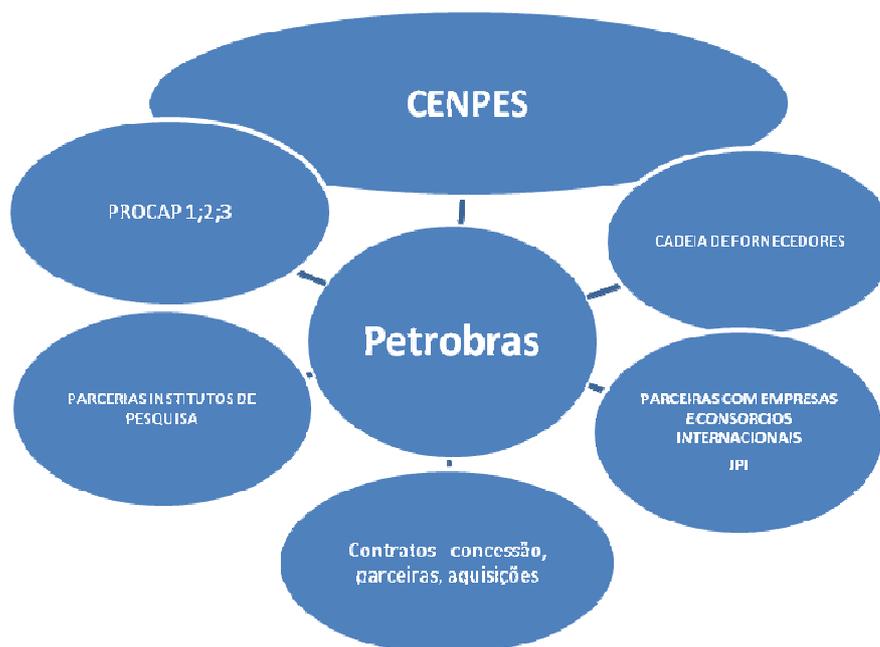
No que se refere ao Pré-sal, a descoberta destas reservas representou uma mudança significativa na história da empresa: “ uma guinada na história do Brasil, com impactos no mundo (MACHADO, 2018, p. 17). O autor destaca ainda que o pré-sal foi o resultado de conhecimento acumulado, do trabalho árduo de engenheiros e geólogos, da excelência das escolas de geologia criadas no período desenvolvimentista e de toda a experiência acumulada na exploração da Bacia de Campos (MACHADO, 2018).

Para Machado (2018, p. 19), a “Petrobras ainda é uma esfinge, uma quimera no bom sentido; um Estado dentro do Estado” , onde por vezes estes se ameaçavam (Estado e empresa) para não serem engolidos um pelo outro, em razão do peso dessa empresa na economia e na política do país. A Petrobras sempre foi o espelho do governo, particularmente da ditadura pós 1964, carregando suas mazelas e contradições. Como não poderia deixar de ser, não obstante contratar seus funcionários por concurso público, o material humano é a extensão da sociedade brasileira, com sua índole típica, suas virtudes e seus defeitos, mas repleto de criatividade!”.

O projeto de implementação das boias BSR no Campo Sapinhoá - Lula NE, na Bacia de Campos, ilustra bem a importância das institucionalidades identificadas na empresa como elementos-chave para o sucesso de projetos inovadores, voltados para responder aos grandes desafios tecnológicos presentes nas atividades de produção e exploração de águas profundas, segmento dos mais complexos e demandantes de novas tecnologias.

A Figura 8 apresenta as principais institucionalidades identificadas no estudo de caso da Petrobras.

Figura 8: Principais institucionalidades do estudo de caso Petrobras



Fonte: Elaboração própria.

Considerando que o processo de inovação acontece de forma sistêmica e cumulativa, entendemos que a identificação e análise das institucionalidades dos projetos e/ou tecnologias em determinados segmentos da empresa, podem contribuir como uma perspectiva complementar para a análise dos casos de inovação em suas diferentes dimensões: sistêmica, setorial e organizacional.

Ainda que a unidade de um projeto, como o C-390 Millenium ou de tecnologias que influenciaram e estão presentes no segmento de exploração em águas profundas, possam assumir contornos temporais ou de abordagem tecnológica para cada situação específica, o que se observa é que eles podem ser entendidos como “causa e consequência” de um processo onde diferentes institucionalidades presentes nos sistemas de inovação tecnológicos, algumas delas criadas dentro das próprias organizações, contribuem para seu sucesso, mas permitem também que os avanços tecnológicos transbordem para diferentes segmentos e projetos da mesma organização, contribuindo no todo para que estas empresas tenham alcançado o reconhecimento mundial sobre sua atuação a partir do desenvolvimento tecnológico.

No caso da Petrobras o projeto das Bóias Flutuantes (BSC) ilustra bem as diferentes trajetórias tecnológicas da empresa desenvolvidas no segmento de exploração de águas profundas e ultraprofundas que pode ser considerado como resultado da combinação das principais institucionalidades da empresa: capacitação e competência de seus quadros

técnicos, em função não só do aprendizado ao longo de décadas no desenvolvimento de soluções tecnológicas para a atividade fim da empresa por conta de processos de absorção de tecnologia e parceria com empresas de vários países, mas fundamentalmente pela atuação dos grupos de pesquisa do CENPES.

No nosso entendimento fica claro que a descoberta do pré-sal é o ápice de um processo de conhecimento e pesquisa, e não sorte ou surpresa conforme destacado por Machado (2018) e Dieguez (2014) .

O quadro 18 apresenta uma consolidação das principais institucionalidades identificadas nos dois estudos de caso, bem como sinaliza/identifica o grau de intensidade em relação a cada uma das institucionalidades identificadas.

Quadro 18: Síntese das principais institucionalidades identificadas nos casos de sucesso: comuns e específicas e grau de intensidade (I) para as empresas.

<b>Institucionalidades</b>	<b>Embraer</b>	<b>Petrobras</b>
O papel do Estado na origem das organizações	Existente. (I) Muito alta	Existente (I) Muito alta
A existência de políticas públicas para inovação	Existente. (I) Média a Baixa	Existente. (I) Média a baixa
A existência de competências científicas e tecnológicas	Alto grau de especialização. (I) Muito Alta. Fator-chave para a empresa	Alto grau de especialização e de interdisciplinaridade. (I) Muito Alta. Fator-chave para a empresa
A existência e parcerias com centros de P&D	Existente. (I) Muito Alta	Existente. (I) Muito Alta
A existência e inserção em sistemas setoriais ou tecnológicos	(I) Muito Alta Grau de concentração geográfica/ regional	(I) Muito Alta Grau de concentração geográfica por região do país: mediano; concentração de atividades no RJ sede da empresa
O grau de integração com diferentes atores públicos e privados	(I) Média/ alta. Atores chave: ITA, CTA, ANAC, FAB, Ministério Aeronáutica, Defesa, órgãos de regulamentação e certificação nacionais e internacionais	(I) Média/ Alta Atores chave: ANP; ONIP, IBP.
A existência de normas técnicas e de suporte às atividades de inovação	(I) Muita alta, com ênfase nos processos de certificação e homologação	(I) Alta/muito Alta

A existência e acesso à infraestrutura de P&D e parcerias com institutos de pesquisa	(I) Muito alta. Parcerias estratégicas: ITA, CTA	(I) Muito alta. Parcerias estratégicas: Cenpes e universidades
A existência de políticas de compras governamentais	(I) Alta .Crítica para a empresa	(I) Média a Alta
Parcerias institucionais	(I) Muito Alta. Projetos de parceria com fornecedores, concorrentes e Projetos de parceria de risco	(I) Muito Alta. Projetos de parceria tecnológica – JIP
Estrutura de financiamento – principais fontes de recursos / grau de dependência de dotação orçamentária do governo	(I) Alta	(I) Média /Baixa. A empresa também atua como “financiadora” do sistema de C,T&I por meio do CT-PETRO (até 2014) e por Investimentos em P&D (Cláusula da ANP)

Fonte: Elaboração própria.

## 6 CONCLUSÕES

O objetivo principal desta tese foi identificar, a partir da análise de casos de sucesso de desenvolvimento tecnológico e inovação no Brasil – Embraer (Embraer S.A.) e Petrobras (Petróleo Brasileiro S.A.) – as institucionalidades que permitiram que as organizações estudadas obtivessem êxito nas suas trajetórias de atuação, de forma a inferir quais as institucionalidades que podem ser necessárias e críticas para a existência de um número maior de casos de sucesso no país.

De forma a melhor organizar a conclusão sobre o estudo realizado apresentaremos inicialmente algumas considerações referentes às questões metodológicas.

A análise dos resultados alcançados na realização da presente pesquisa, confirmou a adequação da escolha do referencial teórico-conceitual a partir dos conceitos propostos por Esman (1962) e Edquist e Jonhson (2005) em função do caráter sistêmico do processo de inovação.

A identificação do arcabouço teórico foi fundamental para a formulação de um constructo que abrangesse um conjunto de variáveis voltadas ao desenvolvimento tecnológico em três dimensões principais, incluindo as dimensões de sistemas setoriais e de sistemas tecnológicos, a partir do qual foi possível identificar as institucionalidades chave para o sucesso tecnológico das empresas estudadas, complementada pela análise de projetos de desenvolvimento tecnológico específicos.

O ferramental metodológico utilizado para a realização deste estudo, particularmente em relação à abordagem de estudo de caso, importante para a orientação da revisão bibliográfica, e à aplicação das entrevistas semi-estruturadas, o que permitiu a identificação de informações não disponíveis na literatura, funcionaram também como importante fonte para uma maior compreensão dos eventos e questões estratégicas sobre as empresas estudadas.

No que se refere à seleção dos estudos de casos consideramos que a escolha das organizações – Embraer e Petrobras – foi acertada e fundamental para a avaliação das institucionalidades na dimensão que se pretendia realizar, o que contribuiu de forma especial

para suscitar reflexões sobre o principal direcionador desta pesquisa – Por que o Brasil avança pouco em inovação? de forma a identificar e compreender quais os elementos presentes em dois casos de sucesso brasileiros que, mesmo ausentes em diversas ações de fomento, podem ter contribuído para o êxito das mesmas.

A partir dessa análise foi possível também compreender que a falta da dimensão das institucionalidades na configuração das políticas públicas de apoio ao desenvolvimento tecnológico e inovação impactam o êxito das ações governamentais, assim como a existência das outras dimensões (descontinuidade e interrupção) comentadas anteriormente.

A especificidade do processo de inovação reside em, principalmente, duas características, entre outras: a primeira é que ele não pode ser identificado *ex-ante*, pois não existe uma forma pré-definida em relação a todas as dimensões e etapas que serão percorridas; a segunda é que uma inovação tecnológica, seja ela feita a partir de aquisição e/ou adaptação de tecnologias, utilização de tecnologias existentes em segmentos e indústrias distintos dos quais a inovação foi concebida, ou mesmo por meio de desenvolvimento tecnológico, vertente identificada para este estudo, depende fundamentalmente da construção de diversos processos, incluindo o tratamento adequado das respectivas institucionalidades.

Inovação, para esta autora, é um fenômeno social, multifacetado, onde seus processos e características podem ser avaliados a partir de diferentes perspectivas e dimensões considerando as especificidades de cada país associadas a abordagens setoriais, por segmentos da indústria ou sistemas tecnológicos.

No caso brasileiro identificamos como características do sistema de inovação, um sistema em estágio intermediário de maturação, marcado por um alto grau de descontinuidade das políticas de inovação e da falta de integração destas com as políticas de desenvolvimento econômico e avaliamos que as políticas públicas voltadas à inovação implementadas nas últimas décadas apresentam, em sua grande maioria, caráter de ações de governo e não de uma política de Estado.

A realização do presente estudo corrobora a visão da autora de que no Brasil as políticas públicas, em grande medida, dão maior ênfase ao apoio de atividades de ciência e tecnologia (C&T) e nem sempre contemplam o apoio às atividades de inovação propriamente ditas, mesmo considerando a existência de um modelo de transição entre o modelo linear e

um modelo sistêmico, processo em curso no país, ainda sem contemplar elementos essenciais conforme visto nestes estudos de caso.

A análise das institucionalidades identificadas nos estudos de caso reforça a importância do papel do Estado como um elemento catalisador importante de diversas iniciativas para o país e, em especial para a criação das organizações e definições de prioridades, o que fica claro quando consideramos que a decisão de criar as empresas aqui estudadas foi fruto de uma política de Estado explícita, com o objetivo de reduzir o grau de dependência tecnológica nos setores de energia e defesa. Ou seja, os resultados da presente tese comprovam que, quando há orientação estratégica, o país consegue estruturar um sistema de inovação para o alcance do resultado esperado, desde que haja um conjunto de institucionalidades que apoiem o desenvolvimento tecnológico pretendido.

Na visão desta autora para que as políticas públicas contribuam de forma efetiva para o desenvolvimento socioeconômico dos países, muitas vezes são necessárias ações de intervenção do Estado, que podem se apresentar na criação e reconfiguração de organizações e de institucionalidades como suporte às políticas de inovação, que, por sua vez, não devem ser entendidas ou priorizadas como ações voltadas somente ao financiamento de atividades de P&D.

Esta análise reforça a abordagem evolucionária quando se avalia o comportamento das empresas nos sistemas de inovação, sejam estes nacionais, setoriais ou regionais. Neste contexto, não é só o volume de investimentos em P&D que importa, mas sim a circulação do conhecimento e sua difusão por toda a economia, geralmente contemplando o papel crucial do Estado para influenciar essa distribuição. Para os economistas schumpeterianos a variável de incerteza, natural dos processos de inovação tecnológica e os efeitos de *feedback* entre inovação, crescimento econômico e estrutura de mercado é que dão a dimensão sistêmica do progresso tecnológico. questões observadas, a partir dos casos analisados.

Os resultados da presente tese comprovam o papel central das institucionalidades nos sistemas e processos de inovação, demonstrando que estudos a partir destes elementos podem funcionar como uma abordagem adequada para a identificação de elementos críticos que contribuem para o sucesso das organizações nos processos de desenvolvimento tecnológico, assim como para a avaliação das dinâmicas dos sistemas setoriais e nacionais, de forma complementar aos estudos de natureza quali-quantitativas para estes temas.

Ao analisarmos as principais institucionalidades organizacionais e específicas presentes nos dois estudos de caso podemos também comprovar que as mesmas conferem estabilidade aos processos de inovação das empresas, funcionando como contraponto ao grau de instabilidade muitas vezes observado nos processos sistêmicos, em particular no processo de implementação de políticas públicas para inovação, e, por estas razões, não devem ser analisadas de forma isolada.

No caso da Embraer, que se configura como o único caso de uma empresa do setor aeronáutico da América Latina com atuação no mercado global, podemos considerar que o projeto do avião cargueiro, o KC-390 Millennium, é o resultado de um conjunto de institucionalidades organizacionais desenvolvidas pela empresa ao longo de décadas com ênfase na competência de profissionais altamente especializados, à existência de parcerias internacionais de risco associadas a institucionalidades sistêmicas dentre as quais destacamos o uso do poder de compra do Estado e das políticas de *offset* criadas para dar suporte ao setor.

No caso da Petrobras fica claro o papel do desenvolvimento tecnológico na consolidação da empresa no mercado nacional, que se revelou como fator chave para a inserção e reconhecimento dela no mercado global de petróleo e gás. O projeto das boias flutuantes (BSC) ilustra bem o impacto da utilização de diferentes trajetórias tecnológicas desenvolvidas no segmento de exploração de águas profundas e ultraprofundas, e pode ser considerado como resultado da combinação das principais institucionalidades da empresa: competência de seus quadros técnicos, mas fundamentalmente pela atuação do seu Centro de Pesquisa, o CENPES, e as parcerias com parceiros globais e fornecedores.

É importante registrar que o presente estudo não teve por objetivo fazer uma avaliação completa ou exaustiva de todas as institucionalidades presentes tanto na Embraer quanto na Petrobras, mas sim identificar os principais elementos presentes nas trajetórias das empresa, e a título de exemplificação, nos projetos do KC-390 Millennium da Embraer e do projeto das Bóias Flutuantes (BSC), desenvolvimento de uma das principais tecnologias do segmento de exploração de águas profundas da Petrobrás.

Ainda que consideremos que a análise das institucionalidades presentes em um projeto tecnológico que influenciaram o sucesso das duas empresas analisadas possam assumir contornos temporais ou de abordagem tecnológica para cada situação específica, o que se observa é que elas podem ser entendidos também como “causa e consequência” de um processo onde diferentes elementos (institucionalidades) presentes em um determinado

sistema de inovação tecnológica, contribuem não só para o êxito de uma determinada tecnologia, mas também para o processo de “transbordamento” das mesmas para uma melhor *performance* de todo o sistema.

Na visão desta autora, o Brasil poderia alcançar mais resultados em inovação tecnológica se as institucionalidades identificadas neste estudo, entre outras, passassem a ser, de fato, consideradas como elementos críticos para os processos de inovação.

No que se refere ao estabelecimento de correlação entre as principais institucionalidades dos dois estudos de caso e as políticas públicas para inovação apresentamos algumas considerações:

- as políticas públicas de inovação, não são um fim em si mesmo, mas sim uma das institucionalidades importantes de política de Estado cuja principal função é dar suporte às políticas de desenvolvimento econômico dos países;

- em que pese os registros de literatura quanto ao grau de maturidade do sistema nacional de inovação podemos considerar que este, de fato, se configura como um sistema imaturo, incompleto ou não consolidado; no entanto, a ausência de institucionalidades e características intrínsecas ao sistema brasileiro não funciona como impedimento para a consolidação de casos de sucesso em inovação;

- se constata a importância de investimentos de longo prazo, seja na capacitação de recursos humanos, na estruturação de infraestrutura de pesquisa e, especialmente investimentos contínuos em projetos de pesquisa aplicada e desenvolvimento tecnológico para a consolidação de casos de sucesso;

- no que se refere às políticas de encomendas tecnológicas e de *offset*, cabe destacar a importância estratégica desses instrumentos, fundamental para a constituição da indústria aeronáutica e sua empresa líder;

- em uma perspectiva operacional, vale destacar a necessidade de buscar o aperfeiçoamento das políticas de fomento à inovação, em particular no que se refere à utilização dos diferentes instrumentos financeiros de forma a atender melhor às reais necessidades das empresas.

Reconhecendo os limites do presente estudo reforçamos a percepção de que não existe um único método de análise que seja completo ou suficiente para abordar dimensões tão amplas contempladas na dinâmica da inovação e que a abordagem utilizada nesta pesquisa apenas contribui de forma pontual para a análise dos casos de sucesso em inovação. Como

sugestão de temas para estudos futuros indicamos a possibilidade de considerar o conceito de Institucionalidade como base e inspiração para outras pesquisas relacionadas ao tema inovação a partir da utilização de outros referenciais conceituais tais como sistemas complexos, trajetórias tecnológicas, capacitações dinâmicas, dentre outros.

Espero a partir desta análise ter contribuído com esta tese para apresentar mais uma perspectiva de análise de casos de sucesso e, a partir deles, identificar quais institucionalidades podem contribuir para o aperfeiçoamento das políticas públicas de inovação para que o país em um futuro próximo contemple outros elementos que permitam a consolidação de novos casos de sucesso de inovação.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M. A Constituição Federal de 1988 e as políticas de incentivo à C&T brasileiras. *In: Cardoso, J.C. (org.) A Constituição Brasileira revisitada: recuperação histórica e desafios atuais das políticas públicas nas áreas econômica e social*, v.1. Brasília, IPEA, 2009.
- AMSDEN, A. **Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization**. Nova York: Oxford University Press, 1989.
- ARAÚJO, B. C. Políticas de Inovação e suas instituições no Brasil e na China. *In: Radar: tecnologia, produção e comércio exterior* nº 16 (10/2011). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília: IPEA, 2011. 65–75 p. Disponível via [http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/radar/111108\\_radar16\\_3.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/radar/111108_radar16_3.pdf). Acesso 22 agosto 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROPRIEDADE INTELECTUAL (ABPI). Evento anual, Rio de Janeiro, 2019.
- BOHLA, H. S. **Institutional Approaches to Innovation**: a review of the Esman Model of Institutional Building. Washington D.C.: USAID, 1976. 37 p.
- BONOMA, T. V. Case research in marketing: opportunities, problems, and process. **Journal of Marketing Research**, v. 22, n. 2, p. 199-208, 1985.
- BORRÁS, S.; EDQUIST, C. Institutions and Regulations in Innovation Systems: effects, problems and Innovation Policy Design. **Papers in Innovation Studies**, Lund, Sweden: Lund University, nº. 2014/29, December 2014. 22 p. Disponível via <https://charlesedquist.files.wordpress.com/2015/05/201412-cwp-institutions-and-regulations.pdf>. Acesso em 26 Agosto 2019.
- BORRÁS, S.; EDQUIST, C. **Conceptual Underpinnings for Innovation Policy Design** – Indicators and Instruments in Context. OECD Blue Sky – Conference III. 2016, 29p.
- CALIXTO, C. V.; FLEURY, M. T. L. Business Model: desvendando o construto. **Internext - Revista Eletrônica de Negócios Internacionais da ESPM**, v. 10, nº. 2, p. 18-30, mai/ago 2015.
- CAMOZZATO, G.; POIRIER, N.; HILLER, D; ACHERITOBEBHERE, A.; XAVIER, M.; ROMEU, N. B; SIEZE, E.; SILVA, A.L. **Execution Challenges for a First of its Kind Project in Santos Basin Brazil**. *In: OFFSHORE TECHNOLOGY CONFERENCE*, OTC 25843-MS, USA, 2015.

- CARLSSON, B; JACOBSSON, S. Diversity Creation and Technological Systems: A Technology Policy Perspective. *In: EDQUIST, C. **Systems of Innovation Technologies, Institutions and Organizations***. 2005. Cap. 12.
- CARLSSON, B.; STANKIEWICZ, R. On the nature, function and composition of technological systems. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 1, nº 2, p. 93-118, 1995.
- CASSIOLATO, J. E. **The role of user-producer relations in innovation and diffusion of new technologies: lessons from Brazil**. Tese (Doutorado) Universidade de Sussex, Brighton, 1992. 283 f.
- CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M.; MACIEL, M. M. L. (Ed.). **Systems of innovation and development**. Cheltenham: Elgar. 2003.
- CASTRO, A. C. **Políticas de Inovação e Capacidades Estatais comparadas: Brasil, China e Argentina**. Texto para discussão 2106. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, julho de 2015.
- CAVALCANTE, L. R. **Consenso Difuso, Dissenso Confuso: paradoxos das políticas de inovação no Brasil**. Brasília: IPEA, 2013. 36 p.
- CHANG, H. **Chutando a escada: a estratégia de desenvolvimento em uma perspectiva histórica**. São Paulo: Editora UNESP, 2004. 135 p.
- CIMOLI, M.; DOSI, G.; NELSON, R.; STIGLITZ, J. (2007) Instituições e políticas moldando o desenvolvimento industrial: uma nota introdutória. **Revista Brasileira de Inovação**, 6 (1), p. 55-85, janeiro/junho 2007.
- COMMONS, J. R. Institutional Economics. **American Economic Review**, v. 21, p.648-657, 1931. Disponível via <https://socialsciences.mcmaster.ca/econ/ugcm/3ll3/commons/institutional.txt>. Acesso em 11 maio 2020.
- CORIAT, B.; WEINSTEIN, O. Organizations, firms and institutions in the generation of innovation. **Research Policy**, v. 31, n. 2, p. 273-290, 2002.
- CORRÊA, G. M. **Resultados da Política de Offset da Aeronáutica: Incremento nas capacidades tecnológicas das organizações do setor aeroespacial brasileiro**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias Espaciais. Área de Gestão tecnológica. ITA. São José dos Campos, 2017. 152 f.
- COSTA, A. D.; SOUZA-SANTOS, E. D. Embraer, história, desenvolvimento de tecnologia e a área de defesa. **Economia & Tecnologia**, Ano 06, v. 22, p. 173-184, julho/Setembro de 2010.

- DANTAS, E.; BELL., M. (2009). Latecomer firms and the emergence and development of knowledge networks: the case of Petrobras in Brazil. **Research Policy**, 38(5), pp. 829-8
- DAHLMAN, C. Innovation strategies of three of the BRICS: Brazil, India, and China — What can we learn from three different approaches? **Working Paper Series**, Oxford: Oxford University, n. 23, 2008.
- DAHLMAN, C.; FRISCHTAK, C. R. National systems supporting technical advance in industry: The Brazilian experience. *In*: Nelson, R. (org.). **National innovation systems: a comparative analysis**. Oxford: Oxford University, 1993. 560 p.44.
- DEFESANET. <https://www.defesanet.com.br/kc390/noticia/24110/KC-390---Entrevista-com-Paulo-Gastao-Silva--Diretor-do-Programa/>, 2019
- DEL VECCHIO, C.; MENICONI, L. C. Deep Water Mooring Systems Using Fiber Ropes. **Composite Materials for Offshore Operations – 2**, S. S. Wang, J. G. W. & Lo, K. H. (eds.), American Bureau of Shipping, p. 255-264, 1999.
- DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. C. Sistemas de inovação e infraestrutura de pesquisa: Considerações sobre o caso brasileiro. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior** nº 1. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília: IPEA, n. 24, p. 7-17, abril 2009.
- DE NEGRI, F.; SCHMIDT, F.H. (ORG.). Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil /organizadoras: Fernanda De Negri, Flávia de Holanda Schmidt, Squeeff. Brasília: IPEA: FINEP: CNPq, 2016. 637 p. Bibliografia. ISBN: 978-85-7811-268.
- DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. *Collecting and interpreting qualitative materials*. Thousand Oaks: Sage, v. 3, 2008. 656 p.
- DIEGUEZ, C. **Bilhões e Lágrimas: A economia brasileira e seus atores**. 1ª edição. São Paulo, 2014, 341 p.
- DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of determinants and directions of technical change. **Research Policy**, v. 2, n. 3, p. 147-162, 1982.
- DUTZ, M. Brazil's Promise: Boosting productivity for shared prosperity. *In: Innovation in Brazil - Advancing development in the 21<sup>st</sup> century*. Edited by Reynolds, E.B.; Schneider, B.R.; Zylberberg, E. Routledge Studies in Innovation, Organization and Technology. 2019. 374 p.
- EINCHIN, A.C.N. **Análise do portfólio das patentes da Petrobras concedidas pelo United States Patent and Trademark Office (USPTO)**. 74 f. : il. Dissertação (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Inovação)-Coordenação de Pesquisa e Educação em

Propriedade Intelectual, Inovação e Desenvolvimento, Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, Rio de Janeiro, 2010.

EDQUIST, C. Systems of Innovation Approaches. Their Emergence and Characteristics. In: EDQUIST, C. (ed.). **Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations**. Londres: Pinter/Cassell, 2005. 432 p.

\_\_\_\_\_. Systems of Innovation: Perspectives and Challenges. In: FAGERBERG, J., MOWERY, D. C., NELSON, R. R. (Eds). In: **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford: Oxford University Press, 2005.

\_\_\_\_\_. CHAMINADE, C. Industrial policy from a systems of innovation perspective. **EIB Papers**, v. 11, n.1, p. 108-132, 2006.

\_\_\_\_\_. JOHNSON, B. Institutions and Organizations in Systems of Innovation. In: EDQUIST, C. (ed.). **Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations**. Londres: Pinter/Cassell, 2005. 432 p.

EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **The Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

EMBRAER. **Relatório de Atividades 2018**. 43 p. Disponível em <https://ri.embraer.com.br/Download.aspx?Arquivo=H3tvxoVkBQb38bDK3VZFw==>

EMBRAER. **Centro histórico Embraer**. 2019a. Disponível em: Acesso em: dez. 2019.

\_\_\_\_\_. Relatórios anuais (vários anos). 2019b. Disponível em: <https://embraer.com/br/pt/Acesso em: dez. 2019>.

ESMAN, M. J. **Institution Building in National Development**. **International Development**. Washington D.C.: USAID, 1962. 37 p.

FELIPE, E. S. **Mudanças Institucionais e Estratégicas Empresariais: A trajetória e o crescimento da Petrobras a partir de sua atuação no novo ambiente competitivo (1997-2010)**. Tese de Doutorado, IE/UFRJ, dezembro de 2010. 319 p.

FELIPE, E. S.; FILHO, A.V. Schumpeter, os Neo-schumpeterianos e as instituições: conceito e papel numa economia dinâmica e globalizada, *In: Economia da ciência, tecnologia e inovação: fundamentos teóricos e a economia global*. RAPINI, M.S.; SILVA, L,A; ALBUQUERQUE, E.M. 2ª ed. Editora Prismas, 2017, 612 p.

FERRAZ, M.B. Retomando o debate: a nova política industrial do governo Lula . **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 32, 2009.

FERREIRA, M. J. B. **Dinâmica da inovação e mudanças estruturais: um estudo de caso da indústria aeronáutica mundial e a inserção brasileira**. Tese (doutorado)- Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, 2009, 267p.

- FERREIRA, V. L.; SALERNO, M.S.; LOURENÇÃO, P.T.M. As estratégias na relação com fornecedores: o caso Embraer. **Gestão da Produção**, v. 18, n. 2, p. 221-236, São Carlos 2011.
- FERREIRA, M.L.A.; RAMOS, R. R. Redes e parcerias tecnológicas no setor petrolífero brasileiro: o caso da Petrobras. **Revista Espacios**. Vol. 38 (Nº 32) Año 2017. p 3-17.
- FILHO, S.S.; BONACELLI, M.B.; ZACKIEWICZ, M.; PETRONI, R.; VEIGA, R; ARARIPE, F.; VIEIRA, D. Estudo Prospectivo do Setor Aeronáutico. *In: Cadeia produtiva aeronáutica brasileira: oportunidades e desafios*. Org. MONTORO, G.C.F., MIGON, M.N. BNDES, 2009, 552 p.
- FONSECA, P.V.R. Embraer: um caso de sucesso com o apoio do BNDES. **Revista do BNDES**, n.37, p. 39- 66, Junho de 2012.
- FONSECA, M. G.; LEITÃO, D. M. Reflexões sobre o relacionamento entre o CENPES e a universidade. **Boletim Técnico da Petrobras**, v. 31 (2), abr./jun. 1988, p. 165-173.
- FORJAZ, M.C.S. As origens da Embraer. *Tempo Social*, **Revista de Sociologia da USP**, v.17, n.1, 281-298, 2005.
- FORMIGLI, J. M.; PINTO, A. C. C.; ALMEIDA, A. S. Santos basin's pre-salt reservoirs development: The way ahead. *In: Offshore Technology Conference (OTC)*, Houston, Texas, May 2009.
- FRAGA, C. T. C. (2010). Estratégia tecnológica Petrobras. **Parcerias Estratégicas**, 15(31), pp. 17-26.
- FREEMAN, C. **Technology and Policy and Economic Performance: Lessons from Japan**. Pinter, London. 1987.
- FREEMAN, C. The “National System of Innovation” in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, v. 19, n. 1, p. 5-24, 1995.
- FREEMAN, C.; SOETE, L. **A economia da inovação industrial**. Campinas, SP: Editora Unicamp, 2008.
- FRENKEN, K.; LEYDESDORFF, L. Scaling trajectories in civil aircraft (1913-1997). **Research Policy**, v. 29, n. 3, p. 331-348, 2000.
- FURTADO, A. T. A Trajetória Tecnológica da PETROBRAS na Produção Offshore, 1996. **Revista Espacios**. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a96v17n03>>.
- GAY, C. E. **Why is patent production so comparatively low at Petrobras?** Dissertação de Mestrado. Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas Centro de Formação Acadêmica e Pesquisa. Fundação Getúlio Vargas, 2014.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 6ª. ed., 2008. 206p.

- GOLDSTEIN, A. EMBRAER: From national champion to global player. **CEPAL Review**, v. 77, p. 97-115, 2002.
- GOMES, S. B. V.; BARCELLOS, J. A.; FONSECA, P. V. R. O apoio ao desenvolvimento do setor de aeroespço e defesa: visões da experiência internacional. **Revista Setorial** 45, BNDES, p. 7-55, 2017.
- GONÇALVES, A.; BRANDÃO, V. (Org). **Brasil Inovador: o desafio empreendedor: 40 histórias de sucesso de empresas que investem em inovação**. Brasília: IEL – NC, 2006. 164 p.
- GONÇALVES, A. C.; CAVALHEIRO, G. The impact of public policies for innovation in the increasing number of patents – Brazil e China. **International Association for Management of Technology, Conference Proceedings, P328**. Cape Town, South Africa, 2015.
- GUPTA, N.; WEBER, C.; PEÑA, V.; SHIPP, S. S.; HEALEY, D. **Innovation Policies of Brazil**. Institute for Defense Analyses, IDA Paper P-5039, set. 2013. 76 p.
- HIRATA, N. **Pontos positivos dos contratos *offset* para o desenvolvimento militar brasileiro**. Academia da Força Aérea, 2017. 19p. Disponível via [https://www.defesa.gov.br/arquivos/ensino\\_e\\_pesquisa/defesa\\_academia/cadn/XV\\_cadn/pontos\\_positivos\\_dos\\_contratos\\_offset\\_para\\_o\\_desenvolvimento\\_militar\\_brasileiro.pdf](https://www.defesa.gov.br/arquivos/ensino_e_pesquisa/defesa_academia/cadn/XV_cadn/pontos_positivos_dos_contratos_offset_para_o_desenvolvimento_militar_brasileiro.pdf). Acesso em 19 maio 2020.
- HODGSON, G. M. What Are Institutions? **Journal of Economic Issues**, v XL, n. 1, p. 1-25, March 2006.
- IEDI – INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Uma Comparação entre a Agenda de Inovação da China e do Brasil**. São Paulo: IEDI, Novembro 2011. 24 p. Disponível via [http://www.ipdeletron.org.br/wwwroot/pdf-publicacoes/15/Comparacao\\_entre\\_Agenda\\_Inovacao\\_China\\_Brasil.pdf](http://www.ipdeletron.org.br/wwwroot/pdf-publicacoes/15/Comparacao_entre_Agenda_Inovacao_China_Brasil.pdf). Acesso em 26 Agosto 2019.
- JACKSON, G. **Actors and Institutions**. Working Paper. School of Management, Working Paper Series, 2009.07, 25 p.
- JOHANSSON, R. **Case Study Methodology**. International Conference “Methodologies in Housing Research” organized by the Royal Institute of Technology in cooperation with the International Association of People-Environment Studies, Stockholm, 22–24 September 2003.
- KAMIYANA, S.; SHEEMAN, J; MARTINEZ, C. Valuation and exploitation of intellectual property. **Statistical Analysis of Science, Technology and Industry**. Working Paper. Paris: OECD, 50 p., 2006.
- LAWSON, T. Process, order and stability in Veblen. **Cambridge Journal of Economics**, 2015, n.39. P. 993-1030.

- LIMA, T.D.; GOMES, R. Desafios Tecnológicos na Exploração de Petróleo em Águas Profundas: O Sistema Petrobras de Inovação. Congresso ALTEC, 2015, 16 p.
- LIU F. C.; SIMON, F. D.; SUN, T. Y.; CAO, C. China's innovation policies: Evolution, institutional structure, and trajectory. **Research Policy**, v.40, n. 7, p. 917-931, 2011.
- LOPES, H. C. Instituições e crescimento econômico: os modelos teóricos de Thorstein Veblen e Douglas North. **Revista de Economia Política**, v. 33, nº 4 (133), p. 619-637, outubro/2013.
- LUNDVALL, B. A. (ed) *National Systems of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. Londres: Anthem Press, 1992. 342 p.
- MACHADO, M.A.P. **Pré-sal: a saga. A história de uma das maiores descobertas mundiais de petróleo**. 1ª ed. Porto Alegre (RS): L&PM, 2018, 336 p.
- MACULAN, A-M. Embraer and the growth of the Brazilian aircraft industry. **Int. J. Technology and Globalization**, v. 7, nº 1/2, p. 41-59, 2013
- MALERBA, F. Sectoral innovation systems: how and why innovation differs across sectors. *In*: FAGERBERG, J., MOWERY, D. C. e NELSON, R. R. (Eds). **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford University Press, 2005.
- \_\_\_\_\_. Sectoral systems of innovation and production. **Research Policy**, v. 31, n.2, p. 247-264, 2002
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010, 297p.
- MALLIK, A. **Technology, and security in the 21st century: a demand-side perspective**. Stockholm: SIPRI Research Report, nº 20, 2004. 166p.
- MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1996.
- MARSHALL, A. Principles of Economics. An Introductory volume, 1890. Tradução brasileira: **Princípios da Economia**. Abril Cultura, 1982. São Paulo (Coleção Os Economistas)
- MARSH, I. **Innovation and Public Policy: The Challenge of an Emerging Paradigm**. AIRC Working Paper Series. WP/O710, 2010. 44p.
- MARTINS, G.A. Sobre Conceitos, definições e constructos nas ciências administrativas. **Gestão e Regionalidade**, ano XXII, n 62, p. 28-35, jul./dez.2005.
- MARTINEZ, M. R. E. **A Globalização da Indústria Aeronáutica: o caso da Embraer**. Tese de Doutorado. Int. Relações Internacionais – UnB, 2007. 354 p.

- MAZZOLENI, R.; NELSON, R. Public research institutions and economic catch-up. **Research Policy**, v. 36, n° 10, p. 1512–1528, 2007.
- MAZZUCATTO, M. **O Estado Empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado**. 1ª edição. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014, 314 p.
- MAZZUCATTO, M; PENNA, C. **The Brazilian Innovation System: A Mission-Oriented Policy Proposal**. Brasília: Centro de Gestão de Estudos Estratégicos, 2016. 114 p.
- MILES, M. B.; HUBERMAN, A. M. (1994). **Qualitative data analysis: An expanded sourcebook**. 2<sup>nd</sup> ed., Thousand Oaks, CA: Sage. Yin, 2002
- MIRANDA, Z. **O Vôo da Embraer: a competitividade brasileira na indústria de alta tecnologia**. 1.ed., São Paulo: Editora Papagaio, 2007. 196 p.
- MONTORO, G. C. F.; MIGON M. N. (org.) **Cadeia produtiva aeronáutica brasileira: oportunidades e desafios**: BNDES, 2009. 552 p.
- MOWERY, D. C. **Breakthrough innovations in aircraft and the intellectual property system, 1900-1975**. WIPO Economic Research Working Paper n°. 25, 2015. 67p.
- MORAIS, J. M. **Petróleo em águas profundas: uma história tecnológica da Petrobras na exploração e produção offshore**. Brasília: Ipea: Petrobras. 2013. 424 p.
- \_\_\_\_\_ ; TURCHI, L. Sistema de Inovação Tecnológica no Setor de Petróleo e Gás. **Revista Radar**, Ipea, n° 24, p. 19-25, 2013.
- \_\_\_\_\_ ; TURCHI, L. M. Infraestrutura científica e tecnológica do setor de petróleo e gás natural no Brasil. In: DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. H. S. (Orgs.). **Sistemas setoriais de inovação e infraestrutura de pesquisa no Brasil**. Brasília: Ipea: Finep: CNPq. 2016. p. 315-365.
- NELSON, R. (ed.). In: \_\_\_\_\_ **National Innovation Systems: A Comparative Analysis**. Oxford: Oxford University Press, 1993.
- NELSON, R.; ROSENBERG, N. Technical innovation and national systems. In: NELSON, R. (Ed.). **National innovation systems: a comparative analysis**. New York, Oxford: Oxford University, 1993. p. 3-21.
- NELSON, R.; WINTER, S. **An Evolutionary Theory of Economic Change**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982.
- NETO, J. B. O.; SHIMA, W. T. Trajetórias Tecnológicas no segmento *offshore*: Ambientes e Oportunidades. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 301-332, maio/ago. 2008.
- NORTH, D. **Institutions, institutional change and economic performance**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 164 p.

OECD/Eurostat. **Oslo Manual 2018**: Guidelines for collecting, reporting, and using data on innovation. The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, 4<sup>th</sup> Edition, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg, 2018. Disponível via

<https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>. Acesso em 11 maio 2020.

OECD/OCDE – ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Manual de Oslo** - Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação. Rio de Janeiro: tradução Finep da 3<sup>o</sup> edição em inglês, de 1997.

OCDE Brasil. **Construindo um Brasil mais próspero e mais produtivo. Relatórios Econômicos OCDE BRASIL**. Brasília, Fev. 2018.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA PROPRIEDADE INTELECTUAL - WIPO. WIPO PATENT REPORT. **Statistics on worldwide patent activities**. Genebra, 2007. Disponível via <https://www.ifap.ru/library/book202.pdf>

OLIVEIRA, J. M.; FIGUEIREDO, C. O. Caracterização dos investimentos em P&D da Petrobras. In: TURCHI, L. M.; DE NEGRI, F.; DE NEGRI, J. A. (Orgs.). **Impactos tecnológicos das parcerias da Petrobras com universidades, centros de pesquisa e firmas brasileiras**. Brasília: Ipea, 2013, cap. 5.

ORTIZ, N. J. B; SHIMA, W.T. Trajetórias Tecnológicas no Segmento *Offshore*: Ambiente e Oportunidades. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v.12, n.2, p.301-332, maio/agosto 2008.

PACHECO, C. A. **Dimensões Institucionais das Políticas de Inovação no Brasil**: Avanços e gargalos de um Sistema Nacional de Inovação – Working paper, Unicamp, 2018.

PETROBRAS. Relatório de Atividades 2010-2019. Disponível em [www.investidorpetrobras.com.br](http://www.investidorpetrobras.com.br).

PETROBRAS. Relatório de Atividades 2018. Disponível em [www.investidorpetrobras.com.br](http://www.investidorpetrobras.com.br).

PORTINHO, S. O. M. Engenharia básica nas áreas de refinação de petróleo e petroquímica. **Boletim Técnico da Petrobras**, jan./mar. 1984.

RAUEN, A. T.; BARBOSA, C. M. M. **Encomendas tecnológicas no Brasil**: guia geral de boas práticas. Brasília: IPEA, 2019. 106 p.

REPICT/REDETEC. **XVII Repict – Encontro de Propriedade Intelectual e Comercialização de Tecnologia**. Evento Anual da Repict. 2006. RJ . Disponível via [https://www.redetec.org.br/?p=236#collapse\\_repict-06](https://www.redetec.org.br/?p=236#collapse_repict-06)

REYNOLDS, E. B.; SCHENEIDER, B. R.; ZYLBERBERG, E. **Innovation in Brazil** – Advancing development in the 21<sup>st</sup> century. Routledge Studies in Innovation, Organization and Technology. 2019. 374 p.

RIBEIRO, C. G. Encomendas Tecnológicas realizadas pela FAB: O Programa KC-390. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior** / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset). n. 1 (abr. 2009) - Brasília: Ipea, 2009, p 11-15.

\_\_\_\_\_; Desenvolvimento Tecnológico Nacional: o caso KC-390. Capítulo 6. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**. Ed. Especial: Políticas de inovação pelo lado da demanda: compras públicas e regulação. IPEA, Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (Diset). – N. 1 (abr. 2017)

ROBSON, C. **Real World Research**. London, Blackweel Publishing, 2<sup>nd</sup> ed., 2002 .587 p.

SAHAL, D. Technology guideposts and innovation avenues. **Research Policy**, v. 14, n. 2, p. 61-82, 1985.

SALERNO, M. S.; KUBOTA, L. C. Estado e Inovação. *In*: DE NEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. (eds.). **Políticas de Incentivo à Inovação Tecnológica**. Brasília: IPEA, 2008. p. 13-61.

SMALING, A. Inductive Analogical, and Communicative Generalization. **International Journal of Qualitative Methods**, 2(1), p.52-67, March, 2003.

SIFFIN, W. J. *Two decades of public Administration in Developing Countries: An American's View*. Bloomington, Ind.: International Development Research Center, July 1974. 18 p.

SAVIOTTI, P.P.; METCALFE, J.S. A theoretical approach to the construction of technological output indicators, **Research Policy**, v. 13, n.3, p. 141- 151, 1984.

SILVEIRA, J. P. Fundamentos do Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP) *In* - 2011 - Moraes, José Mauro. **Petróleo em águas profundas: uma história tecnológica da Petrobras na exploração e produção offshore** / José Mauro de Moraes. – Brasília : Ipea : Petrobras, 2013. 424 p.

SCHUMPETER, J.A. A Teoria do Desenvolvimento Econômico. São Paulo: Nova Cultural., 1983

SCHMIDT, F. H. Ciência, Tecnologia e Inovação em Defesa: Notas sobre o caso do Brasil.

**Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, nº 24, Fevereiro de 2013. 14p. Disponível

via [https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/radar/130227\\_radar24\\_cap4.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/radar/130227_radar24_cap4.pdf). Acesso 19 maio 2020.

SEMINÁRIO NACIONAL DA PROPRIEDADE INTELECTUAL, 2018, Associação Brasileira de Propriedade Intelectual, 2018. Disponível via [https://www.congressoabpi.org.br/posevento/2019/apresentacoes/Painel5/26\\_PAINEL\\_5\\_MARLOS\\_MAZZEU\\_SILVEIRA.pdf](https://www.congressoabpi.org.br/posevento/2019/apresentacoes/Painel5/26_PAINEL_5_MARLOS_MAZZEU_SILVEIRA.pdf)

SICSÚ, A. B. Desenvolvimento e padrões de financiamento da inovação no Brasil: mudanças necessárias. *In. Gestão da Inovação e competitividade no Brasil: da teoria para a prática*/ Org. Proença, A. Ed. Bookman, 2015, p.1-16.

SUZIGAN, W. Industrialização brasileira em perspectiva histórica. **História econômica & história das empresas**, Campinas, v. III, n. 2, p. 7-25, 2000.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J. **Instituições e Políticas Industriais e Tecnológicas: Reflexões a partir da Experiência Brasileira**. Est. Econ., São Paulo, 40(1): p. 7-41, jan.-mar. 2010

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. The underestimated role of universities for the Brazilian system of innovation. **Brazilian Journal of Political Economy**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 3-30, jan/mar., 2011.

SZAPIRO, M.; VARGAS, M. A.; CASSIOLATO, J. E. Avanços e limitações da política de inovação brasileira na última década: uma análise exploratória. **Revista Espacios**, 37(5), pp. 18, 2015.

TAKAKI, A.; CAMARGO, H.; MENDES, R.; SENNES, R. Propriedade intelectual e inovação: uma análise de dez instituições brasileiras. **Parcerias Estratégicas**. Brasília, DF. N.26, 180- 179-224 p, Junho 2008.

TEECE, D. e PISANO, G. The Dynamic Capabilities of Firms. *In: Technology Organization and Competitiveness*. Ed. DOSI, G. et al. Oxford: Oxford Univesrity Press, 1988. p. 193-212.

TIGRE, P. B. **Gestão da Inovação: a economia da tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro. Elsevier, 2006. 300 p.

TURCHI, L. M.; DE NEGRI, J. A. (2013). Impactos tecnológicos das parcerias da Petrobras com universidades e centros de pesquisa. *In: TURCHI, L. M.; DE NEGRI, F.; DE NEGRI, J. A. (Orgs.). Impactos tecnológicos das parcerias da Petrobras com universidades, centros de pesquisa e firmas brasileiras*. (p.19-25). Brasília: Ipea: Petrobras.

VIEIRA J. E. R. F; FISHLOW, A **Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade**. Brasília, Ipea, 2017, 305 p.

VALOR ECONÔMICO. 23/5/2008. Disponível em: <https://valor.globo.com/>. Acesso em: 8 ago 2009.

VIOTTI, E. B. Brasil: de política de ciência e tecnologia para política de inovação? Evolução e desafios das políticas brasileiras de ciência, tecnologia e inovação. In: CENTRO DE GESTÃO e ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Avaliação de políticas de ciência, tecnologia e inovação: diálogos entre experiências estrangeiras e brasileiras**. Brasília: CGEE, 2008. p. 137-174.

WORLD ECONOMIC FORUM (WEF). **The Global Competitiveness Report 2017–2018**. Geneva: World Economic Forum, 2017. 393 p.

WILLIAMSON, O. E. **The economic institutions of capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting**. New York: The Free Press, 1985. Cap. 1, p. 1-25.

WIPO - WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Global Innovation Index**. Genebra: WIPO, 2019. 451p.

WOOLTHUISA, R. K., LANKHUIZENB, M., GIL SINNGC, V. A system failure framework for innovation policy design. **Technovation**, vol. 25, n. 6, 2005, p. 609-619.

WEF - WORLD ECONOMIC FORUM. **The Global Competitiveness Report 2017–2018**. Genebra, 2017. 393p. Disponível via <http://www3.weforum.org/docs/GCR2017-2018/05FullReport/TheGlobalCompetitivenessReport2017%E2%80%932018.pdf>. Acesso em 22 agosto 2018.

YERGIN, D. **O petróleo: uma história mundial de conquistas, poder e dinheiro**. 4ª edição. Ed Paz e Terra Ltda, 2018, 1080 p.

YIN, R. K. **Case Study Research. Design and Methods**. Sage Publications. 1989, p.166.

YIN, R. K. **Pesquisa Estudo de Caso - Desenho e Métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2ª ed., 1994.

YIN, R. K. (2010). **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre : Bookman.

## 8 APÊNDICES

### . ROTEIRO ENTREVISTA DO ESTUDO DE CASO EMBRAER

#### 1- Informações pessoais sobre gestor

Nome/Cargo/Função e tempo de instituição

2- A empresa Embraer foi identificada no âmbito dessa pesquisa com um caso de sucesso baseado em desenvolvimento tecnológico. Em função de pesquisa bibliográfica e documental identificamos o projeto e/ou segmento de atuação como objeto de estudo.

Face ao exposto, o Sr. poderia falar sobre a sua trajetória na organização e principais projetos que acompanhou ao longo desse período?

. Para o segmento de defesa ou projetos de tecnologia estratégicos, quais eventos importantes o Sr. destacaria?

2- Perguntas específicas para a Embraer - Segmento de defesa e projetos estratégicos

2.a. Na sua opinião quais são os fatores que levaram a Embraer a se tornar um player global do setor aeronáutico?

2.b. Quais foram, na sua opinião os elementos/ institucionalidades determinantes para o desenvolvimento de novas tecnologias nos projetos estratégicos da empresa?

2.c. O Sr. poderia comentar sobre o projeto KC -390? Na sua visão como podemos avaliar que se as competências desenvolvidas pela empresa nos outros segmentos de atuação contribuíram para o projeto do avião cargueiro?

2.d. Quais foram os principais desafios tecnológicos enfrentados para a consecução do projeto?

Destacaria algumas dentre as listadas abaixo?

#### a- Institucionais

- O papel do Estado na origem das organizações;
- As principais características organizacionais – personalidade jurídica, histórico de atuação institucional;

- A estrutura de financiamento, fontes e modelo de estrutura orçamentária, incluindo a identificação das principais fontes de recursos e tipos de instrumentos financeiros;

- Grau de dependência de políticas públicas setoriais

#### b - Dinâmica tecnológica do setor e estratégias de atuação

- Principais áreas de atuação
- A existência ou não de políticas públicas para inovação;
- A existência e inserção em sistemas setoriais ou tecnológicos
- Características e dinâmica tecnológica do setor; intensidade tecnológica do setor
- A existência de competências científicas e tecnológicas diferenciadas para atuação

da organização;

**c. Identificação de tecnologias estratégicas para a trajetória institucional**

- A identificação de projeto(s) tecnológico(s) e respectivas institucionalidades
- O grau de integração com diferentes atores institucionais – públicos e privados do setor, com destaque para a cadeia de fornecedores e instituições de pesquisa;
- A existência de normas técnicas e de suporte às atividades de inovação;
- A existência e acesso à infraestrutura de (P&D).

3. Na sua visão quais foram os projetos/tecnologias que projetaram a empresa no cenário internacional e contribuíram para a consolidação da empresa ao longo desses cinquenta anos?

4. Como o Sr. avalia o cenário de inovação no setor e atuação da empresa nesse contexto?

5. Quais seriam os principais desafios e oportunidades para o Brasil nesse segmento?

6. No que se refere aos principais players mundiais do setor como você identifica os principais diferenciais da empresa que contribuem para sua competitividade?

Comentários e observações.

## **. ROTEIRO ENTREVISTA DO ESTUDO DE CASO PETROBRAS**

### **1- Informações pessoais sobre gestor**

Nome/Cargo/Função e tempo de instituição

2- A empresa Petrobras foi identificada no âmbito dessa pesquisa com um caso de sucesso baseado em desenvolvimento tecnológico. Em função de pesquisa bibliográfica e documental identificamos o projeto e/ou segmento de atuação como objeto de estudo.

Face ao exposto, você poderia falar sobre a sua trajetória na organização e principais projetos que acompanhou ao longo desse período?

. Para o segmento de exploração em águas profundas ou principais tecnologias /projeto de tecnologia desenvolvidas neste segmento, quais eventos importantes você destacaria?

**2- Perguntas específicas para Petrobras** – Segmento de Exploração de petróleo em águas profundas e ultraprofundas.

2.a. Na sua opinião quais são os fatores que levaram a PETROBRAS à liderança na produção de petróleo em águas profundas e ultraprofundas?

2.b. Quais foram, na sua opinião os elementos/ institucionalidades determinantes para o desenvolvimento de novas tecnologias de exploração e produção de petróleo *off-shore*?

Destacaria algumas dentre as listadas abaixo?

#### **b- Institucionais**

- O papel do Estado na origem das organizações;
- As principais características organizacionais – personalidade jurídica, histórico de atuação institucional;
  - A estrutura de financiamento, fontes e modelo de estrutura orçamentária, incluindo a identificação das principais fontes de recursos e tipos de instrumentos financeiros;
  - Grau de dependência de políticas públicas setoriais

#### **b - Dinâmica tecnológica do setor e estratégias de atuação**

- Principais áreas de atuação
- A existência ou não de políticas públicas para inovação;
- A existência e inserção em sistemas setoriais ou tecnológicos
- Características e dinâmica tecnológica do setor; intensidade tecnológica do setor
- A existência de competências científicas e tecnológicas diferenciadas para atuação da organização;

**c. Identificação de tecnologias estratégicas para a trajetória institucional**

- A identificação de projeto(s) tecnológico(s) e respectivas institucionalidades
- O grau de integração com diferentes atores institucionais – públicos e privados do setor, com destaque para a cadeia de fornecedores e instituições de pesquisa;
- A existência de normas técnicas e de suporte às atividades de inovação;
- A existência e acesso à infraestrutura de (P&D).

3. Na sua visão quais foram os projetos/tecnologias que projetaram a empresa no cenário internacional e contribuíram para a consolidação da empresa ao longo desses cinquenta anos?

4. Como você avalia o cenário de inovação no setor P&D e atuação da empresa nesse cenário?

5. Quais seriam os principais desafios e oportunidades para o Brasil nesse segmento?

6. No que se refere aos principais players mundiais do setor como você identifica os principais diferenciais da empresa que contribuem para sua competitividade?

Comentários e observações.

### ANEXO 3 – Pacotes tecnológicos - Projeto Boias Flutuantes

I- Pacote BSR	II- Pacote SCR
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 04 bóias de 2.800 t (novo componente)</li> <li>• 04 sistemas de monitoramento (novo componente)</li> <li>• 32 linhas de amarração de 1.900 m (mais peças de reposição)</li> <li>• 64 correntes de amarração (para concluir o arranjo das linhas de amarração)</li> <li>• 32 conectores superiores (mais peças de reposição) (novo componente)</li> <li>• 32 conectores inferiores (mais peças de reposição) (novo componente)</li> <li>• 16 pilhas de sucção (200 toneladas cada)</li> <li>• 64 contrapesos (800t cada / quatro por estaca de sucção).</li> </ul>	<p>O pacote <i>Risers</i> compreendia 27 <i>risers</i> de catenária de aço (SCR) e seu equipamento de ponta de linha, incluindo a conexão ao fundo do mar por meio de âncoras e as varandas de apoio das bóias. O sistema incluiu os seguintes componentes principais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 27 varandas penduradas e juntas flexíveis;</li> <li>• 27 conjuntos de terminação superior e conector ACM (novos componentes);</li> <li>• 27 tubulações compostas por tubos revestidos e revestidos CRA e também tubos CMn; (nova tecnologia de instalação)</li> <li>• Número de hastes fabricadas: 107 de aprox. 990m cada</li> <li>• Comprimento do tubo mecanicamente revestido soldado: 73Km</li> <li>• Comprimento do tubo metalurgicamente revestido soldado: 8Km</li> <li>• Comprimento do tubo CMn soldado: 24Km , Comprimento total: 105 Km</li> <li>• Número de soldas realizadas: 8695</li> <li>• Revestimento de isolamento e proteção contra corrosão;</li> <li>• 27 conectores PLET e VCM inferiores; 27 tubos de ancoragem; 27 pods de ânodo</li> </ul>

Fonte: Elaboração própria, a partir de CAMOZZATO et al., 2015.