



GIOVANNA GUIMARÃES GIELFI

**“O PAPEL DA UNIVERSIDADE NO SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO DA
INDÚSTRIA DO PETRÓLEO: O CASO DO CEPETRO”**

**CAMPINAS
2013**



NÚMERO: 283/2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

GIOVANNA GUIMARÃES GIELFI

**“O PAPEL DA UNIVERSIDADE NO SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO DA
INDÚSTRIA DO PETRÓLEO: O CASO DO CEPETRO”**

ORIENTADOR: PROF. DR. NEWTON MÜLLER PEREIRA

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestra em Política Científica e Tecnológica.

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL
DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA GIOVANNA
GUIMARÃES GIELFI E ORIENTADA PELO PROF. DR.
NEWTON MÜLLER PEREIRA**

Campinas

2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
CÁSSIA RAQUEL DA SILVA – CRB8/5752 – BIBLIOTECA “CONRADO PASCHOALE” DO
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
UNICAMP

G362p Gielfi, Giovanna Guimarães, 1989-
O papel da universidade no sistema setorial de
inovação da indústria do petróleo: o caso do CEPETRO /
Giovanna Guimarães Gielfi. - Campinas, SP.: [s.n.], 2013.

Orientador: Newton Müller Pereira.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Instituto de Geociências.

1. Inovações tecnológicas. 2. Indústria petrolífera. 3.
Universidade. I. Pereira, Newton Müller, 1949- II.
Universidade Estadual de Campinas, Instituto de
Geociências III. Título.

Informações para a Biblioteca Digital

Título em inglês: The role of university in sectorial system of innovation in the oil industry: the CEPETRO case.

Palavras-chaves em inglês:

Technological innovation

Oil industry

University

Área de concentração: PC&T – Política Científica e Tecnológica

Titulação: Mestra em Política Científica e Tecnológica.

Banca examinadora:

Newton Müller Pereira (Orientador)

André Tosi Furtado

José Manoel Carvalho de Mello

Data da defesa: 20-02-2013

Programa de Pós-graduação em: Política Científica e Tecnológica



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
POLÍTICA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**

AUTORA: Giovanna Guimarães Gielfi

“O papel da universidade no sistema setorial de inovação da indústria do petróleo: o caso do CEPETRO”.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Newton Muller Pereira

Aprovada em: 20 / 02 / 2013

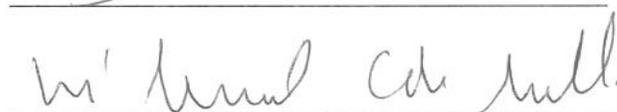
EXAMINADORES:

Prof. Dr. Newton Muller Pereira

Prof. Dr. André Tosi Furtado

Prof. Dr. José Manoel Carvalho de Mello

 Presidente



Campinas, 20 de fevereiro de 2013.

*À Luiz Alberto Machado,
o tio Beto (in memorian).*

AGRADECIMENTOS

Sempre pensei nos agradecimentos como um espaço para a licença poética. Um espaço em que o autor pode ser não científico, em que o “cientista” pode romper com seu método e, ao invés de se preocupar com o conteúdo e o raciocínio, se expressar livremente, transmitindo sensibilidade e emoção - de ser pessoal, o que nos é vetado na escrita da tese. Talvez por isso seja tão difícil encontrar a voz, o tom.

Penso no mestrado de forma diferente da graduação, a última teve o gosto de um sonho realizado. O mestrado, por sua vez, me parece um passo, uma vontade. Esta dissertação é apenas o resultado final e materializado das experiências e aprendizados adquiridos nesses dois anos que se passaram. Contudo, toda essa vivência não explicitada na dissertação foi essencial para sua construção, por isso a importância dos agradecimentos.

Dentre aqueles que contribuíram diretamente para a realização desse trabalho, agradeço ao meu orientador, o Professor Newton Müller Pereira por toda atenção dedicada, fazendo jus ao título de orientador; por compartilhar seus conhecimentos e experiências; e por indicar os caminhos, ao mesmo passo em que me concedeu liberdade intelectual para me aventurar naqueles que julguei mais interessante explorar nesta dissertação. Aos professores que participaram da minha banca examinadora, Professor José Manoel Carvalho de Mello, que compartilhou sua experiência no tema e mostrou novas questões a serem tratadas, me incentivando a continuar estudando o tema no doutorado; e ao Professor André Furtado, que participou também da minha banca da qualificação, por todas as sugestões dadas, pela atenção na leitura do texto e pela enorme contribuição para meus conhecimentos quanto ao setor petrolífero brasileiro.

Agradeço também ao Professor Osvaldo Trevisan, os demais docentes associados ao Centro, com os quais tive a oportunidade de conversar, e a toda equipe do CEPETRO por terem me recebido tão pronta e abertamente, disponibilizando seus relatórios e por partilhando comigo uma experiência tão relevante para a universidade e o setor petrolífero que carecia ser contada.

De forma mais indireta em relação à dissertação agradeço aos professores do Departamento de Política Científica e Tecnológica, os quais tem minha admiração por sua competência e seriedade, pelos conhecimentos transmitidos nas aulas e fora delas, contribuindo sobremaneira para minha formação e qualificação.

Considero a minha participação no Programa de Estágio Docência (PED) uma das experiências mais marcantes que tive durante o mestrado. Durante essa pequena amostra do exercício da atividade de docência, adquiri conhecimentos que sem sombra de dúvidas me propiciaram crescimento. Agradeço aos professores que tive a oportunidade de ser PED pelos aprendizados: Maria Beatriz Bonacelli, Marko Monteiro, Newton Müller Pereira e Sergio Salles. Em especial agradeço a Professora Maria Beatriz Bonacelli, a Bia, que tem meu total respeito e admiração pela paciência com que compartilhou seus ensinamentos quanto à docência, pela disponibilidade, e por se mostrar uma professora exemplar em termos do comprometimento que tem com o ensino e formação de seus alunos. Quiçá um dia eu me torne professora, poderei dizer que ela foi minha primeira mentora.

À minha família, meus maiores credores, expresso minha gratidão. Agradeço por todo suporte e incentivos. À minha avó, Maria Olympia, exemplo de força e base da nossa família. À minha mãe, Luciana, e meus irmãos Marcella e Nando, por todos os sacrifícios e dificuldades enfrentados. Sou eternamente grata a você, mãe, pelos ensinamentos e valores transmitidos a mim e meus irmãos, por ser tão compreensiva, tolerante e paciente comigo e minha “estranheza”, ainda que por vezes eu não tenha merecido, por seu alento e generosidade. Obrigada por vocês três estarem sempre presentes, por me incentivarem e sempre acreditarem em mim, por perdoarem minha ausência e as vezes que estive distante. Como gosto de dizer, vocês são meus motivos e minhas forças. Vocês dão sentido à palavra “incondicional”.

Preciso agradecer em especial ao meu irmão, o Nando. Você mais do que ninguém viveu comigo esses dois anos intensos, repletos de dúvidas e anseios. Obrigada por me escutar tagarelar sobre assuntos que tão pouco te interessavam, como minha dissertação, e pela atenção com que ouviu minhas preocupações e se preocupou comigo. Você soube lidar com destreza invejável com minhas oscilações de humor e minhas crises existenciais, estresses e ansiedade. Obrigada por todas as vezes que me levou tomar Coca-Cola, meu calmante natural, ou passeou comigo e me ouviu reclamar. Obrigada por tolerar minha bagunça, que atingiu níveis críticos; por ser compreensivo com minhas inseguranças e indecisões; pela paciência em me aturar comprando roupas. Obrigada por ser mais que um irmão, mas um grande amigo, por ser essa pessoa amável que compartilhou comigo essa etapa tão importante. Obrigada por tornar meus dias mais agradáveis e mais fáceis e por estar sempre presente.

Agradeço aos meus amigos Celso Neris Junior e Vinícius Fornari pela amizade que resistiu ao fim da graduação, aos quilômetros e ao distanciamento dos campos científicos. A Gabriela da Silva, pelos seis anos de convivência praticamente diária, não só nas aulas, mas como vizinha de quarto e companheira de sala; pelas risadas, por estar presente nos momentos bons e “tensos”; por termos sido capazes de aceitar nossas limitações e falhas e (re)construir uma bela relação de amizade. Aos companheiros de mestrado por tornarem essa fase mais divertida: Beatriz Lucafó, Heinar Oliveira, Manuella Pereira, Pedro Massaguer, Renan Leonel, e outros amigos DPCTenses.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICA CIENTÍFICA E
TECNOLÓGICA

O PAPEL DA UNIVERSIDADE NO SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO DA
INDÚSTRIA DO PETRÓLEO: O CASO DO CEPETRO

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Giovanna Guimarães Gielfi

O sistema setorial de inovação da indústria do petróleo é um dos mais dinâmicos, do ponto de vista tecnológico, dentro da economia brasileira. Ele é formado por um conjunto de atores heterogêneos articulados entre si – empresas, instituições de pesquisa, universidades e governo. Este estudo assume como objetivo central analisar o papel da universidade no sistema setorial de inovação da indústria de petróleo no Brasil, através do caso do Centro de Estudos de Petróleo (CEPETRO) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Desde sua concepção em 1987, com o apoio da Petrobras, o CEPETRO apoiou a criação e manutenção de cursos de pós-graduação e extensão nas áreas de ciências e engenharia do petróleo, contribuindo com a formação de recursos humanos para a indústria, bem como, para o avanço do conhecimento científico relacionado ao setor. O Centro também realiza atividades de pesquisa e prestação de serviços em parceria com a Petrobras e outras empresas. A contribuição do CEPETRO para o setor é examinada a luz das mudanças institucionais ocorridas na indústria de petróleo e no ambiente universitário. Também foi analisada a produção do CEPETRO a partir das publicações dos 48 pesquisadores associados ao Centro, no período de 1987-2011, utilizando a base de dados Scopus, da Elsevier. Foram identificados três fatores que explicam o sucesso na evolução da relação do Centro com a indústria de petróleo: o apoio da Petrobras, o posicionamento da Unicamp e a estrutura institucional do CEPETRO. Além do mais, o papel chave desempenhado pelo “governo” enquanto indutor das relações entre universidades e empresas, é destacado. Dentre as principais contribuições do CEPETRO ao setor estão o avanço nos conhecimentos científicos e tecnológicos e a formação de recursos humanos especializados.

Palavras-chave: sistema setorial de inovação; universidade; indústria.



**UNIVERSITY OF CAMPINAS
INSTITUTE OF GEOSCIENCE**

**“THE ROLE OF UNIVERSITY IN SECTORAL SYSTEM OF INNOVATION IN THE
OIL INDUSTRY: THE CEPETRO CASE”**

ABSTRACT

**Dissertação de Mestrado
Giovanna Guimarães Gielfi**

The sectoral system of innovation in the oil industry is one of the most dynamic in terms of technology, within the Brazilian economy. It is formed by a set of heterogeneous actors articulated - firms, research institutions, universities and government. The main objective of this study is to analyze the role of the university in the sectoral system of innovation of the oil industry in Brazil, through the case of the Centre for Petroleum Studies (CEPETRO) of University of Campinas (Unicamp). Beginning in 1987, with the support of Petrobras, the CEPETRO supported the creation and maintenance of post-graduate and extension activities in the areas of science and oil engineering, contributing to the training of human resources for the industry as well, for the advancement of scientific knowledge related to the industry. The Center also conducts research activities and provides services in partnership with Petrobras and other companies. The contribution from CEPETRO to the sector is examined based on institutional changes in the oil industry and in the university environment. We also analyzed the production of CEPETRO through the publications of the 48 researchers associated with the Center, in the period 1987-2011, using the database Scopus, of Elsevier. We identified three factors that explain success in the evolving relationship of the Center with the oil industry: the support of Petrobras, the positioning of Unicamp and CEPETRO's institutional structure. Moreover, the key role played by the "government" as inducer of relations between universities and industry is highlighted. Among the majors contributions of CEPETRO to the sector are improvement of scientific and technological knowledge and training of specialized human resources.

Key words: sectoral system of innovation; university; industry.

SUMÁRIO

Introdução.....	1
Capítulo 1 – Os sistemas de inovação e o papel das universidades	5
1.1. Progresso técnico e desenvolvimento econômico.....	6
1.2. Os sistemas de inovação: origem, evolução e diferentes abordagens	10
1.2.1. A origem e evolução do conceito de Sistemas Nacionais de Inovação	10
1.2.2. Diferentes enfoques do conceito de Sistemas de Inovação e a aplicação aos países em desenvolvimento.....	15
1.2.3. Sistemas Setoriais de Inovação: atores e instituições	17
1.3. As universidades e sua atuação	20
Capítulo 2 – O setor de petróleo no Brasil.....	29
2.1. A evolução da indústria petrolífera no Brasil em seis fases.....	30
2.1.1. De 1930 à criação da Petrobras	30
2.1.2. De 1954 a 1964: em busca da legitimidade da Petrobras	35
2.1.3. De 1965 a 1975: ênfase no refino	38
2.1.4. Os anos 1980 e a guinada para o <i>upstream</i>	41
2.1.5. A década de 1990 e as mudanças institucionais	44
2.1.6. A partir dos anos 2000.....	49
2.2. A configuração atual do sistema setorial de inovação da indústria do petróleo no Brasil: atores e instituições	52
Capítulo 3 – O Centro de Estudos de Petróleo	57
3.1. A constituição do CEPETRO e sua estrutura.....	57
3.2. Caracterização das atividades do Centro	61
3.2.1. Formação de recursos humanos	61
3.2.2. Pesquisa em petróleo	67
3.2.3. Análise da produção científica.....	73
Conclusões.....	81
Referências Bibliográficas	87

LISTA DE FIGURAS, QUADROS, TABELAS

TABELAS

Tabela 3. 1 - Quadro geral de atividades CEPETRO: 1994-2011.....	60
Tabela 3. 2 - Recursos investidos no convênio por participante (US\$): 1993-1995.....	64
Tabela 3. 3 - Evolução do número de alunos matriculados no programa de pós-graduação	65
Tabela 3. 4 - Recursos autorizados pela ANP oriundos da cláusula de obrigação contratual para investimentos em P&D (em reais correntes): 2006-2012	72
Tabela 3. 5 - Os dez principais parceiros de publicações do CEPETRO de 1987-2011	76

GRÁFICOS

Gráfico 3. 1 - Participação Petrobras no Convênio (US\$ x1000): 1988-1991	63
Gráfico 3. 2 - Recursos financeiros recebidos dos convênios e contratos firmados (em reais correntes): 1995-2011.....	68
Gráfico 3. 3 – Evolução dos recursos provenientes do CT-Petro e o total recebido pela Unicamp (em reais correntes): 2000-2012:.....	70
Gráfico 3. 4 - Evolução das publicações do CEPETRO indexadas na base de dados Scopus	74
Gráfico 3. 5 - Número total de publicações por idioma de 1987-2011	75
Gráfico 3. 6 - Número de publicações do CEPETRO nas 10 primeiras áreas temáticas	78
Gráfico 3. 7 - Número de publicações do CEPETRO por palavras-chave.....	78

FIGURAS

Figura 2. 1 – Triângulo de Sábato adaptado ao setor	55
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CENAP	Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisas de Petróleo
CENPES	Centro Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello, centro de pesquisa, desenvolvimento e engenharia da Petrobras
CEPETRO	Centro de Estudos do Petróleo
CIESP	Centro das Indústrias do Estado de São Paulo
CNP	Conselho Nacional do Petróleo
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
COPPE-UFRJ	Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós- graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro
CT-PETRO	Fundo Setorial de Ciência e Tecnologia do Setor de Petróleo e Gás Natural
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
FEM	Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
IBP	Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis
IG	Instituto de Geociências da Unicamp
IPGN	Indústria do Petróleo e Gás Natural
MEP	Mestrado em Engenharia de Petróleo
MGR	Mestrado de Geoengenharia de Reservatórios
MME	Ministério de Minas e Energia
ONIP	Organização Nacional da Indústria do Petróleo
PRH-ANP	Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
PROCAP	Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração em

Águas Profundas

PROMINP	Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural
PRONEX	Programa de Apoio a Núcleos de Excelência
PUC-Rio	Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SNI	Sistema Nacional de Inovação
SSI	Sistema Setorial de Inovação
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo

Introdução

A história do setor de petróleo no Brasil está fortemente vinculada à trajetória de aprendizado da empresa estatal brasileira, a Petrobras. Embora existissem iniciativas isoladas de exploração de petróleo no país, é a partir da criação da Petrobras, em 1953, que a atividade começa a ganhar destaque no cenário econômico. Além da importância estratégica (seja em termos militares ou energéticos) desta indústria, no caso brasileiro seu desenvolvimento também contribuiu para a formação da indústria de base no país e consolidação de um sistema de inovações.

Ao longo dos anos, o setor petrolífero brasileiro enfrentou importantes mudanças institucionais e desafios tecnológicos e teve como ator chave a Petrobras. Pode-se distinguir dois tipos de fatores que condicionaram o desenvolvimento da indústria: aqueles endógenos à Petrobras e os exógenos a ela. Os primeiros embora tenham uma influência clara e direta no desenvolvimento da estatal, uma vez que conformam sua trajetória tecnológica, não são suficientes para explicar o processo de desenvolvimento deste setor. Em outras palavras, a compreensão da trajetória tecnológica seguida não pode se restringir aos fatores endógenos. É preciso considerar também a influência dos fatores exógenos – tais como os condicionantes macroeconômicos, a estrutura industrial do país, os aspectos políticos e geopolíticos, bem como a formação geológica do Brasil.

O objetivo deste estudo é avançar na compreensão do papel das universidades no sistema setorial de inovação da indústria do petróleo no Brasil. Para tanto, a investigação é centrada no caso do Centro de Estudos de Petróleo (CEPETRO) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e aqui apresentada em três capítulos.

O primeiro capítulo corresponde ao referencial teórico empregado na análise e seu objetivo é fornecer a base teórico-conceitual sob a qual será analisado o caso do CEPETRO. Ele trata dos determinantes do processo inovativo, dos sistemas de inovação – em especial a abordagem setorial – e discute o papel desempenhado pelas universidades nesses sistemas. Dentre os conceitos que merecerem destaque para a análise que se segue tem-se o de “paradigmas e trajetórias tecnológicas” e o de “sistema setorial de inovação”.

O segundo capítulo enfoca o desenvolvimento do setor de petróleo no Brasil em suas diferentes fases. Para tanto é utilizada uma abordagem histórica da evolução desta indústria no país, em que se busca evidenciar a influência tanto dos condicionantes exógenos quanto dos fatores endógenos à Petrobras presentes em cada fase. Isto, pois se acredita que o processo inovativo precisa ser analisado a partir de uma perspectiva ampla, em que os fatores exógenos desempenham um papel relevante e são capazes de moldar o processo de aprendizado e inovação.

O objetivo principal deste segundo capítulo é descrever a co-evolução técnico-institucional observada no sistema setorial de inovação da indústria do petróleo brasileira, a qual é um processo complexo, que envolve diversos atores que interagem, aprendem, evoluem e co-evoluem mutuamente.

Por fim, a terceira parte desta dissertação corresponde à análise do caso do CEPETRO. Nesta parte busca-se explorar dois pontos principais: como o CEPETRO contribui para o sistema setorial de inovação da indústria do petróleo no Brasil e como as mudanças institucionais influenciam o papel da universidade no setor. Para tanto, este capítulo está estruturado em duas seções: a primeira aborda a constituição do Centro e sua estrutura, a segunda trata de sua evolução nas atividades de ensino e pesquisa.

A fim de contemplar os objetivos propostos adotou-se como procedimento metodológico a pesquisa documental e a realização de entrevistas. A análise documental contempla as atas e pautas dos Conselhos Científico e Consultivo do Centro e seus relatórios de gestão (anuais e trienais) e de avaliação externa. Foram realizadas quatro entrevistas, sendo a primeira de caráter exploratório com a responsável pelas relações institucionais do CEPETRO, e as outras três com os docentes que fazem ou fizeram parte da diretoria do Centro e com o coordenador das relações CEPETRO/Petrobras nos anos iniciais do convênio.

As entrevistas complementaram a coleta de informações e permitiram esclarecer dúvidas e explorar questões que não ficaram bem compreendidas pela pesquisa documental. Além disso, foram fundamentais para captar de forma mais precisa as opiniões dos entrevistados. Decorre que as entrevistas permitiram ampliar a compreensão das estratégias adotadas pelo Centro.

Foi definido um roteiro semi-estruturado para as entrevistas, o que permitiu abordar pontos que não estavam no roteiro e aprofundar em questões específicas de acordo com a experiência do entrevistado. O roteiro previamente definido abordava: i) a trajetória profissional

do docente, em específico sua relação e envolvimento com o CEPETRO; ii) questões específicas ao período em que o entrevistado participou da diretoria do Centro; iii) os impactos e influências das mudanças institucionais no nível do setor, na universidade e na economia em geral, em relação às atividades desempenhadas pelo Centro; iv) a trajetória do CEPETRO – tipos de aprendizagem, desenvolvimento de competências, relações dentro do setor; e v) questões relativas ao atual panorama da indústria petrolífera no Brasil e o papel do Centro.

Esta última parte também engloba uma análise da produção científica do CEPETRO no período de 1987-2011, a partir das publicações dos 48 docentes associados ao Centro indexadas na base de dados Scopus, da Elsevier. Aqui busca-se examinar as publicações do CEPETRO e seus impactos a fim de verificar o tipo de conhecimento produzido e sua contribuição para o sistema de inovação.

Aos três capítulos apresentados antecede a introdução e sucedem as conclusões.

Capítulo 1 – Os sistemas de inovação e o papel das universidades

A importância do progresso técnico para a ciência econômica foi preconizada por Schumpeter, que estabeleceu as inovações como força propulsora do capitalismo. Desde então, o debate referente ao processo inovativo e seus determinantes (e condicionantes) vem evoluindo, bem como a influência das inovações no desenvolvimento das nações – a teoria do desenvolvimento econômico passa a incorporar o papel das inovações no processo de desenvolvimento.

Nos anos 1980, diante das transformações que ocorreram na economia mundial, especialmente a intensificação da globalização e uma onda de críticas à forma como o Estado atuava na economia, o conceito de sistemas de inovação começa a ser desenvolvido. Essa abordagem busca uma maior compreensão do processo de desenvolvimento econômico, no qual a inovação ocupa um papel central.

Partindo do debate quanto à importância do processo inovativo e da relação existente entre desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento econômico, este capítulo busca retomar a discussão teórica sobre a relevância da inovação para o crescimento e desenvolvimento econômico.

Em seguida se discute a temática dos sistemas de inovação a fim de propiciar um maior entendimento da complexidade envolvida no processo de inovação. Nessa parte será discutido o surgimento e a evolução do conceito de sistemas de inovação, os diferentes enfoques existentes, enfatizando-se a abordagem setorial destes sistemas, sua aplicação aos países em desenvolvimento, e a atuação dos atores e instituições que compõem tal sistema e a forma como interagem.

A escolha do enfoque setorial dos sistemas de inovação está em consonância com o objetivo proposto na pesquisa, qual seja, analisar o papel desempenhado por um dos atores que compõem o sistema de inovação da indústria de petróleo no Brasil, no caso as universidades, e verificar como as mudanças institucionais interferem neste sistema. Ademais, no caso de países em desenvolvimento o recorte setorial é cada vez mais frequente, já que a especialização dos setores pode ser determinante para o dinamismo econômico de um país.

A última parte deste capítulo trata, especificamente, das universidades. Nesta parte busca-se discutir questões ligadas à concepção das universidades, suas missões nos sistemas de ciência,

tecnologia e inovação (CT&I), suas relações com o setor produtivo com base nas experiências de países, e, por fim, caracterizá-las dentro do contexto brasileiro.

1.1. Progresso técnico e desenvolvimento econômico

A agenda de pesquisa do campo das ciências econômicas apenas recentemente se deu conta da importância do progresso técnico para o crescimento econômico. É a partir dos anos 1950 com os trabalhos de autores como Robert Solow (*“Technical Change and the Aggregate Production Function”* de 1957) – que observou que apenas 12,5% do crescimento do produto se devia a aumentos nos fatores de produção, capital e trabalho – que a teoria do crescimento econômico é revisitada, e o progresso técnico se torna endógeno. Essa nova concepção da forma como ocorre o crescimento econômico passa a influenciar não apenas a agenda de pesquisa, mas também as políticas públicas.

Schumpeter foi pioneiro no estudo da importância do progresso técnico para a ciência econômica, estabelecendo as inovações como força propulsora do sistema capitalista. Distinguindo as inovações entre aquelas que se apresentam na forma de novos produtos, novos processos produtivos, novos insumos e novas formas organizacionais, além daquelas que ele chamou de incrementais, como as melhorias nos produtos e processos já existentes.

Ao proferir a seguinte frase *“o problema usualmente estudado é o da maneira como o capitalismo administra a estrutura existente, ao passo que o problema crucial é saber como ele as cria e destrói”* (SCHUMPETER, 1942, p.84), o autor critica a visão convencional da economia que interpreta o comportamento das firmas de acordo com o princípio da maximização do lucro, mediante a administração de preços. Ele não apenas critica a visão convencional, como introduz uma nova visão para a compreensão e análise do capitalismo e comportamento das firmas, na qual a inovação assume uma posição central na teoria do crescimento e desenvolvimento econômico e social.

Para Schumpeter (1942) no processo de evolução capitalista, as inovações revolucionam a estrutura econômica em um processo incessante geradas no âmago do sistema, destruindo a estrutura antiga e criando uma nova – a chamada “Destruição Criadora”, o que propicia ao capitalismo um caráter evolucionário. Em outras palavras, a continuidade do processo inovativo está relacionada ao fato de que as melhorias jamais cessam, mas elas não ocorrem

necessariamente “passo a passo”. Logo, as inovações podem ter caráter radical e assim propiciar grandes avanços (saltos) técnicos e, eventualmente, rupturas no sistema econômico, ou ocorrer de forma incremental.

O ponto essencial de entendimento diz respeito ao caráter evolucionário do capitalismo, no qual as firmas operam em um ambiente competitivo em que a busca e apropriação de vantagens (ou lucros extraordinários) privadamente exige a manutenção, ainda que temporariamente, da propriedade das inovações por elas criadas (SCHUMPETER, 1942). Esse contexto, por sua vez, induz ao investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D), o qual gera um fluxo de inovações de produtos e processos, que serão selecionadas *ex post* pelo mercado, tanto em termos de inovações, quanto de empresas inovadoras.

Em relação ao processo concorrencial, Schumpeter coloca que a concorrência por meio de inovações é superior à concorrência por preços, parafraseando-o é como bombardear uma porta ao invés de arrombá-la. Além de que “ela disciplina antes de atacar”, ou seja, atua não só quando está presente, mas pela ameaça contínua do surgimento de outras inovações. Assim, as inovações ao revolucionarem incessantemente a estrutura econômica a partir de dentro imprimem o caráter evolucionário do sistema capitalista.

É a “máquina capitalista”, portanto, que define um caminho que assegure múltiplas fontes de iniciativas, via competição real entre diferentes ideias. Essas iniciativas estão apoiadas no amplo acesso aos conhecimentos genéricos básico, fortes incentivos a atentar-se aos sinais do mercado e, quando necessário, minorar as perdas de uma escolha equivocada (NELSON, 1990).

Na abordagem neoschumpeteriana, o progresso técnico é visto enquanto um processo que afeta o crescimento econômico, via introdução de inovações que movem e alteram as estratégias produtivas das firmas, bem como as estruturas industriais (DOSI, 1984). Tais inovações são condicionadas tanto por aspectos internos, próprios ao avanço específico do conhecimento tecnológico adotado, originando as trajetórias e os paradigmas tecnológicos, quanto por aspectos externos que configuram a conjuntura econômica, social e política, além de influenciar as trajetórias adotadas, o que constitui os paradigmas tecnoeconômicos de produção.

A atividade inovativa envolve um alto grau de incerteza, sujeita não apenas à atividade de P&D, mas também aos conhecimentos adquiridos e acumulados pelos agentes e organizações ao longo de sua trajetória, história. Tais atividades também são fortemente seletivas, finalizadas em

direções específicas, e cumulativas na aquisição de capacitações para resolução de problemas. É a natureza cumulativa do conhecimento que explica a forma relativamente ordenada dos padrões de mudança tecnológica. Essa cumulatividade também garante, em determinadas condições, rendimentos crescentes de aprendizagem (DOSI, 1988). A inovação não constitui um processo estritamente aleatório e não é randômica. Os empresários direcionam seus esforços, de maneira cuidadosa e objetiva, para os empreendimentos que consideram viáveis e potencialmente lucrativos.

O processo inovativo é permeado pelos processos de *busca* e *seleção* (NELSON e WINTER, 1982). De acordo com Nelson e Winter, as firmas possuem em um dado momento capacidades e regras de decisão, as quais se modificam ao longo do tempo em decorrência de seus esforços em solucionar problemas, e acabam por modelá-las. A atuação das firmas é definida pelas rotinas – padrões comportamentais regulares e previsíveis – que são hereditárias e selecionáveis. As *buscas* são processos guiados pelas rotinas da firma (e, portanto, parcialmente determinados por essas) e modificadores das rotinas (mas, não é um processo aleatório), e possuem resultados incertos, seguem alvos aproximados e linhas de menor resistência. O processo de *seleção* determina a mudança técnica ao longo do tempo, através do ambiente de seleção (mercado) e tem rebatimentos sobre o processo de *busca*. *Busca* e *seleção* são, portanto, processos simultâneos e interativos do processo evolucionário, através do qual as firmas evoluem. Em outras palavras as mudanças técnicas e as influências do ambiente externo conduzem a permanentes avanços nas estruturas das firmas.

O conceito de “*paradigmas tecnológicos*” é usado por Dosi (1988) para explicar as diferenças setoriais e entre as empresas nos padrões de inovação. Os “*paradigmas tecnológicos*” representam um padrão de solução dos problemas que define “lotes” de características de várias mercadorias, através de *trade-offs* econômicos e tecnológicos. Ou seja, cada paradigma tecnológico envolve uma tecnologia da mudança econômica específica. O paradigma tecnológico estabelecido condiciona as “*trajetórias tecnológicas*” das empresas e, portanto, dos setores.

A trajetória tecnológica é o caminho tomado pelo desenvolvimento tecnológico dado que as empresas optaram por determinadas tecnologias visando seus potenciais lucros. Dessa forma, as firmas têm um processo de desenvolvimento tecnológico atrelado às suas escolhas anteriores, ou seja, são dependentes de sua trajetória (*path dependence*). Em suma, paradigmas tecnológicos

estão relacionados com a geração e adoção de inovações, enquanto trajetória tecnológica corresponde à difusão das mesmas. Tais conceitos proporcionam uma melhor compreensão da dinâmica inovativa e da obtenção dos ganhos de competitividade.

O mecanismo seletor do paradigma opera por fatores de natureza econômica e institucional, e condiciona a seleção do paradigma e sua mudança. A estrutura industrial é resultado da inovação, e segundo Dosi (1984) está sujeita a mudanças – é dinâmica. A relação entre a mudança técnica e a estrutura industrial envolve alguns aspectos, dentre eles cumulatividade, oportunidade tecnológica e condições de apropriabilidade.

Malerba e Orsenigo (1996), por sua vez, relacionam os regimes tecnológicos com as estratégias das firmas, sendo que tais regimes condicionam as estratégias. Em relação às estratégias das firmas há um *trade-off* entre as atividades de *exploration* (busca de novos campos do conhecimento) e de *exploitation* (exploração dos campos já usados). Segundo Dosi e Marengo, (1994) a estratégia ideal é aquela que combina ambos.

Dosi e Marengo, (1994) enfatizam a questão do aprendizado. Os autores adotam uma perspectiva das empresas enquanto organizações de aprendizagem. Assim, o conhecimento organizacional surge como uma propriedade do sistema de aprendizagem, e é moldado pelas interações dos vários processos de aprendizagem que constituem a organização. O ponto crucial dessa interpretação é que o aprendizado envolve descoberta e adaptação. Por sua vez, as taxas e direções do processo de aprendizagem são moldadas pelas normas internas de comportamento das firmas.

Nesse sentido, as empresas são entidades cujas competências comportamentais, regras de decisão e estrutura de governança interna co-evoluem com o ambiente no qual estão inseridas. Contudo, tanto a mudança organizacional quanto a aprendizagem são processos *path-dependent* (DOSI e MARENGO, 1994).

Quanto aos melhoramentos subsequentes em determinada tecnologia, suas fontes específicas podem estar vinculadas ao *learning-by-doing* (aprendizagem pela prática), ao *learning-by-using* (aprendizado pelo uso), ou ao *learning-by-interacting* (aprendizado pela interação com outros atores, especialmente fornecedores e usuários). De outra forma, o aprimoramento pode estar atrelado ao tempo necessário em se adquirir informações sobre

experiências anteriores, envolvendo a passagem do tempo e o acúmulo de experiências (ROSENBERG, 1982a).

Nelson (1994) destaca que não apenas processos de mercado estão envolvidos na co-evolução técnico-institucional, mas que a emergência de novas tecnologias, ou aprimoramentos das tecnologias existentes influenciam o desenvolvimento do campo científico. Segundo Rosenberg (1982b) a tecnologia não deve ser vista como o conhecimento científico aplicado, e sim como, ela própria, sendo um corpo de conhecimento. Tal afirmação pode ser feita diante do fato que muitas vezes o conhecimento tecnológico precede o conhecimento científico. Dessa forma, parafraseando o autor, a tecnologia passa a servir como repositório de conhecimento empírico a ser estudado pelos cientistas.

O progresso técnico influencia, portanto, a atividade científica de maneiras numerosas e difusas, sendo o crescimento do conhecimento algo interativo e cumulativo (ROSENBERG, 1982b). Além do mais, as tecnologias também influenciam na criação, modificação e adaptação das instituições para que possam fornecer suporte e fomentar o avanço da ciência e da tecnologia (NELSON, 1994). E, a evolução das instituições para uma tecnologia ou indústria é algo complexo e envolve diversos atores (com diferentes interesses) além das firmas (NELSON, 1994). Em suma, as distintas organizações aprendem, evoluem e co-evoluem com o ambiente em que estão inseridas e com as instituições com que interagem.

1.2. Os sistemas de inovação: origem, evolução e diferentes abordagens

1.2.1. A origem e evolução do conceito de Sistemas Nacionais de Inovação

Os Sistemas de Inovação são constituídos por elementos e relações associadas à produção, difusão e uso de novos conhecimentos, e atribui às instituições um papel central no contexto da evolução do progresso técnico. Tal abordagem só pode ser pensada rompendo-se com os pressupostos da teoria econômica neoclássica e com a superação do modelo linear de inovação.

O modelo linear de inovação estabelece uma sequência unidirecional de eventos separados cronologicamente que constituem o processo de inovação, e pode ser caracterizado como: pesquisa básica => pesquisa aplicada => desenvolvimento experimental => inovação => difusão.

Segundo esse modelo um novo conhecimento obtido a partir de pesquisa básica “transborda” quase automaticamente para a tecnologia e inovação. Ou seja, devido ao caráter unidirecional do modelo, a sequência de eventos necessários para a geração de uma inovação deve se iniciar com a pesquisa básica e avançar nas etapas do processo, até que se torne uma inovação e depois se difunda pela economia. O modelo linear da inovação também estabelece uma clara divisão de trabalho entre os atores, assim a pesquisa básica fica a cargo das universidades, enquanto as firmas e institutos de pesquisa realizam as atividades de pesquisa aplicada e desenvolvimento.

A abordagem dos sistemas de inovação, no entanto, adota uma visão dinâmica do processo inovativo. Isto, pois a ideia de que as inovações têm origem (exclusivamente) na ciência é errônea. Na realidade, o conhecimento tecnológico muitas vezes precede o conhecimento científico, e, inclusive, molda a agenda da ciência.

A visão dinâmica do processo de inovação, como descrita por Kline e Rosenberg (1986), em oposição ao modelo linear, coloca a geração de inovação como decorrentes de relações (interações) que não são unidirecionais (lineares) e nem únicas, incorporando a importância dos *feedbacks* – que conectam as percepções do mercado e os potenciais melhoramentos pelos usuários com o processo inovativo.

Portanto, a abordagem dos sistemas de inovação por compreender que a inovação é um processo, e não um ato único e isolado, do qual participam diferentes atores e instituições, com lógicas e interesses distintos e que interagem e desempenham funções diferentes – é esse conjunto de elementos que se relacionam que caracteriza o sistema –, e tendo em vista o caráter interativo do processo de aprendizado e sua importância para a evolução do processo de inovação, avança no sentido de superar a visão linear da inovação.

O conceito de sistema nacional de inovação (SNI) começa a ser desenvolvido a partir dos anos 1980, e busca avançar na compreensão do processo de desenvolvimento econômico, em que a inovação ocupa um papel central. Essa abordagem permite transitar para o nível macro e nacional, superando, de certa forma, as limitações da abordagem micro. As mudanças ocorridas na economia mundial nesta década – intensificação da globalização, abandono do modelo de industrialização por substituição de importações, críticas ao papel do Estado e enfraquecimento das políticas keynesianas – são fatores que contribuem para o aparecimento desta abordagem.

Contudo, Friederich List em sua obra “*The National System of Political Economy*” (1841) já havia apresentado a ideia de “sistemas nacionais de produção”, expressando sua preocupação, através do atraso da Alemanha em relação à Inglaterra, com o processo de desenvolvimento e as diferenças entre os países decorrentes deste processo. List criticava os economistas clássicos por darem insuficiente atenção ao papel da ciência e tecnologia no crescimento das nações. O autor defendeu a proteção às indústrias nascentes e a formulação de políticas destinadas a viabilizar ou acelerar a industrialização e o crescimento econômico – há, portanto, uma visão do Estado enquanto agente ativo no processo de desenvolvimento, o qual deve coordenar e executar as políticas de longo prazo –, além de reconhecer a interdependência da importação de tecnologias com o desenvolvimento técnico local e a importância das instituições formais de ciência e educação e o setor produtivo. Assim, embora List não tenha cunhado o termo “sistemas nacionais de inovação”, certamente antecipou muitas das ideias presentes nesta vertente teórica.

Os primeiros trabalhos concernentes ao tema são os de Freeman (1987), Lundvall (1992) e Nelson (1993). Freeman é o primeiro a cunhar o termo em seu livro “*Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*” (1987), em que analisou o contexto da economia japonesa que permitiu o seu *catching up* e inferiu a importância das condições institucionais para a inovação. Para Freeman, o conceito de SNI diz respeito à “*rede de instituições do setor público e privado cujas atividades e interações iniciam, importam, modificam e difundem novas tecnologias*” (FREEMAN, 1987, p.1, tradução da autora), assim para o autor a inovação vai além das fronteiras das firmas e se difunde pela economia, propondo uma interação entre o sistema produtivo e o de inovação.

Posteriormente, em 1992, Lundvall lança seu livro “*National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*”, de âmbito mais teórico, em que propõe um referencial de análise do sistema nacional de inovação com ênfase no processo de aprendizado interativo, sob a hipótese de que há uma combinação de conhecimentos tácitos e codificados e de aprendizados, baseados tanto na ciência quanto nas experiências. O autor apresenta o conceito de SNI como “*os elementos e as relações que interagem na produção, difusão e uso do novo conhecimento economicamente útil... localizado dentro ou enraizado dentro de Estado-Nação*” (LUNDVALL, 1992, p.2, tradução e grifo da autora), e argumenta que

a estrutura da produção e o arranjo institucional são as duas dimensões mais importantes que em conjunto definem o sistema de inovação.

Lundvall (1992) define sua fronteira de análise sob a ótica nacional, uma vez que as interações ocorrem mais facilmente dentro do espaço de um país, pois tanto a atuação do setor público e das instituições é conformada pelo espaço nacional, quanto pela existência de elementos culturais e sociais – há uma cultura nacional enraizada que influencia e condiciona as interações entre os elementos do sistema. O autor destaca, ainda, a importância das relações e interações (históricas) entre as estruturas produtivas e as instituições de um país – especialmente as relações usuário-produtor, ou seja, a interação entre aqueles que usufruem das inovações (usuários) e aqueles que as fornecem (produtores).

Dentro de sua perspectiva ampla do SNI, Lundvall aponta os cinco principais elementos constituintes do sistema, são eles: (i) a organização interna das firmas; (ii) as relações entre as firmas; (iii) o papel do setor público; (iv) o arcabouço institucional do setor financeiro; (v) intensidade de P&D e sua organização (LUNDVALL, 1992, p.13). Para este trabalho foram selecionados e adaptados dois destes cinco principais elementos para a análise do sistema de inovação, o segundo elemento (as relações entre as firmas) foi adaptado para as relações entre os atores, e o quarto elemento (o arcabouço institucional do setor financeiro) para o arcabouço institucional de uma forma geral.

A discussão sobre os sistemas nacionais de inovação é ampliada em 1993 com o lançamento do livro organizado por Richard Nelson, intitulado “*National Innovation Systems – A comparative analysis*”, que apresenta uma análise do SNI de 15 países, focalizando as diferentes experiências nacionais. Nelson e Rosenberg definem SNI como “*o conjunto de instituições cujas interações determinam a performance inovativa das empresas nacionais*”, e enfatizam a importância das instituições de suporte à P&D. Para eles, estas instituições promovem a criação e disseminação de conhecimentos como as principais fontes de inovação (NELSON e ROSENBERG, 1993, p.5 e 9-13, tradução da autora).

Tanto na definição de Lundvall (1992) quanto na de Nelson e Rosenberg (1993) pode-se perceber a ênfase no caráter interativo para a geração de inovações, e ambos os trabalhos

conceituam os SNIs em termos dos determinantes, ou fatores que influenciam o processo inovativo. Segundo Edquist (2004, p.183), entretanto, eles apontam diferentes determinantes para o termo, de acordo com o que crêm ser os determinantes mais importantes para o processo inovativo. Em outras palavras, eles propõem diferentes definições para o SNI, mas usam o mesmo termo.

Lundvall *et al.* (2009) apresentam diversas abordagens de SNI. A abordagem restrita está em sintonia com as análises de sistemas de ciência e tecnologia (C&T), se concentra nos atores clássicos (empresas, institutos de pesquisas, universidades) e utiliza indicadores mapeando a especialização e desempenho nacional com respeito a inovação, esforços de P&D e organizações de C&T (P&D, patentes, publicações). Essa abordagem segue o modo de inovação CT&I, baseando-se na experimentação (através dos laboratórios), formalização e codificação do conhecimento.

A abordagem ampla do SNI, em contraste, considera as instituições sociais, a regulação macroeconômica, o sistema financeiro, sistema educacional e de treinamento, infra-estrutura e as condições de mercado, e proporciona uma perspectiva sistêmica que liga o comportamento micro ao nível do sistema – as mudanças no nível do sistema são vistas como resultado das interações no nível micro, ao passo que o sistema molda o processo de aprendizado, inovação e desenvolvimento de competências ao nível micro. Essa abordagem está relacionada ao modo de inovação DUI (aprender fazendo, usando e interagindo), que foca no aprendizado interativo através das relações e estruturas. Esse processo de aprendizado é importante para a criação de capacitação nas firmas e a formação de competências entre as pessoas, ou seja, a inovação está arraigada não apenas no aprendizado baseado na ciência, mas também no aprendizado baseado na experiência (LUNDVALL *et al.*, 2009).

Um ponto comum entre esses diferentes trabalhos é que todos se desviaram do modelo linear de inovação e colocam a inovação nos níveis micro, meso e macro como o motor do crescimento econômico, e vão além da inovação de produto e processo, olhando para o aprendizado interativo e enfatizando a interdependência e não linearidade em que as instituições têm papel central. Em outras palavras, nestas abordagens a inovação ocupa papel central para o desenvolvimento econômico e é resultado das interações de fenômenos de ordem micro, meso e

macro, e a interação entre os atores participantes destes sistemas é determinante para o processo inovativo. Entretanto, o conceito de SNI evolui ao longo dos anos e ganha outros enfoques – por exemplo, regional e local.

1.2.2. Diferentes enfoques do conceito de Sistemas de Inovação e a aplicação aos países em desenvolvimento

Pode-se compreender, grosso modo, um sistema de inovação como um conjunto de organizações e instituições que se relacionam e interagem influenciando o desenvolvimento, a difusão e o uso de inovações – do qual advém a natureza sistêmica da inovação. O “sistema de inovações” corresponde aos determinantes do processo inovativo e inclui fatores econômicos, sociais, políticos, organizacionais e institucionais. Os componentes do sistema são as organizações e as instituições. Organizações são as estruturas formais, conscientemente criadas e com propósitos específicos, ou seja, são os *players* ou atores que compõem o sistema, por exemplo, as firmas, as universidades e os institutos de pesquisa. As instituições – embora não haja um consenso quanto ao que o termo engloba – podem ser entendidas como o conjunto de hábitos comuns, normas, rotinas, práticas estabelecidas, regras ou leis que regulam as relações entre os indivíduos, grupos e organizações, em outras palavras, as instituições são “as regras do jogo”.

Segundo Edquist (2004), a abordagem dos sistemas de inovação possui prós e contras. Os pontos fortes de tal abordagem devem-se ao fato de colocar a inovação e o aprendizado como aspectos centrais; pois adota uma perspectiva holística e interdisciplinar; emprega perspectiva histórica e evolucionária; enfatiza a interdependência e não linearidade do processo inovativo; e dá ênfase ao papel desempenhado pelas instituições. Os pontos fracos dessa abordagem, todavia, devem-se a existência de conceitos difusos, como por exemplo, no caso das instituições, que para Nelson e Rosenberg (1993) são basicamente diferentes tipos de organizações, enquanto para Lundvall (1992) são as “regras do jogo”, e das fronteiras do sistema que não são fortemente especificadas.

Tendo em vista os pontos fracos da abordagem do SNI, Edquist e outros autores apresentam uma abordagem funcional do SNI, em que o foco é as funções do sistema e não as

instituições, o que se justifica pela dificuldade de traçar as fronteiras do SNI. Dentre as funções que influenciam o processo inovativo destacam-se: P&D, construção de competências, formação de mercado de novos produtos, articulação com as necessidades dos usuários, criação e mudança de organizações, formação de redes de conhecimento, criação e mudança de instituições, incubação de atividades, financiamento de inovações e serviços de consultoria (EDQUIST, 2004).

Um dos novos enfoques do conceito de sistemas de inovação é o regional ou local. Segundo os estudiosos da vertente dos sistemas regionais de inovação, a proximidade geográfica facilita a interação entre os atores e favorece a emergência de um sistema de inovação a nível regional. Neste enfoque a ênfase está na natureza localizada da maioria das interações. Os elementos que constituem esse sistema são as firmas dentro de um *cluster*, infra-estrutura de conhecimento que inclui as universidades, instituições (compreendidas como as regras que regulam o comportamento dos atores que interagem dentro do sistema regional de inovação) e a política. Esta abordagem, bem como a dos sistemas setoriais de inovação, introduz um nível de análise meso, que pode mediar a dinâmica macro e micro.

Os sistemas setoriais de inovação (SSI) incluem as firmas e agentes econômicos (instituições, inclusive) que se conectam através de relações de mercado ou não-mercado (relações sociais e técnicas que não são determinadas por preços), e são sustentados pelas firmas, organizações de suporte e regulação, redes de atores, instituições e base de conhecimento (MALERBA, 2002, 2004). Essa abordagem possibilita compreender como as capacidades são desenvolvidas pelas empresas e setores no sentido de inovar e competir. A análise dos sistemas setoriais de inovações é cada vez mais frequente para o caso dos países em desenvolvimento, pois a especialização dos setores pode ser determinante para o dinamismo econômico, já que alguns setores são mais capazes de promover o desenvolvimento que outros (efeitos de arraste e encadeamentos), pois as dinâmicas econômicas, tecnológicas e institucionais diferem conforme o setor.

A aplicação destes conceitos (sistemas nacionais, regionais e setoriais de inovação) para os países menos desenvolvidos é objeto de controvérsia entre os autores. Viotti (2002) coloca a necessidade fazer uma separação entre sistemas nacionais de inovação e sistemas nacionais de aprendizado. Para o autor, os sistemas nacionais de inovação estão restritos aos países

desenvolvidos, onde as firmas líderes introduzem inovações no mercado global. Nos países menos desenvolvidos o que ocorre são inovações incrementais, difusão e aprendizado, e por isso trata-se de um sistema nacional de aprendizado.

Lundvall *et al.*, (2009) contra-argumenta a ideia de Viotti (2002), a partir do exemplo dos Países Nórdicos (Suécia, Noruega, Dinamarca e Finlândia) em que a difusão das inovações pela economia foi mais importante que a geração de inovações voltadas para o mercado global. Tais países prosperaram devido à capacidade, amplamente desenvolvida, de absorver e utilizar a tecnologia desenvolvida por outros (LUNDVALL *et al.*, 2009, p.9).

Diante da importância da difusão, especialmente no caso dos países em desenvolvimento, é preciso adotar como forma de análise uma abordagem abrangente do SNI. Ademais é preciso considerar a forma como os elementos estruturais do SNI – distribuição de renda, políticas sociais, educação, entre outros –, a confiança entre os atores e o papel do Estado afetam a capacidade de aprendizado dos países. Outras considerações importantes são a importância das escolhas setoriais para o desenvolvimento do país, e o fato de que a difusão do progresso técnico ocorre de forma desigual.

1.2.3. Sistemas Setoriais de Inovação: atores e instituições

A abordagem dos sistemas setoriais de inovação proporciona uma ferramenta útil para uma análise descritiva dos setores e um maior entendimento de seu funcionamento, dinamismo e transformação. Tal perspectiva também permite uma maior compreensão das fronteiras e estrutura de um setor, das relações e interações entre os agentes e instituições que o compõe, dos processos de produção inovação e aprendizado específicos ao setor, das transformações setoriais e das diferenças entre os desempenhos dos países e firmas em um setor (MALERBA, 2002).

Os SSI também facilitam a elaboração e proposição de políticas públicas, especialmente para as políticas científicas e tecnológicas. Tal abordagem permite uma melhor identificação das falhas do sistema e as variáveis relacionadas fornecendo aos *policy makers* uma ferramenta para compreensão das diferenças entre os sistemas de inovação e identificação de quais setores podem ser melhor influenciados pelas políticas e qual o melhor desenho destas (MALERBA, 2002, 2003, 2004).

Um setor pode ser definido como um “conjunto de atividades unificadas por algum grupo de produtos vinculados a uma demanda dada ou emergente e que compartilham certos conhecimentos comuns” (MALERBA, 2004, p.385, tradução da autora). As firmas pertencentes a um determinado setor são heterogêneas ao mesmo tempo em que possuem algumas características em comum. Segundo Malerba (2004), uma análise setorial é centrada em três dimensões principais dos setores: i) conhecimento e domínio tecnológico; ii) atores e redes; e iii) instituições.

A dimensão do conhecimento e domínio tecnológico relaciona-se ao fato de que todo setor pode ser caracterizado por uma base específica de conhecimentos, tecnologias e insumos. As propriedades da base de conhecimentos estão relacionadas à natureza do conhecimento subjacente as atividades das firmas inovadoras. Segundo Winter (1987) o conhecimento tecnológico envolve vários graus de especificidade, tacitividade, complementaridade e independência e pode diferir enormemente entre setores e tecnologias (*apud* MALERBA, 2004, p.383). Esta dimensão ocupa posição central na análise das fronteiras do SSI, as quais não são fixas, pelo contrário, estão em constante mudança.

O conhecimento ocupa um papel central no processo de inovação, entretanto sua difusão não é livre e automática entre as firmas (acessibilidade) e a forma como cada firma o absorve depende de suas habilidades acumuladas. Mesmo quando corretamente absorvido o conhecimento não é facilmente usado e transformado em novos artefatos ou tecnologias. O conhecimento pode ser mais ou menos cumulativo, e são as capacidades cognitivas e organizacionais dos agentes e os *feedbacks* do mercado que influenciam o nível de cumulatividade deste (MALERBA, 2004, p.388). Em suma (conforme discutido na seção 1.1), o conhecimento afeta as taxas e direções das mudanças tecnológicas e a performance das firmas.

De acordo com Malerba (2004), um setor é composto por agentes heterogêneos, os quais podem ser organizações ou indivíduos (consumidores, empresários, cientistas, etc), ou seja, trata-se dos atores e redes presentes no setor. As organizações podem ser divididas em dois tipos: as firmas (usuárias, produtores, fornecedores de insumos e matérias-primas) e não-firmas (universidades, instituições financeiras, agências governamentais, associações técnicas e sindicatos), e incluem as unidades de grandes organizações (por exemplo, os departamentos de P&D ou produção) e grupos de organizações (associações industriais). Estes agentes que

compõem o sistema possuem características específicas relacionadas ao processo de aprendizado, às competências, às crenças, aos objetivos, às estruturas organizacionais e aos comportamentos, e interagem através de processos de comunicação, troca, cooperação, competição e comando, ou seja, relações de mercado e não-mercado.

São as relações existentes entre os agentes e artefatos presentes no sistema setorial que definem a “estrutura setorial” na abordagem dos SSI. Assim, a concepção de “estrutura setorial” difere daquela usada na literatura de economia industrial, aqui estrutura é vista como a “rede de relações” presente em um setor. Os tipos de estruturas das relações e redes em um sistema setorial é consequência da base de conhecimentos existente, dos processos de aprendizado, das tecnologias básicas, das características da demanda, e, portanto, diferem entre os setores (MALERBA, 2004, p.392)

As instituições incluem as normas, rotinas, hábitos comuns, práticas estabelecidas, regras, leis e padrões que moldam (influenciam e condicionam) as interações, ações e cognições dos agentes envolvidos em um setor. As instituições variam entre aquelas que impõem *enforcements* para os agentes e as que são criadas pela interação dos agentes, como por exemplo, os contratos; entre mais ou menos normativa (“*more binding to less binding*”); entre instituições formais (leis de patentes ou regulações específicas) e informais (tradições e convenções). Além do mais, muitas instituições são nacionais (leis de propriedade industrial), enquanto outras são específicas ao setor (instituições de financiamento específicas ao setor ou relativas ao mercado de trabalho no setor) (MALERBA, 2004).

De forma simplificada, um sistema setorial possui os seguintes elementos: i) as firmas do setor, que são os atores centrais do processo de produção e inovação; ii) outros atores, em adição as firmas; iii) redes; iv) demanda (doméstica e/ou internacional); v) instituições; vi) conhecimento; vii) o processo básico de interação, geração de variedade (“*variety generation*”), seleção e co-evolução (MALERBA e MANI, 2009, p.5).

Malerba (2004) apresenta alguns pontos em relação ao SSI que merecem ser destacados: (a) que um sistema setorial está submetido a processos de mudanças e transformações através da co-evolução de seus distintos elementos constituintes, e envolve conhecimentos, tecnologias, atores e instituições; (b) na maioria das vezes um sistema setorial possui mais de uma tecnologia, e uma mesma tecnologia pode ser empregada em distintos setores; (c) tal abordagem presume que

um sistema setorial pode ter dimensão local, nacional e/ou global, e frequentemente essas dimensões coexistem em um mesmo setor; (d) o enfoque teórico e analítico do sistema setorial é baseado na teoria evolucionária – o que garante a ênfase na dinâmica, no processo inovativo e na transformação econômica, coloca o conhecimento e o aprendizado como elementos-chave na mudança do sistema econômico, e implica que o aprendizado, comportamento e capacitações dos agentes são restringidos e limitados pela tecnologia, base de conhecimentos e contexto institucional.

Nesse sentido, diante da importância dos conhecimentos e aprendizados para o processo inovativo, as universidades, enquanto atores do sistema setorial de inovação assumem uma posição de destaque devido suas capacidades de produzir e gerar conhecimentos científicos e tecnológicos e formar recursos humanos, os quais estão imbuídos destes conhecimentos, e dessa forma, contribuir para o desenvolvimento.

1.3. As universidades e sua atuação

Esta seção discute o papel das universidades nos sistemas de inovação. Para tanto, discorre-se quanto as diferentes visões da forma que as universidades podem contribuir para o processo de inovação e desenvolvimento, suas relações com o setor produtivo, as diferentes experiências dos países e, por último, uma breve discussão do caso brasileiro.

A importância da estrutura universitária e da produção científica e tecnológica nos sistemas de inovação começa a ser percebida, especialmente, a partir da Segunda Revolução Industrial, onde ciência e tecnologia tornam-se conectadas. Deste período em diante, as universidades passam a ser vistas como um importante ator dos sistemas de inovação, e há uma crescente percepção dos governos quanto sua contribuição para o desenvolvimento e mudança da economia.

A Alemanha, na segunda metade do século XIX, através de sua reforma universitária é pioneira na integração de ensino e pesquisa nas universidades. O país também realiza melhorias no sistema educacional, tornando-o acessível para a maior parte da população, faz grandes investimentos nas universidades, institucionaliza a atividade de pesquisa e instaura um sistema de formação técnico-científica. Com isso, é considerada pioneira na simbiose entre ensino e pesquisa – esta integração entre ensino e pesquisa nas universidades também é conhecida como a 1ª

Revolução Acadêmica. Para a maioria dos historiadores, tal pioneirismo permite explicar o porquê da Alemanha ultrapassar a Inglaterra em termos de crescimento econômico, e se tornar um dos berços da Segunda Revolução Industrial. Nesse período a ciência adquire crescente importância devido ao surgimento dos setores intensivos em ciência, os setores-chave da Segunda Revolução Industrial (siderurgia, química, eletricidade e materiais elétricos, telecomunicações, petróleo e automobilística), e ao entrelaçamento cada vez maior entre ciência e tecnologia.

O modelo universitário alemão servirá de exemplo para outros países. Os Estados Unidos (EUA), por exemplo, inspira-se em tal modelo e inicia um processo, ainda que lento e gradual, de profissionalização da pesquisa. O país ainda em formação passa a atrair técnicos e cientistas da Europa a fim de desenvolver sua indústria nascente, e promover o acesso da massa populacional às universidades – o que ocorre em ritmo mais acelerado em comparação a Europa. Também, inova ao criar laboratórios de pesquisa governamentais e institucionalizar a criação de laboratórios de pesquisa e desenvolvimento interno às firmas. O conjunto destes fatores, dentre outros, permite explicar o rápido crescimento econômico dos EUA no período.

Segundo Rosenberg e Nelson (1994), até 1920, boa parte da pesquisa realizada pelas universidades do EUA era voltada para a solução de problemas, o que era visto com certo desdém pelos britânicos. Predominava, portanto, um propósito eminentemente prático da pesquisa universitária, o que pode ser explicado, em boa medida, pelo caráter descentralizado das universidades (sendo o controle deixado a cargo dos Estados), cujos estilos, missões e focos eram baseados nas necessidades de seus entornos provincianos, ou seja, o sucesso das universidades estava atrelado à sua capacidade de satisfação das demandas regionais onde estavam situadas. Dessa forma, as universidades forneciam treinamento vocacional para um determinado rol de ofícios importantes para suas localidades.

Os programas universitários focados em resolver os problemas locais se tornaram institucionalizados, embora normalmente vinculados à atividade de ensino. Logo, em muitos casos, as atividades de treinamento de pessoal e de pesquisa direcionadas a resolução de problemas locais evoluíram juntas. Sendo que a tradição das universidades estaduais em realizar pesquisas industriais genéricas tem se mantido até o presente (ROSENBERG e NELSON, 1994).

É nos Estados Unidos que tem início a institucionalização de novas disciplinas relacionadas às ciências aplicadas e engenharias, com o surgimento de novos e importantes

campos do conhecimento científico, que exercerão um papel fundamental no desenvolvimento dos setores industriais no país, e, conseqüentemente, de seu desenvolvimento econômico. De acordo com Rosenberg e Nelson (1994), essas novas disciplinas e profissões que emergiram nos EUA na primeira metade do século XX refletiram e solidificaram novos tipos de estreita vinculação entre as universidades do país e uma variedade de indústrias.

O ensino de engenharia, que era raro nos EUA antes da Guerra Civil, é institucionalizado e começa a ser ensinado em universidades de elite. Na Europa, pelo contrário, tais disciplinas eram ensinadas em instituições separadas e a princípio não foram incorporadas pelas universidades de elite. A institucionalização destas disciplinas é induzida pelo surgimento de novos ramos industriais – por exemplo, a engenharia elétrica que teve o surgimento coligado com as indústrias baseadas em eletricidade e de materiais elétricos.

Como salientam Rosenberg e Nelson (1994), a Segunda Guerra Mundial representa um divisor de águas na história do envolvimento das universidades estadunidenses com a pesquisa. Isto, pois a ciência adquire maior prestígio social e entre os membros do governo, e o apoio à pesquisa universitária cresce expressivamente. De acordo com os autores, estima-se que o financiamento à pesquisa universitária tenha crescido a uma taxa de 3% ao ano entre 1935-1960.

Nesse sentido, a ampliação do volume de recursos destinado à pesquisa junto com a expansão do papel de financiador do governo federal resultou em uma transformação no caráter da pesquisa em direção à pesquisa básica¹. A partir de então, a pesquisa básica passa a ser vista como responsabilidade das universidades. Atualmente, porém, a pesquisa acadêmica não se restringe à pesquisa básica e, busca aumentar e estimular a P&D do setor produtivo, ao invés de substituí-la, pode-se dizer que passam a atuar de forma complementar, e não como substitutas.

O modelo linear de inovação é a ideia subjacente à atuação restrita das universidades à pesquisa básica. De acordo com esse modelo, o papel das universidades se restringe à formação de recursos humanos e à execução de pesquisa básica, já que os conhecimentos produzidos serão explorados para as firmas, que os aplicarão a fim de inovar. Nesse sentido, inexistem esforços ou políticas para induzir a colaboração e parcerias entre universidades e empresas, já que os conhecimentos básicos produzidos “naturalmente” se converterão em inovações.

¹ Pesquisa básica deve ser compreendida como a busca de um conhecimento fundamental de fenômenos da natureza, e não como ausência de aplicações práticas.

No caso brasileiro, contudo, a estrutura universitária tem caráter tardio, mesmo em comparação com outros países latino-americanos, emergindo apenas nos anos 1930 – a Universidade de São Paulo (USP) criada em 1934 foi a primeira universidade moderna brasileira. O sistema universitário surge no país desconectado da base industrial, devido às políticas que favoreciam a importação de tecnologias, à falta de investimentos privados e à ausência de coordenação das atividades científicas. O que se verifica, é que só a partir dos anos 1960 com a estruturação da pós-graduação no país, durante o governo militar, que o ensino e a pesquisa passam a ser vistos como atividades complementares.

Suzigan e Albuquerque (2011), ao analisarem as cinco ondas de formação de instituições de ensino e pesquisa no Brasil inferem que o caráter tardio da formação da estrutura científica e universitária está fortemente relacionado à estagnação econômica e à condição colonial, e ao início tardio das instituições monetárias e financeiras no país. Os autores atribuem importância ao entendimento do processo histórico como condicionante da formação destas instituições, e da existência de interações pontuais entre as dimensões científicas e tecnológicas no padrão de interação entre universidades e empresas.

A despeito dessas relações pontuais, Suzigan e Albuquerque (2011) observam que, de modo geral, naqueles produtos em que o Brasil possui competitividade internacional verifica-se *“um longo processo histórico de aprendizagem e acumulação de conhecimentos científicos e competência tecnológica, envolvendo importantes articulações entre esforço produtivo, governo e instituições de ensino e pesquisa”* (SUZIGAN e ALBUQUERQUE, 2011, p.18). Sendo a área de geociências e extração de petróleo e gás natural (setor escolhido para este estudo) um dos campos mais importantes onde houve interação entre universidades e empresas.

Tendo em vista a importância do sistema universitário na trajetória de desenvolvimento dos países, como explicitado acima pelos casos da Alemanha e Estados Unidos, as universidades são, cada vez mais, vistas como um importante componente dos sistemas de inovação e os governos têm buscado fortalecer o papel das mesmas como agentes do desenvolvimento.

Além do mais, a derrocada do modelo linear pelo modelo interativo de inovação, em conjunto com o crescente inter-relacionamento entre ciência e tecnologia, também se refletem na forma como é pensado o papel das universidades. Nesse sentido, as universidades deixam de ser vistas apenas como repositório do conhecimento básico a ser convertido futuramente em

inovações, e passam a ser vistas como um ator que interage de diversas formas ao longo do processo inovativo.

Desde 1970 os governos buscam formas de ampliar a transferência de tecnologia das pesquisas acadêmicas para a indústria e facilitar a aplicação dos resultados dessas pesquisas nas empresas domésticas (MOWERY e SAMPAT, 2004). Mas, é principalmente a partir dos anos 1980 que as universidades passam a ser vistas como mecanismos capazes de promover melhorias na competitividade industrial e no crescimento econômico dos países (FLORIDA, 1999). Estes fatos intensificam o debate quanto ao papel da universidade, suas funções e formas de atuação, especialmente no que diz respeito à aproximação destas com o setor produtivo, ou doravante relação universidade-empresa. É a crença na universidade, senão enquanto “motor da inovação”, como uma importante engrenagem desse processo.

Tradicionalmente, as universidades possuem duas missões: ensino e pesquisa – e, mais recentemente, as chamadas atividades de extensão, relativas à atuação das universidades junto às comunidades locais. Porém, com a crescente percepção das universidades como agentes do desenvolvimento e crescimento econômico, há um debate crescente quanto a uma “terceira missão” da universidade relacionada a esse papel de promotora do desenvolvimento. Esta terceira missão (também chamada de 2ª Revolução Acadêmica) é frequentemente associada à relação entre universidades e empresas – que de acordo com a literatura especializada vem crescendo – e ao caráter empreendedor das universidades, e passa pela questão do financiamento das universidades.

O crescente interesse nas relações entre universidades e empresas se deve à emergência da economia baseada no conhecimento e ao interesse governamental em obter retornos dos investimentos públicos realizados em pesquisa (REDDY, 2011).

Nesse sentido, a interação entre universidades, indústria e governo passa a ser vista como a chave para ampliar as condições de inovação. Segundo a abordagem dos sistemas de inovação é o setor produtivo a principal esfera e foco do processo de inovativo, enquanto as universidades e o governo fornecem um importante suporte a esse. Contudo, cabe ao governo o papel central enquanto indutor dessas interações, uma vez que ele pode formular políticas e mobilizar recursos em prol de ampliar e fortalecer as interações entre as universidades e a estrutura produtiva

(SÁBATO e BOTANA, 1968). Sua atuação específica em cada uma dessas esferas influencia o desenvolvimento das mesmas e, conseqüentemente, do sistema em sua totalidade.

A universidade é uma fonte de recursos extremamente valiosos na economia do conhecimento. Ela agrega e atrai pessoas altamente qualificadas e novas ideias, além de atrair recursos para a região onde se instala – empresas e pessoas qualificadas, financiadores, empresários atraídos por novas oportunidades de negócios.

Alguns dos canais pelos quais as universidades se integram a sociedade são: através da educação e treinamento de pessoal qualificado, pelo acúmulo de conhecimento codificado, por aumentarem a capacidade local de resolução de problemas, por proporcionarem as firmas acesso às máquinas e equipamentos especializados presentes em seus laboratórios.

Há uma forte ligação (em termos de impactos) da universidade com a região onde esta se situa, embora seus impactos possam se estender muito além das fronteiras regionais, principalmente no caso de grandes universidades de pesquisa. No entanto, Florida (1999) adverte que apesar dos conhecimentos serem gerados em diversos locais apenas as regiões capazes de absorvê-los e aplicá-los poderão transformá-los em riqueza, ou seja, a presença de universidades não é condição suficiente para o desenvolvimento econômico de uma região.

Para Florida (1999), as universidades não podem ser vistas como um simples motor da inovação, mas como uma peça crucial para a infraestrutura da economia do conhecimento, fornecendo mecanismos para gerar e aproveitar talentos. Então, embora a presença de universidades não seja uma condição suficiente para o desenvolvimento de uma região, as universidades são uma condição necessária para o mesmo.

Há diversas formas pelas quais as universidades podem contribuir para o processo de desenvolvimento local, por exemplo: através da transferência de tecnologia das pesquisas para a indústria, pela atração de capital humano, conhecimentos e recursos financeiros, integrando áreas de atividades tecnológicas, adaptando os conhecimentos às condições e demandas locais, e servindo de espaço público para o debate sobre novas tecnologias e oportunidades de mercado. Entretanto, há uma exacerbação da importância da transferência de tecnologias como mecanismo que contribui para o desenvolvimento.

De acordo com Lester (2005) é preciso ter uma visão ampla do papel das universidades. Elas são criadoras, receptoras e intérpretes de inovações e ideias, fonte de capital humano e

componente chave da infraestrutura social. Dentro da ótica econômica, podem ser vistas como grandes empregadoras, consumidoras de bens e serviços e proprietária de imóveis.

Para Lester (2005) o papel da universidade no processo inovativo depende do tipo de transformação que está ocorrendo na economia local. Em outras palavras, as universidades precisam conhecer as trajetórias pelas quais as indústrias domésticas se desenvolvem e quais os processos de inovação estão associados a essas trajetórias. As firmas, por sua vez, precisam ser capazes de identificar novas tecnologias e oportunidades mercadológicas, e tomar as novas tecnologias e conhecimentos, aplicá-las e desenvolvê-las produtivamente.

Para Florida (1999) os *policy makers* têm exagerado no grau em que as universidades podem conduzir as economias nacionais e regionais. O autor utiliza do exemplo do Vale do Silício e da Universidade de Stanford, nos Estados Unidos. Segundo ele, Stanford por si só não transformou o Vale do Silício em uma região de alta tecnologia. Foram os diversos atores regionais presentes em tal localidade que juntos construíram a infraestrutura local necessária para o desenvolvimento de uma indústria de alta tecnologia.

Florida (1999) ressalta o papel da universidade enquanto “captadora/coletora de talentos”, sendo tal função mais importante que a transferência comercial de tecnologias e incubação de empresas. Para o autor as universidades devem ser vistas como importantes fontes de criação de conhecimentos e talento, já que “*smart people are the most critical resource to any economy*” (FLORIDA, 1999, p.67).

Em relação ao “caráter empreendedor da universidade”, Lemos (2008) coloca que inexistente um consenso na literatura sobre o que é a “universidade empreendedora”, embora haja uma discussão crescente sobre a responsabilidade das universidades de promover o empreendedorismo e formar futuros empresários. Segundo o autor, estudos recentes apontam que as universidades estão avançando rumo a uma função empreendedora, porém, isso requer mudanças em sua estrutura organizacional, bem como adaptações em sua cultura, valores e normas, as quais estão permeadas de conflitos. Para ele o “*desafio chave para a gestão universitária é dar suporte às atividades empreendedoras sem perder o controle sobre a missão e liberdade acadêmica*” (LEMOS, 2008, p.19).

Outra atividade empreendedora que vem sendo desempenhada pelas universidades é o fomento à criação de empresas por seus funcionários, pesquisadores e alunos – os chamados *spin-*

offs acadêmicos. Estes *spin-offs* estão associados à transferência, seja ela formal ou informal, de conhecimentos e tecnologias gerados no interior da universidade para o setor produtivo. Lemos (2008), analisa o desenvolvimento de *spin-offs* através do caso da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e observa diversos benefícios gerados por estes, como maior qualificação e renda dos empregados, dinamização da economia, especialmente impactos locais, e maiores investimentos em pesquisa.

Apesar dos inegáveis benefícios provenientes das transferências de tecnologia da universidade para a indústria, alguns autores alertam para um exagero quanto à importância das transferências de tecnologia como mecanismos de desenvolvimento econômico.

Lundvall (2002) aponta uma tendência a generalizar a partir de exceções e usar essas exceções como base para transformar as estratégias gerais das universidades, e alerta que apenas parte do setor industrial coopera com partes das universidades. Ou seja, casos como o de Stanford e o Vale do Silício são exceções e não devem ser utilizados como base para pensar as estratégias das universidades, não se pode generalizar a partir de exceções.

No que diz respeito ao fato de que apenas partes da indústria se relacionam com partes da universidade é preciso reconhecer que, embora alguns campos do conhecimento tenham maior vinculação ou, sejam vistos como mais importantes pela indústria, outros campos do conhecimento, como no caso das ciências fundamentais, têm um impacto indireto na geração de tecnologias, inclusive por requererem um maior tempo de maturação do conhecimento para poder aplicá-lo e transformá-lo (ROSENBERG e NELSON, 1994). Ou mesmo porque estão diluídos em meio a outros conhecimentos, processos ou tecnologias.

Há, também, uma percepção distorcida dos mecanismos pelos quais ocorre a transferência tecnológica da universidade para a indústria. Muitas das análises de transferência de tecnologia são baseadas na geração e licenciamento de patentes pelas universidades, porém é preciso destacar que existem outras formas de transferir tecnologias e conhecimentos para o setor produtivo, como por exemplo, através das publicações científicas abertas ao público, pela atuação dos pesquisadores das universidades prestando consultoria as empresas, via colaboração inter-institucional dos pesquisadores, e atraindo mão de obra qualificada das universidades para trabalharem na indústria (especialmente cientistas, engenheiros e doutores).

As patentes evidenciam um quadro parcial e enviesado das pesquisas universitárias (ROSENBERG e NELSON, 1994). Isso, pois nem toda pesquisa acadêmica ou avanço gerado no conhecimento científico é patenteável. Há, também, um *trade-off* entre patentear ou publicar o resultado da pesquisa, já que um dos requisitos para obtenção de uma patente é a novidade o objeto não pode ter sido revelado previamente. Todavia, a publicação é priorizada na avaliação do desempenho das universidades e seus pesquisadores.

No caso das diferenças nos níveis de desenvolvimento dos países, apesar da função das universidades nos sistemas de inovação ser similar independentemente destes, a importância do papel das universidades varia entre países mais ou menos desenvolvidos e é fortemente influenciado pela estrutura industrial interna, bem como pelo tamanho e estrutura de outros atores públicos de pesquisa, dentre outros fatores (MOWERY e SAMPAT, 2004).

No caso brasileiro, por exemplo, VELHO *et al.* (2004) concluem que a maneira como o processo de industrialização foi conduzido no país, em conjunto com o desenho de política de ciência e tecnologia e as políticas neoliberais implantadas, resultaram em uma fraca atuação do setor privado em P&D, e a P&D pública ganhou papel de destaque substituindo o investimento privado ao invés de complementá-lo.

Contudo, a maioria dos estudiosos do tema concorda com a importância de se promover uma maior vinculação entre a pesquisa universitária e o setor produtivo. Rosenberg e Nelson (1994), por exemplo, colocam a importância de se aproximar a universidade da indústria, mas respeitando a condição de que a pesquisa realizada pelas universidades é básica – o que não significa que não tem aplicação prática, como dito anteriormente. Mowery e Sampat (2004), por sua vez, destacam a importância de fortalecer as relações entre as universidades e os outros atores presentes na economia, e não apenas com a indústria.

Essa aproximação com o setor produtivo aparece, portanto, como um novo campo de atuação para as universidades, o que nem sempre é aceito com tranquilidade pelos setores mais tradicionais. Por isso é preciso pensar em estratégias e mecanismos que respeitem e não comprometam a liberdade e integridade da pesquisa acadêmica.

Capítulo 2 – O setor de petróleo no Brasil

O sistema setorial de inovação da indústria do petróleo é um dos mais dinâmicos, do ponto de vista tecnológico, e de maior peso dentro da economia brasileira. Ele é constituído por um conjunto de atores heterogêneos articulados entre si – empresas, instituições de pesquisa, universidades e governo. Pelo lado produtivo, esse sistema é formado pelas empresas operadoras (por exemplo, Petrobras), que realizam as diversas etapas da cadeia produtiva do petróleo e gás natural, a qual se estende da extração à distribuição, e pelos seus fornecedores de bens e serviços (indústria para-petroleira). Adota-se aqui o termo “indústria do petróleo” em referência as operadoras e fornecedoras, embora a rigor apenas as primeiras pertençam efetivamente a essa indústria.

No caso brasileiro, a empresa estatal Petrobras se apresenta como a maior participante da indústria petrolífera e é referência internacional na atividade de exploração e produção (E&P) de petróleo em águas profundas (*offshore*)². Essa posição foi consagrada por uma trajetória tecnológica que revela uma clara opção por uma estratégia de desenvolvimento tecnológico cooperativo – iniciada nos anos 60 com a institucionalização da atividade de pesquisa e desenvolvimento (P&D) *in-house* através do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo A. Miguez de Mello (Cenpes) e com o início do Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP-1000) que fomentou a interação com seus fornecedores de equipamentos e serviços, universidades e institutos de pesquisa.

O objetivo deste capítulo é retomar a história do setor petrolífero no país, especialmente a partir da criação da Petrobras. A primeira parte aborda a evolução e desenvolvimento da indústria a partir da caracterização de seis fases: i) de 1930 à criação da Petrobras; ii) de 1953-1964, em que a estatal busca se legitimar; iii) de 1965-75, na qual há uma maior ênfase para atividade de refino; iv) a partir dos anos 1980, em que ocorre uma mudança de orientação e passa-se a priorizar a atividade de exploração e produção; v) de 1990-2000, período marcado por importantes mudanças institucionais não apenas no setor, mas na economia brasileira como um todo; e vi) a partir dos anos 2000, quando novas perspectivas de exploração e produção levam à águas ultraprofundas.

2 A exploração e produção de petróleo e gás natural em águas é uma atividade não convencional comumente chamada de *offshore*. A forma convencional de exploração e produção é feita em terra e denomina-se *onshore*.

Em seguida é feita uma breve caracterização da atual configuração do sistema setorial de inovação da indústria de petróleo brasileira, seus atores (firmas e outras organizações) e instituições constituintes e suas relações, com ênfase nas interações entre as universidades e as empresas e a influência das regulações nestas.

2.1. A evolução da indústria petrolífera no Brasil em seis fases

2.1.1. De 1930 à criação da Petrobras

O período compreendido entre 1930 até a criação da Petrobras é marcado por tensões na sociedade brasileira formadas pela conjunção de três fatores: a ação estatal, a constituição de várias empresas privadas para a exploração de petróleo no país, e a ação, fosse ela efetiva ou alegada, de grandes companhias internacionais.

O problema do petróleo no Brasil no período compreendido de 1930 ao Estado Novo pode ser caracterizado pela suposição de existência do recurso, mas que não podia ser comprovada pela ausência de conhecimentos geológicos adequados, oriundos da carência de técnicos e materiais, e do uso aleatório destes recursos na exploração do subsolo nacional. A Primeira Guerra Mundial também contribuiu para fazer emergir o problema no país. E, além do mais, o contato com os grupos estrangeiros interessados em explorar petróleo no país, surge como elemento, que no futuro, dinamizaria os movimentos políticos voltados para a definição da política do petróleo no Brasil. Outros elementos que caracterizam a situação no período é a presença de amplos setores descrentes da existência de jazidas aproveitáveis no país, e os entraves devido às falhas da estrutura burocrática do Serviço Geológico e Mineralógico Brasileiro (COHN, 1968, p.10).

Os principais entraves à atuação do Serviço Geológico e Mineralógico Brasileiro (SGMB) deviam-se as condições institucionais adversas, como o controle burocrático, a falta de interesse governamental, a escassez de recursos financeiros e equipamentos inadequados. Ainda assim, o órgão foi capaz de acumular um volume expressivo de informações sobre as condições geológicas brasileiras. Esse esforço inicial serviu de base para o aperfeiçoamento e treinamento de uma equipe de geólogos brasileiros (DIAS e QUAGLINO, 1993, p.13-14). Em 1934, o SGMB foi extinto e criou-se o Departamento Nacional de Produção Mineral (Decreto 23.979, de 08 de março de 1934).

Além da carência de técnicos que atrasavam o desenvolvimento do setor, a atuação dos mesmos era vista com desconfiança por parte da sociedade. Segundo Cohn (1968), havia a crença de que o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), por exemplo, estaria “infestado de sabotadores estrangeiros” e por isso agia de forma hostil a qualquer tentativa de encontrar petróleo no Brasil. Tal polêmica, envolvendo o DNPM e os geólogos estrangeiros, marcou o setor na década de 1930 e impulsionou a formação de um quadro técnico nacional.

Um importante marco desse período é a promulgação do Código de Minas através do Decreto nº. 26.642, de 10 de julho de 1934, que estabelece que a propriedade do subsolo independia da posse do solo, embora, não diferenciasse os combustíveis de outros minérios. Ou seja, as riquezas minerais contidas em determinada área de terra passaram a ser de domínio da União, e não mais eram propriedades do detentor da terra. Com isso, tanto para a pesquisa quanto para a lavra dos recursos minerais era exigido uma concessão especial do governo federal. Diante das modificações impostas, o Código de Minas de 1934 pode ser visto como uma revolução em termos do direito de propriedade privada, definindo o novo quadro legal.

O Golpe de Estado de 1937 que instituiu o Estado Novo, a iminência de uma nova guerra mundial que preocupava o país diante de sua dependência em relação ao fornecimento externo de petróleo, juntamente com o aumento da participação da indústria na economia brasileira e com a expansão da malha rodoviária, que pressionavam no sentido de um aumento das importações de petróleo, atraem a atenção dos militares para o setor petrolífero, o que leva à dinamização da ação oficial nesse setor e reforça o cunho nacionalista (COHN, 1968).

Segundo Calabi *et al.* (1983), durante o Estado Novo a questão da segurança nacional aliada à possibilidade de corte no fornecimento externo de petróleo explica, ao menos em parte, o estabelecimento de medidas centralizadoras no setor e a tentativa de buscar fontes alternativas de suprimento de petróleo em outros países, como no caso do Tratado com a Bolívia. Mas, é somente a partir de 1938 que o petróleo adquire destaque nas decisões governamentais.

Dessa forma, em 1938, através do Decreto-Lei nº 395, de 29/04/1938, é criado o Conselho Nacional do Petróleo (CNP), um organismo autônomo subordinado diretamente ao presidente da república e constituído por brasileiros natos designados pelo presidente, que representavam os ministérios e as organizações de classe da indústria e comércio. Buscou-se auferir maior

flexibilidade ao CNP desligando-o o máximo possível da máquina burocrática e ampliando os recursos financeiros disponíveis à sua atuação.

As funções e forma de organização do CNP foram estipuladas pelo Decreto-Lei nº 538, de 07/07/1938. Cabia ao órgão autorizar, regular e controlar a importação, exportação, transporte (inclusive a construção de oleodutos), distribuição e comércio de petróleo e seus derivados no território nacional; autorizar a instalação de refinarias, podendo decidir quanto sua localização, capacidade de produção e qualidade dos produtos; opinar sobre a outorga de autorizações de pesquisa e lavra de jazidas requeridas ao governo; fiscalizar as operações financeiras e mercantis das empresas e estabelecer normas gerais de contabilidade; organizar e manter um serviço estatístico; verificar o consumo e estoques de hidrocarbonetos e fixar cotas de importações (COHN, 1968, pp.50-52).

Os recursos financeiros do CNP em relação aos do DNPM eram maiores, bem como a flexibilidade com que o primeiro manejava os recursos. Essa maior flexibilidade permitiu ao CNP contratar firmas prestadoras de serviços, acelerando o ritmo das atividades de exploração de petróleo e driblando a escassez de técnicos e equipamentos que havia no Brasil (DIAS e QUAGLINO, 1993).

Contudo, o amplo conjunto e a disparidade das funções pelas quais o CNP era responsável – que iam da fiscalização do mercado de combustíveis à produção de petróleo – e o fato de que sua organização formal não se adaptou a essa variedade de funções geraram dificuldades organizacionais em sua atuação.

Ainda nesse período é estabelecido o novo Código de Minas (Decreto-Lei nº 1.985, de 29/01/1940), o qual se baseando no Código de 1934, estabelece que a “jazida mineral é um bem imóvel, distinta e não integrante do solo”, e que cabia ao governo federal autorizar a pesquisa dessas jazidas apenas para brasileiros. Nesta nova versão as jazidas de petróleo e gás natural recebem um tratamento específico e passam a pertencer a União, a título de domínio privado imprescritível (CALABI *et al.*, 1983; COHN, 1968).

O pós-guerra é marcado pela queda do governo ditatorial de Getúlio Vargas e, a partir de então, um forte impulso para a redemocratização controlada, pelo fortalecimento do setor industrial na economia brasileira que toma a frente no processo de crescimento econômico, e o fortalecimento da concepção populista do Estado – fonte das benesses e que não podia falhar.

Com o fim do Estado Novo, o CNP passa a responder ao Poder Legislativo, diminuindo, portanto, sua autonomia.

A Constituição de 1946, ao permitir a concessão para exploração das riquezas minerais a brasileiros ou sociedades organizadas no país, provoca um grande debate em relação à política do petróleo no Brasil. Parte da sociedade via tal modificação nas autorizações para concessão de exploração dos recursos como uma “abertura” para que os grupos estrangeiros exercessem seus interesses no país e, para combater esse mal, sugeriam o monopólio do Estado nesta atividade.

A polêmica quanto aos direitos de exploração do petróleo resultante da Constituição de 1946 se acentua e extravasa a área de decisão governamental, passando a mobilizar a opinião pública, o que resultaria na campanha popular conhecida como “O Petróleo é Nosso”. Essa campanha foi bastante reprimida sob alegação de ser um movimento dominado por comunistas – que estavam fora da lei a partir de 1947 (COHN, 1968). Embora, de fato os comunistas estivessem envolvidos na campanha, as tensões sociais presentes na época, em função da Guerra Fria e da crescente hostilidade entre os comunistas e os Estados Unidos, condicionavam a percepção do “perigo comunista”.

O principal ponto de ruptura na política do petróleo ocorre entre 1950-1953 na transição dos Governos Dutra e Vargas. No Governo de Eurico Gaspar Dutra, o programa estabelecido para o setor petrolífero no Plano SALTE (Saúde, Alimentação, Transporte e Energia) marca um importante passo para o desenvolvimento do setor, que previa a intensificação das pesquisas, a aquisição e montagem de refinarias, a construção de um oleoduto ligando as cidades de Santos e Jundiaí, e a aquisição de 15 navios petroleiros. Entretanto, o CNP enfrentava dificuldades financeiras e organizacionais e, além do mais, o aumento do consumo, das importações e dos preços do petróleo pressionava as reservas internacionais do país.

As dificuldades enfrentadas pelo CNP colocam a necessidade de uma nova configuração no quadro institucional da indústria de forma a adequar o aparelho estatal às suas crescentes responsabilidades. A criação de uma empresa estatal mostrava-se como a melhor opção para contornar os entraves burocráticos, ultrapassando os marcos da administração direta aos quais era submetido o CNP.

Quando Getúlio Vargas é eleito presidente da república, o Congresso Nacional já se encontrava dividido em dois grandes grupos, de um lado o PSD e PTB que representavam a

situação, e de outro a UDN enquanto oposição. Assim, quando Vargas expõe seu projeto sobre a criação da Petrobras, o Congresso já estava posicionado e a opinião pública mobilizada. A ideia presente no Projeto nº 1.516 do Poder Executivo que dispunha sobre a criação da Petrobras era de que o controle nacional sobre o petróleo era imprescindível. Para tanto, se propunha a criação de uma sociedade por ações mista, onde no mínimo 51% das ações com direito a voto da sociedade e suas subsidiária seria de posse da União.

A oposição criticava o projeto em termos da constituição de uma sociedade mista e advogava a favor do monopólio estatal, uma vez que a admissão de acionistas de direito privado tornaria a Petrobras vulnerável a penetração dos interesses estrangeiros. A UDN, bem como os estudantes, através de seus órgãos representativos, se posicionavam veementemente contra a sociedade mista e a favor do monopólio estatal.

Em meados de 1952, o projeto começa a ser discutido na Câmara e sofre modificações fundamentais: são aprovadas emendas que reforçavam o controle nacional da Petrobras através do Estado; a participação dos estados na distribuição da receita do Imposto Único sobre Combustíveis Líquidos e Lubrificantes e a participação dos estados produtores nos resultados das atividades da sociedade a ser criadas foram objetos de emendas (COHN, 1968, p.162).

O tratamento do projeto no Senado diferiu do tom do debate na Câmara tendendo a anular as modificações introduzidas por esta, e reforçando as características favoráveis a uma maior participação dos interesses privados (COHN, 1968, p.172).

Em 3 de outubro de 1953, o então presidente do Brasil, Getúlio Vargas sancionou a Lei nº 2.004, relativa à política do petróleo e a criação da Petrobras S.A., fixando o monopólio da União na pesquisa, lavra, refino (respeitadas as concessões já feitas) e transporte (marítimo ou por oleodutos) do petróleo e seus derivados no Brasil. A lei também definiu várias fontes de recursos financeiros para a execução do monopólio e outorgou a Petrobras uma série de benefícios fiscais. O capital inicial da empresa era da ordem de 4 bilhões de Cruzeiros subscritos inicial e totalmente à União (CALABI *et al.*, 1983).

Aprovada a criação da Petrobras ficava definido o quadro institucional responsável pela orientação da política do petróleo no país: o monopólio seria exercido pelo CNP como órgão orientador e fiscalizador da política no setor, e por intermédio da Petrobras e suas subsidiárias como órgãos de execução das atividades no setor.

2.1.2. De 1954 a 1964: em busca da legitimidade da Petrobras

O período abarcado da criação da Petrobras até o Golpe Militar, em 1964, constitui a segunda fase da evolução do setor petrolífero no Brasil. Essa fase é marcada pela busca da autossuficiência financeira da estatal como diretriz central a fim de legitimar suas atividades. Isso, pois após o suicídio de Vargas e com a sucessão do governo Café Filho aumentaram as incertezas quanto ao cenário de curto e médio prazo da Petrobras, o que levou à procura de autonomia financeira que garantisse sua sobrevivência e crescimento (ALVEAL CONTRERAS, 1994).

O governo Café Filho marcado pelo conservadorismo das políticas econômicas comparativamente ao governo anterior, representado pela política de austeridade posta em prática pelo então Ministro da Fazenda, Eugênio Gudin, trouxe expectativas de mudanças na política do petróleo. Isto, pois Café Filho e Gudin eram favoráveis à presença do capital externo no setor petrolífero.

O primeiro grande problema enfrentado pela estatal foi em relação à disposição de divisas para importação de máquinas e equipamentos não disponíveis na indústria doméstica. Segundo Alveal Contreras (1994), o problema das divisas era a dimensão de uma questão maior, qual seja, o estágio embrionário da produção doméstica de equipamentos destinados à indústria pesada e a escassez de recursos humanos qualificados.

Em 1955, a resolução do problema das divisas adotou um caminho estratégico em que o empenho político de Arthur Levy articulado ao Chefe da Casa Militar, Juarez Távora, conseguiu obter da Superintendência da Moeda e do Crédito (SUMOC) um esquema de divisas. Ficou garantido à Petrobras 80% das divisas provenientes da economia de divisas geradas por sua atividade, e a empresa operou como agente dinamizador do capital privado, articulando-o para o fornecimento de bens de capital (ALVEAL CONTRERAS, 1994).

Contudo, segundo Macedo e Silva (1985) apesar das expectativas de mudanças, em 1955, Café Filho e Juarez Távora se manifestaram pela continuidade do regime vigente. Dessa forma, a Petrobras, apoiada nas Forças Armadas e no movimento nacionalista, atravessou intacta ao governo Café Filho.

No governo Juscelino Kubitschek, com o lançamento do Plano de Metas, foram estabelecidas metas de aumento da produção de barris de petróleo e da capacidade de refino nacional – o que requeria importar equipamentos do exterior. Os investimentos em refino no período foram importantes para que o país se tornasse praticamente autossuficiente nessa atividade em meados dos anos 1960/1970.

No entanto deflagra-se, nessa segunda fase, uma crise entre a Petrobras e o CNP, que acarreta no enfraquecimento da autoridade do CNP como órgão de planejamento, formulação e controle da política nacional do petróleo (ALVEAL CONTRERAS, 1994).

A escassez de divisas enfrentada pelo país juntamente com a dificuldade de financiar a importação de materiais e equipamentos limitavam as atividades da indústria de petróleo. A necessidade de superar essa dependência externa conduziu a adoção de uma política de nacionalização dos equipamentos por parte da Petrobras, a qual reduziria a vulnerabilidade brasileira das condições do comércio e da política internacional. De acordo com Macedo e Silva (1985), a política de nacionalização de equipamentos constituiu parte do legado do CNP à Petrobras, a qual coube dar magnitude à escala e aprofundá-lo.

O papel desempenhado pela Petrobras no desenvolvimento e consolidação da indústria pesada no Brasil exemplifica o modelo vigente na década de 1950. Neste período, as empresas estatais foram os principais atores do esforço industrializante, apoiando a indústria pesada e de bens de consumo duráveis.

De acordo com Furtado (2010), a estratégia adotada pela operadora estatal brasileira estava baseada em seu papel central no processo de industrialização via substituição de importações e em sua busca pela autossuficiência na produção de petróleo cru, já que a quantidade produzida pela empresa era inferior a crescente demanda doméstica.

O envolvimento da Petrobras no desenvolvimento da indústria pesada no Brasil se deu via atração de empresas estrangeiras para o país, bem como chamando o parque industrial já instalado a assumir o fornecimento de bens de capital em escalas muito superiores às aquelas obtidas pelo CNP (MACEDO E SILVA, 1985, p.89). Para tanto, a estatal utilizou de mecanismos como a facilitação de crédito bancário para os fornecedores e condições especiais de pagamento (MACEDO E SILVA, 1985, p.277). A Petrobras também incentivou a formação da Associação Brasileira para o Desenvolvimento das Indústrias de Base (ABDIB).

Com a política de nacionalização de equipamentos da Petrobras se instaura um novo padrão de relacionamento da companhia com seus fornecedores e prestadores de serviços, intermediado pelas firmas de engenharia. A normatização dos materiais e equipamentos seguiu no início as regras internacionais, mas já em 1957, a Petrobras começou a usar normas próprias para a aquisição de materiais e equipamentos. Embora essa normatização se desviasse por vezes das normas internacionais, a estatal sempre impôs elevados padrões de qualidade.

Nesta segunda fase da indústria também se destaca a preocupação com a formação de recursos humanos para a indústria e nacionalização do quadro técnico, pois a escassez destes também limitava o desenvolvimento das atividades em petróleo. Até o momento não havia cursos universitários de geologia no Brasil, e por isso, a indústria tinha que se valer de profissionais com diferentes formações, como engenheiros civis e engenheiros de minas que tivessem algum conhecimento sobre geologia (DIAS e QUAGLINO, 1993, p.113-114).

As limitações geradas pela escassez de recursos humanos não eram imutáveis e as iniciativas para formação e qualificação de recursos humanos para o setor antecederam a constituição da Petrobras. Para suprir às necessidades da indústria os técnicos eram enviados ao exterior para formação e foram firmados convênios com universidades brasileiras para formação de geólogos.

Em 1955, a empresa criou o Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisas de Petróleo (CENAP), nas imediações da Universidade do Brasil (atual Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ), um órgão da administração superior da estatal, dedicado à formação e desenvolvimento de recursos humanos, e que foi o embrião das atividades de pesquisa e desenvolvimento da Petrobras (ERBER e AMARAL, 1995).

A formação e qualificação de recursos humanos foi um dos pilares da estratégia de desenvolvimento da indústria no Brasil. De acordo com Furtado (1995), o esforço de formação de recursos humanos pela Petrobras esteve fortemente concentrado nos departamentos associados às atividades de exploração e produção. E, os principais mecanismos utilizados pela empresa para atingir esse objetivo foram a promoção de mestrado e doutorado no exterior, o estabelecimento de convênios com universidades brasileiras para promoção da pós-graduação e a promoção de cursos técnico e superior nos centros de treinamento da empresa e em universidades.

Os convênios firmados com as universidades brasileiras tinham por finalidade recrutar, selecionar e treinar profissionais. Segundo Erber e Amaral (1995), esses programas de treinamento também serviram para formar técnicos que mais tarde se transferiram para empresas privadas fornecedoras da Petrobras (empresas de engenharia e de bens de capital), formando uma corrente de competências tecnológicas que envolvia todas as atividades do setor.

Essa estratégia de formação de recursos humanos da Petrobras tinha duas funções principais. Primeiro, propiciar aos quadros técnicos da estatal capacidade de comprar tecnologias externas – o que foi fundamental para seu estágio inicial de desenvolvimento tecnológico, baseado na importação de tecnologia. Depois, capacitá-los a aprimorar a capacidade operacional dos equipamentos utilizados. Além dessas, serviu também de embrião para a constituição da atividade de pesquisa e desenvolvimento *in-house* (FURTADO, 1995, p.174). Tal estratégia também foi fundamental para o processo de aprendizado e capacitação tecnológica que permitiu que a Petrobras se tornasse referência internacional em exploração e produção de petróleo *offshore*, através de uma trajetória tecnológica baseada em inovações incrementais (FURTADO, 1996).

Em síntese, durante a 2ª fase houve um razoável controle do Estado sobre o setor energético estabelecendo as diretrizes a serem seguidas e uma expansão considerável do consumo de petróleo e derivados (CALABI *et al.*, 1983).

2.1.3. De 1965 a 1975: ênfase no refino

A legitimidade política da Petrobras foi reforçada após a drástica mudança de liderança política no país após o Golpe Militar de 1964. A estatal servindo-se do Decreto-Lei nº 200 de 1967, que permitia a intervenção do Estado na ordem econômica através de empresas instituídas para esse fim, passou a expandir suas atividades rumo à verticalização, cujo elo central era o refino – e posteriormente para a diversificação, na petroquímica –, à conglomeração e sua internacionalização. Tal expansão é a marca da terceira fase de desenvolvimento (1965-1975) da indústria do petróleo no Brasil.

A primeira refinaria da Petrobras foi inaugurada ainda na fase anterior da indústria, em 1955, na cidade de Cubatão. Em 1967 foi criada a primeira subsidiária da estatal, a Petroquisa, visando desenvolver a indústria petroquímica no país. Em 1971 foi criada a Petrobras

Distribuidora, embora a Petrobras já operasse na distribuição de petróleo e derivados desde 1962. A Braspetro, terceira subsidiária, foi criada em 1972 com o objetivo de explorar e produzir petróleo fora do Brasil. Todos símbolos da expansão do setor no país.

Havia no período certa congruência entre os interesses do Governo e da estatal. Dessa forma, a Petrobras servia de instrumento para execução da política oficial e, em contrapartida, o Governo se comprometia a garantir os recursos que a mesma necessitava – seja por apoio a créditos e financiamentos, seja pelo aumento do preço real dos derivados do petróleo.

Segundo Alveal Contreras (1994), o núcleo diretor da Petrobras foi transformado em “*locus*” organizador, processador e intermediador dos múltiplos interesses em constituição em torno do complexo industrial petróleo-petroquímico. Demonstrando a harmonia existente entre os interesses governamentais e dos dirigentes da empresa.

A nova condição política brasileira colocava a Petrobras em um novo cenário, no qual a política nacional do petróleo se confundia com a política da empresa, o que pode ser observado pelos planos governamentais. O Programa de Ação Econômica do Governo (PAEG), de 1965, colocava para a política do petróleo três pontos principais: i) a adoção de uma postura mais “empresarial” por parte da Petrobras – o que estava relacionado com a busca por uma maior eficiência produtiva; ii) medidas para reduzir as importações – intensificando a pesquisa de jazidas, ampliando a capacidade de refino e reduzindo gasto de divisas com transporte, através de um melhor índice de operacionalidade da frota de petroleiros; e, iii) propunha que se propiciasse condições para a atuação do capital privado nas áreas não reservadas ao monopólio. O Programa Estratégico de Desenvolvimento (PED, 1968-1970), durante o Governo Costa e Silva, reafirmava esta política (CALABI *et al.*, 1983).

A estratégia da empresa em avançar na cadeia produtiva em direção ao refino, buscando a autossuficiência, se justificava pelo fato de exercer o monopólio legal deste, e por ser uma atividade com elevada lucratividade. O diagnóstico do potencial petrolífero brasileiro não era otimista, o que incentivava ainda mais o investimento em refino, via importação de óleo cru. O baixo preço do petróleo no período favorecia a manutenção da posição do Brasil enquanto grande importador do insumo e validava a estratégia adotada. Além disso, em dezembro de 1963 a Petrobras também se tornou monopolista da importação de petróleo e seus derivados, o que lhe

auferiu um maior poder de barganha para negociar melhores preços na compra do petróleo estrangeiro.

Vale recordar que durante o Governo João Goulart foi decretada a expropriação das refinarias particulares e o monopólio da Petrobras sobre a importação de petróleo e seus derivados. Dessa forma, em 1964 a estatal já controlava 82% de todo óleo cru refinado no Brasil. Em 1974, ela obteve o controle de 97,5% do petróleo refinado no país (CALABI *et al.*, 1983, p.172).

No tocante à exploração, em 1967 o geólogo Carlos Walter Marinho Campos assumiu a Divisão de Exploração da Petrobras, o que traria mudanças na estratégia exploratória da estatal. Era necessário avançar na fronteira exploratória; como o ciclo de descoberta de jazidas *onshore* seguia ritmo decrescente, foram iniciados projetos de perfuração submarina através de contratação de firmas especializadas no exterior. Nas atividades de exploração e produção (E&P) a meta era responder por 50% do consumo doméstico até 1970 (CALABI *et al.*, 1983, p.113).

O intenso esforço na exploração e produção que alavancou a produção interna de petróleo, durante o período de 1955-1967, permitindo suprir 35% do consumo interno do país, sofreu uma retração entre 1967-1979, sendo deixado em segundo plano. Contudo, a demanda doméstica de petróleo e derivados cresceu em ritmo acelerado durante o período, o chamado “Milagre Econômico”, o que influenciou a ampliação do parque de refino da Petrobras. Com efeito, em 1979, 90% do petróleo consumido no Brasil provinha de importações (FURTADO, 1995).

O avanço da fronteira de exploração requeria grande esforço de capacitação, principalmente nas áreas de engenharia, suprimentos e geofísica. Na área de geologia esse esforço se deu com a aquisição de um computador para o primeiro centro de processamento analógico do país e, depois, como o envio regular de geofísicos para formação continuada no exterior. No segmento de plataformas e equipamentos, como a Petrobras era impedida de participar diretamente da atividade, o esforço de capacitação se deu via assistência técnica e financeira às empresas de engenharia do setor ou através da coordenação de consórcios de firmas – o CENPES viria a desempenhar um importante papel, coordenando o processo de aquisição e geração de novas tecnologias (DIAS e QUAGLINO, 1993).

Neste período também foram iniciados os primeiros esforços internos de P&D da Petrobras e ocorreu a departamentalização da empresa. Em 1963, a Administração Superior da

estatal decidiu pela criação de um órgão exclusivamente dedicado às atividades de P&D. Essa decisão foi concretizada em 1966, quando as atividades do CENAP foram desmembradas, sendo a responsabilidade pelas atividades de ensino e aperfeiçoamento transferidas para o Serviço de Pessoal, e as atividades de pesquisa para o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (CENPES). Num primeiro momento o CENPES esteve vinculado ao Departamento Industrial (DEPIN), mas em 1967 ele foi integrado ao conjunto de órgãos da Administração Superior (ERBER e AMARAL, 1995).

Ao longo dos anos 1970, as atividades de P&D do CENPES estiveram voltadas para as atividades do *downstream* (refino, transporte e distribuição). O verdadeiro entrosamento entre a atividade de pesquisa e as funções operacionais da estatal só aconteceria na fase seguinte, com o deslocamento do eixo dinâmico do *downstream* para o *upstream* (exploração e produção).

Segundo Furtado (1995), o primeiro choque do petróleo, em 1973, não interrompeu radicalmente a tendência em curso. A partir dessa data foram retomados os investimentos no *upstream*, mas em patamares insuficientes. Neste período ocorreram as primeiras descobertas na Bacia de Campos, e os limites da tecnologia disponível – em termos de profundidades e de aspectos da prospecção – começaram a aparecer.

Em resumo, no período pós-64, condicionantes favoráveis de ordem internacional (baixos preços do petróleo), no contexto político nacional, e os fatores políticos e tecnoprodutivos internos à Petrobras (congruência nos interesses entre dirigentes e governantes) permitiram que a empresa assumisse um papel central em termos políticos e econômicos na sociedade brasileira.

2.1.4. Os anos 1980 e a guinada para o *upstream*

A inflexão na estratégia de desenvolvimento adotada pela Petrobras, nesta quarta fase da indústria do petróleo brasileira, precisa ser analisada a luz dos fatos ocorridos entre o fim da década de 1970 e início dos anos 1980. Trata-se de um período de crise econômica e “energética”.

Dentre os fatores exógenos que influenciaram na mudança tem-se a elevação dos preços do petróleo, ocasionada pelos dois choques internacionais do petróleo, respectivamente, em 1973 e em 1979. Este aumento nos preços gerou pressões sobre o balanço de pagamento brasileiro – já

que, como dito anteriormente, 90% do petróleo consumido era importado – e sobre a taxa de inflação.

Juntamente com a elevação dos preços do petróleo, a elevação da taxa de juros estadunidense contribuiu para agravar a situação do balanço de pagamentos brasileiro. Como boa parte da dívida tinha a taxa de juros pós-fixada, o valor desta é corrigido acompanhando o movimento da taxa de juros, piorando a situação financeira do país.

No que tange a conjuntura econômica e política doméstica, os anos 1980 são conhecidos como a “década perdida” devido à crise econômica, aceleração inflacionária, baixo crescimento do produto e o agravamento das contas externas. Por sua vez, a escassez de créditos internacionais – ocasionado pela “fuga” de capitais para os EUA em decorrência da elevação da taxa de juros interna desse – comprometeu a continuidade do crescimento econômico brasileiro, uma vez que, no período anterior o crescimento esteve fortemente vinculado (dependente) às fontes internacionais de capital.

O próprio padrão de financiamento da Petrobras se alterou. Até 1973 predominavam os recursos próprios (autofinanciamento), os empréstimos e financiamentos contribuía apenas marginalmente para o financiamento da empresa. O período compreendido entre 1974-1979, por sua vez, é marcado pela forte recorrência de capital de terceiros, principalmente por endividamento externo, refletindo a tendência geral da economia brasileira (CALABI *et al.*, 1983). A captação de recursos externos pelas estatais era induzida pelo governo, motivada pela necessidade de moeda estrangeira.

A fim de enquadrar o funcionamento das empresas às necessidades da economia doméstica, as grandes empresas públicas do setor de energético passaram a sofrer crescente ingerência dos órgãos do Executivo em suas políticas de preços e tarifas, e na política de investimentos (CALABI *et al.*, 1983, p.116).

O II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), de 1974, reconhecia a política energética como peça decisiva na estratégia nacional, e propunha as seguintes ações em relação ao petróleo: i) execução de programas maciços de prospecção e produção, com redução do prazo de início de produção após a descoberta da jazida; ii) esforço de limitar o consumo de petróleo, principalmente dos transportes; e, iii) intensificar o programa de xisto, pela Petrobras (CALABI

et al., 1983). O agravamento das contas externas, aceleração inflacionária e especulação financeira, entretanto, levaram ao abandono do II PND.

Além do mais, as descobertas na Bacia de Campos, a partir de 1974, colocavam a perspectiva de uma nova fronteira para as atividades de exploração e produção de petróleo, e uma alternativa a dependência do petróleo estrangeiro. Mas, para viabilizar a produção interna de petróleo *offshore*, era preciso um esforço de desenvolvimento tecnológico considerável e mobilizar vultosos recursos, uma vez que as jazidas encontradas situavam-se em águas profundas. Tudo isso em um curtíssimo prazo. Nesse sentido, os investimentos em E&P no período de 1973-1981 passam de US\$ 200 milhões para US\$ 2 bilhões correntes (FURTADO, 1995).

O longo processo de capacitação da empresa a princípio baseado nas importações de tecnologias e bens de capital, que permitiram o início do aprendizado endógeno da Petrobras com absorção de tecnologia externa, foi seguido pela opção de desenvolvimento interno. Isso, pois a estatal já havia adquirido conhecimentos e competências na operação e concepção de sistemas semi-submersíveis de produção antecipada.

No entanto, as novas condições geológicas e a profundidade impunham um importante desafio tecnológico, o que requeria aprofundar as atividades de pesquisa, desenvolvimento e engenharia (P,D&E). O Programa de Capacitação Tecnológica em Sistemas de Exploração para Águas Profundas (PROCAP), lançado em 1986, representa o mais significativo esforço em PD&E da Petrobras. Entre 1986-1991 o programa recebeu US\$ 70 milhões, para conceber os principais equipamentos dos sistemas flutuantes de produção para viabilizar a exploração de petróleo em profundidades de até 1000 metros. Até então as tecnologias disponíveis permitiam atingir apenas os 400 metros de profundidade (FURTADO, 1995). A primeira versão do programa (PROCAP 1000) teve duração de seis anos e 109 projetos, dos quais cerca de 80% visavam à extensão da tecnologia existente (FREITAS, 1999).

O programa de capacitação tecnológica da Petrobras teve mais duas versões. O PROCAP 2000, iniciado em 1993, que em certa medida foi um desdobramento do PROCAP 1000, contou com um orçamento de US\$ 750 milhões, sendo 80% dos projetos voltados para inovações. O PROCAP 3000 (2000-2006), com orçamento inicial de US\$ 128 milhões, tinha por objetivo viabilizar a produção de Marlim Leste e Albacora Leste, na Bacia de Campos, Roncador e

Marlim Sul, possibilitar a produção de petróleo a 3000 metros de profundidade e reduzir os custos de extração (ORTIZ NETO e COSTA, 2007).

O PROCAP foi concebido para colaborar com a evolução da indústria e da comunidade científica e tecnológica, e contou com diversos atores – universidades, firmas de engenharia, fornecedores de bens e serviços, outras petroleiras – nacionais e estrangeiros. Nesse sentido, o programa marca a mudança das relações externas da Petrobras, que não se restringem mais a transferência de tecnologias, mas passa a atuar via acordos de cooperação tecnológica.

A estratégia de capacitação tecnológica, a partir da trajetória tecnológica baseada em melhorias incrementais, permitiu à Petrobras alcançar uma posição de destaque internacional na indústria petrolífera, tornando-se referência em exploração e produção em águas profundas. No período de 1980-1985 a produção interna de petróleo triplica, ultrapassando 50% do consumo doméstico.

Esse salto qualitativo, segundo Furtado (1995, p.112), se traduz em importantes mudanças estruturais para a companhia, são elas: i) internalização das atividades de P&D e Engenharia Básica; ii) aumento substancial da interação entre atividades de concepção e execução; iii) mudança na relação com os fornecedores locais de bens e serviços através da criação de um programa de qualidade e da mobilização dos mesmos em torno dos programas tecnológicos da empresa; iv) alteração no relacionamento com fornecedores estrangeiros através de projetos cooperativos ao invés de transferência tecnológica; e, v) transformação no padrão de relacionamento com as universidades e institutos de pesquisa nacionais, pois se intensificam os projetos de formação de recursos humanos em nível de pós-graduação e os contratos de pesquisa.

2.1.5. A década de 1990 e as mudanças institucionais

A década de 1990 foi marcada pela busca da eficiência produtiva, motivada principalmente pelo agravamento da situação financeira da empresa e do país. Como dito, o panorama da economia brasileira nos anos 1980 era crítico. Em 1986, com o fracasso do Plano Cruzado, há uma nova escalada inflacionária e a política econômica posta em prática pelo Governo afeta a Petrobras: visando controlar o déficit público ampliou-se o controle sobre os

investimentos, reduzindo-os; e, a fim conter a inflação, esta não era repassada integralmente às tarifas públicas.

A não correção dos preços tinha impacto negativo sobre a lucratividade da Petrobras, ocasionando uma crise financeira na empresa. Juntos, a redução dos níveis de investimento e a defasagem nos preços reduziram o ritmo dos projetos nos campos de Marlim e Albacora. Como a estratégia de combate à inflação não se alterou nos últimos anos do Governo Sarney, a estagnação da produção levou a uma piora da situação (DIAS e QUAGLINO, 1993).

Os impactos das políticas econômicas na Petrobras se traduziram na terceirização de serviços, o que permitiu reduzir custos na área marítima; na reversão da política de compras, que dava prioridade a aquisição de equipamentos e materiais na economia doméstica, sendo substituída pelo aumento das importações; e, a terceirização e o domínio de novos métodos na área de produção permitindo substanciais reduções nos custos da estatal (FURTADO, 1995).

Ademais, em 1986 há a redução dos preços internacionais de petróleo, o chamado contra-choque do petróleo. Essa queda no preço, também condicionou a busca pela eficiência produtiva, especialmente aquelas relacionadas à diminuição dos custos relacionados à produção.

Em relação à conjuntura macroeconômica do país, a transição do fim dos anos 1980 e início dos 90 foi marcada pelos processos de liberalização comercial e financeira, abertura econômica, aumento dos fluxos de investimento direto estrangeiro (IDE) no Brasil, valorização da moeda, privatizações, desregulamentação dos mercados, políticas de estabilização econômica e adoção da estratégia neoliberal – ocasionando um viés ideológico anti-política industrial na sociedade brasileira.

No ambiente político do período há a redemocratização do país e a promulgação da nova Constituição, em 1988, que proíbe os contratos de risco da Petrobras instituídos em 1975. Embora inconstitucionais, pois flexibilizavam o monopólio, os contratos de risco eram autorizados sob alegação de atrair investimentos externos para a exploração, porém os resultados obtidos foram pouco significativos. Com a Constituição de 1988, a prospecção de petróleo em todo território nacional voltou a ser missão exclusiva da Petrobras.

Durante o governo Collor, teve início o Programa Nacional de Desestatização, que recolocou a questão da participação do Estado no setor energético, mais especificamente, na

indústria do petróleo. Ou seja, visava discutir o monopólio e o papel exercido pela Petrobras como sua executora. Em 1990 a Petroquisa, subsidiária da Petrobras, foi privatizada.

Em 1995, durante o Governo Fernando Henrique Cardoso, foi apresentada a Emenda Constitucional nº 9, que deu nova redação ao Artigo 177 da Constituição Federal, estabelecendo que “a União poderá contratar com empresas estatais ou privadas a realização das atividades” de pesquisa e lavra de jazidas, refino, importação e exportação e transporte de petróleo e derivados. Em 6 de agosto de 1997, foi promulgada a Lei 9.478 (Lei do Petróleo), que quebra o monopólio legal da Petrobras no setor e estabelece o regime de concessão das jazidas de petróleo e gás natural através de licitações.

Tal mudança institucional foi marcada por grandes debates e negociações políticas, especialmente em relação ao controle do capital da estatal. O então Presidente da República, Fernando Henrique Cardoso, enviou uma carta a Assembleia Nacional se comprometendo a não privatizar a Petrobras. Assim, a Lei do Petróleo, ao mesmo tempo em que abre o setor à concorrência, conserva o controle público sobre a Petrobras.

A partir da Lei do Petróleo passa a vigorar um novo arranjo institucional da indústria de petróleo. É criado o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e a Agência Nacional do Petróleo (ANP, atual Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis). O CNPE é um órgão de assessoramento do Presidente da República, cujas funções são: promover o aproveitamento racional dos recursos energéticos do país; assegurar, em função das características regionais, o suprimento de insumos energéticos às áreas mais remotas ou de difícil acesso; rever periodicamente as matrizes energéticas; estabelecer diretrizes para programas específicos; e, estabelecer diretrizes para a importação e exportação, de maneira a atender às necessidades de consumo interno de petróleo e seu derivados, gás natural e condensado.

A ANP é o órgão regulador das atividades que integram a indústria do petróleo e gás natural e dos biocombustíveis no Brasil e foi instituída pelo Decreto nº 2.455, de 14 de janeiro de 1998. A ANP é uma autarquia federal, vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), e é responsável pela regulação da política nacional para o setor energético do petróleo, gás natural e biocombustíveis, de acordo com a Lei do Petróleo. Suas principais funções são regular por meio de portarias, instruções normativas e resoluções para o funcionamento das indústrias e do comércio de óleo, gás e biocombustíveis; contratar via promoção de licitações e assinatura de

contratos em nome da União com os concessionários em atividades de exploração, desenvolvimento e produção de petróleo e gás natural – nas chamadas Rodadas de Licitações –, e autorizar as atividades das indústrias reguladas; e, fiscalizar as atividades das indústrias reguladas, diretamente ou mediante convênios com outros órgãos públicos.

Além dessas funções, a ANP possui outras atribuições, como: promover estudos geológicos e geofísicos para identificação de potencial petrolífero, regular a execução desses trabalhos, organizar e manter o acervo de informações e dados técnicos; calcular o valor dos royalties³ e participações especiais⁴ (parcela da receita dos campos de grande produção ou rentabilidade) a serem pagos aos municípios, aos estados e à União; estabelecer as especificações técnicas (características físico-químicas) dos derivados de petróleo, gás natural e dos biocombustíveis e realizar permanente monitoramento da qualidade desses produtos nos pontos de venda; e, acompanhar a evolução dos preços dos combustíveis e comunicar aos órgãos de defesa da concorrência os indícios de infrações contra a ordem econômica.

A Lei do Petróleo também estabeleceu que 25% da parcela do valor dos *royalties* que exceder a 5% da produção fosse destinada ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT, atual Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação - MCTI) e repassada ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) para financiar programas de amparo à pesquisa científica e ao desenvolvimento tecnológico aplicados à indústria do petróleo. Instituído, assim, o Plano Nacional de Ciência e Tecnologia do Setor Petróleo e Gás Natural, conhecido como Fundo Setorial do Petróleo (CT-Petro), a fim de operacionalizar a aplicação dessa parcela dos *royalties* destinada à C&T, e cuja gestão dos recursos fica a cargo da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Os recursos do CT-Petro são destinados às universidades e centros de pesquisa no país, sendo a participação de empresas condicionada a projetos em parcerias com esses. Este novo instrumento da política científica e tecnológica brasileira induz as relações da indústria com as

³ *Royalties* é uma compensação financeira devida pelos concessionários, paga mensalmente, com relação a cada campo, a partir do mês em que ocorrer a respectiva data de início da produção, sendo distribuídos entre estados, municípios, Comando da Marinha do Brasil, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação e um Fundo Especial, administrado pelo Ministério da Fazenda.

universidades – em consonância com a reforma da Política de Ciência, Tecnologia e Inovação do fim dos anos 90 – e representa uma importante fonte de financiamento para as atividades de P&D, criando um ambiente favorável as universidades. Entre 2000-2012, o CT-Petro investiu R\$ 233,7 milhões, e embora tenha arrecadação crescente, boa parte de seus recursos vem sendo contingenciada, reduzindo sua “expressividade”.

Ainda em relação às mudanças no arranjo institucional, em 1999 foi criado o Regime Aduaneiro Especial para a Indústria de Petróleo (Repetro) para atrair investimentos e fomentar o desenvolvimento do setor no Brasil. O novo regime tributário ao franquear de qualquer tributação a importação de equipamentos destinados à exploração e produção de petróleo acabou estimulando as importações e, conseqüentemente, desfavorecendo o desenvolvimento dos fornecedores locais (FURTADO, PEREIRA, e MARZANI, 2004).

Tais mudanças no setor em conjunto com a modificação da postura e organizacional da Petrobras impactam sua relação com os fornecedores. A estatal deixa de ter uma relação “paternalista”, em que assumia grande parte das atividades de engenharia dos projetos e custos de controle de qualidade dos fabricantes locais, e passa a adotar um modelo mais “competitivo”, seguindo as tendências internacionais, externalizando atividades e custos (FURTADO *et al.*, 2004).

Da ótica da empresa, no entanto, as mudanças na postura se mostraram benéficas. Com o fim do monopólio a Petrobras passou a adotar uma postura “mais empresarial”, reforçando sua busca pela eficiência produtiva e redução de custos, o que gerou um aumento em sua lucratividade. Em contraposição aos problemas financeiros que a estatal enfrentou nos anos 1980, nesta nova fase a Petrobras liberta-se de obstáculos que freavam seu desenvolvimento.

Outros benefícios auferidos pela Petrobras a partir do novo marco institucional foram a possibilidade de se associar a outras empresas, o que lhe permite elevar os investimentos e dividir os riscos, e a retomada do controle sobre o ajuste dos preços dos derivados de acordo com os preços internacionais do petróleo, assegurando sua rentabilidade (FURTADO, 2010).

4 Participação especial é uma compensação financeira extraordinária devida pelos concessionários de exploração e produção de petróleo ou gás natural, nos casos de grande volume de produção ou de grande rentabilidade (Decreto nº 2.705, de 3/8/1998).

2.1.6. A partir dos anos 2000

Apesar da abertura, a estrutura de mercado do setor petrolífero brasileiro não se altera substancialmente. Na realidade, o mercado se mantém extremamente concentrado sob o domínio da Petrobras. A estatal responde por mais de 90% da produção de petróleo no país, pela quase totalidade da produção de derivados de petróleo e de gás natural e, também, impera no segmento de transporte e armazenamento de petróleo – através de sua subsidiária, a Transpetro, criada em 1998. Ademais, nesta nova fase a Petrobras tem buscado a diversificação de suas atividades, especialmente na produção de biocombustíveis, e sua maior internacionalização.

A produção de petróleo aumentou 77% no período de 1997-2006 (FURTADO, 2010). Tal incremento na produção se justifica tanto pela maior incorporação de tecnologias, quanto pelos maiores investimentos realizados. Esses maiores níveis de investimentos nos anos 2000, especialmente a partir de 2005, foram induzidos pela perspectiva de manutenção dos preços do petróleo em patamares mais elevados, comparativamente aos anos 90.

Em termos de esforço tecnológico, a Petrobras se destaca por ser a maior depositante de patentes do Brasil, pelo seu investimento em P&D, cerca de 1% do faturamento líquido da empresa, o que a torna líder em comparação a outras operadoras, e pela produção de petróleo *offshore* em profundidades crescentes. Segundo Lima e Silva (2012), a média dos dispêndios anuais em P&D da companhia, entre 2001 e 2003, somou US\$ 160 milhões, enquanto, entre 2008-2010, chegou a US\$ 864 milhões.

Nesta sexta fase da indústria de petróleo no país, as relações da estatal com o governo sofreram algumas modificações. No período anterior, a partir da reforma institucional, a empresa assumiu o controle sobre o preço dos derivados, porém durante o Governo Lula há uma nova intervenção no preço dos derivados. O governo também passou a utilizar a política de compras da estatal como um instrumento da política industrial, visando fortalecer a indústria para-petroleira local que fora prejudicada pelas mudanças ocorridas nos anos 1990 (FURTADO, 2010).

Em 2003 o governo lançou o Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural (PROMINP) a fim de estimular o desenvolvimento da indústria para-petrolífera local, ancorado no poder de compra da Petrobras. A estratégia de substituição de importações inaugurada com o PROMINP, entretanto, não avançou no sentido de estimular a capacitação e a

aprendizagem tecnológica para inovar do fornecedor local e aumentar a participação desses nas exportações (SILVA e FURTADO, 2006).

A política científica e tecnológica voltada ao setor ganha reforço, em 2006, com a cláusula de obrigação contratual de investimentos em P&D imposta pela ANP, comumente chamada de “cláusula do 1%”. A Cláusula 24^a da ANP - Cláusula de Investimento em Pesquisa e Desenvolvimento, regulamentada pelas Resoluções nº 33/2005 e nº 34/2005 e seus respectivos Regulamentos Técnicos (nº 5/2005 e nº 6/2005), constante dos contratos de concessão para exploração, desenvolvimento e produção de petróleo e/ou gás natural estabelece que:

"caso a Participação Especial (PE) seja devida para um campo em qualquer trimestre do ano calendário, o concessionário está obrigado a realizar despesas qualificadas com pesquisa e desenvolvimento em valor equivalente a 1% (um por cento) da receita bruta da produção para tal campo” (ANP, Resolução ANP nº 33, de 24/11/2005 - DOU 25/11/2005).

Do valor arrecadado, até 50% das despesas qualificadas como P&D poderão ser realizadas através de atividades desenvolvidas em instalações do próprio concessionário ou suas afiliadas localizadas no Brasil, ou contratadas junto a empresas nacionais. O restante deverá ser destinado à contratação dessas atividades junto às universidades ou institutos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico nacionais que forem previamente credenciados para este fim pela ANP, cujos projetos estão sujeitos à autorização prévia do órgão regulador.

Entre 2006-2012, o valor dos investimentos sujeitos à autorização prévia da ANP – ou seja, a parcela destinada às universidades e instituições de pesquisa – ultrapassou a cifra de R\$ 2,367 bilhões, segundo dados disponibilizados no site da ANP – quantia dez vezes maior que a investida pelo CT-Petro, entre 2000-2012. Estes recursos foram investidos principalmente em infraestrutura laboratorial (69,9%) e recursos humanos (24,94%). A Petrobras é a concessionária com maior participação nessas obrigações contratuais, respondendo por 98,43% dos recursos arrecadados pela Cláusula no período.

Para gerenciar tais recursos, a Petrobras articulou as Redes Temáticas concebidas para dar “sustentabilidade a fatores tecnológicos prioritários da empresa, em substituição a laboratórios ou outros sistemas contratados no exterior por falta de infraestrutura no Brasil” (POLETTO *et al.*, 2011, p.1097). As redes atuam de forma complementar ao esforço inovativo da estatal,

desenvolvendo comunidades tecnológicas locais em proximidade das unidades operacionais da empresa.

Nesta fase também foram introduzidas mudanças institucionais que buscam induzir a uma cultura pró-inovação no Brasil, como a Lei da Inovação (Lei nº 10.973/2004), que dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, visando reforçar o relacionamento entre universidades e empresas, obrigando a criação dos Núcleos de Inovações Tecnológicas (NITs) nas instituições de ciência e tecnologia, e a Lei do Bem (Lei nº 11.196/2005) que estabelece novos incentivos fiscais ao dispêndio privado em P&D. Embora essas leis não sejam específicas ao setor, elas servem de complemento à política de elevação dos investimentos e de fomento à P&D no setor (CT-Petro e Cláusula da ANP), reforçando o arranjo institucional do sistema de inovação da indústria de petróleo.

Em 2007, com a descoberta pela Petrobras de uma gigantesca jazida de petróleo no Campo de Tupi, com potencial estimado entre 5 e 8 bilhões de barris, abaixo da camada de sal, e entre 5 e 7 mil metros de profundidade, há a expansão da fronteira de exploração e produção de petróleo brasileira.

O enorme potencial petrolífero descoberto traz novas questões ao ambiente institucional do setor, relacionadas, principalmente, ao sistema de partilha dos *royalties* e da regulação da exploração e produção de petróleo no Brasil. Em relação a esta última, em 2010, foi promulgada a Lei nº 12.351, que estabelece, para as áreas não licitadas do polígono do pré-sal e outras estratégicas, o regime de partilha da produção. Para todo o restante, vigora o regime de concessão estabelecido pela Lei do Petróleo.

A descoberta do Pré-Sal também coloca novos desafios técnico-científicos e à qualificação dos recursos humanos necessários ao setor. A fim de viabilizar a exploração do Pré-Sal a Petrobras tem anunciado vultosos planos de investimentos. Para o período entre 2012-2016 a empresa anunciou investimentos da ordem de US\$ 236,5 bilhões, dos quais 60% serão destinados às atividades de exploração e produção. Do percentual investido em E&P, a companhia pretende dedicar 51% dos recursos ao Pré-Sal (PETROBRAS, 2012).

2.2. A configuração atual do sistema setorial de inovação da indústria do petróleo no Brasil: atores e instituições

Esta seção apresenta uma caracterização simplificada da atual configuração do sistema setorial de inovação da indústria de petróleo no Brasil (ver Figura 2. 1). Para tanto, o sistema será caracterizado em três dimensões principais: i) governo; ii) estrutura produtiva; e, iii) científica e tecnológica – em conformidade com o pensamento de Sábato e Botana (1968). Essa simplificação visa propiciar uma melhor compreensão das interações entre as dimensões, principalmente para a análise do papel das universidades no setor e de como o arranjo institucional pode (ou não) reforçar as interações dessas com o setor produtivo.

O vértice governo corresponde ao conjunto de funções institucionais. É responsável por “formular políticas e mobilizar recursos de e para a estrutura produtiva e infraestrutura científica e tecnológica, através de processos legislativos e administrativos” (SÁBATO e BOTANA, 1968). Este vértice se relaciona com a infraestrutura de C&T impondo demandas, como ocorrido, por exemplo, no Projeto Manhattan, e fomentando seu desenvolvimento. Atua, também, diretamente sobre a estrutura produtiva gerando demandas e selecionando setores, de acordo com critérios estratégicos, via políticas verticais, e indiretamente mediante a infraestrutura de C&T.

No caso do setor petrolífero, é a ANP, órgão regulador do setor, através de sua cláusula de obrigatoriedade de investimentos em P&D, e a Finep, responsável pelos recursos do CT-Petro, que fazem o papel do governo ao estimular as interações entre as dimensões de C&T e a estrutura produtiva. A ação do governo sobre a estrutura produtiva pode ser ilustrada pela utilização da política de compras da Petrobras como um instrumento de política industrial brasileira, visando fortalecer e contribuir para o desenvolvimento da indústria para-petroleira local.

O sistema setorial de inovação da indústria do petróleo brasileira é composto em sua dimensão produtiva pelas empresas operadoras e as para-petroleiras, essas últimas são as fornecedoras de bens e serviços. A Petrobras se mantém como a maior operadora do setor, responsável por mais de 90% da produção de petróleo e gás natural no país, e possui grande capacitação tecnológica, especialmente nas atividades *offshore*. Os fornecedores locais de bens e serviços, por sua vez, possuem certa capacitação tecnológica, mas, via de regra, ainda insuficiente para a liderança e competitividade internacional.

A dimensão científica e tecnológica do sistema setorial é composta pelas universidades e instituições de pesquisa. Seu desempenho se deve tanto pelo apoio governamental ao desenvolvimento do sistema universitário brasileiro – já que a infraestrutura de C&T depende da ação deliberada do governo, especialmente, no tocante a alocação de recursos –, quanto pelo apoio que algumas universidades receberam da Petrobras, como nos casos de convênios firmados para a formação de recursos humanos em nível de pós-graduação.

Em relação ao suporte governamental ao desenvolvimento científico e tecnológico destacam-se a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e as agências de fomento estadual, à exemplo da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

A Finep fomenta o desenvolvimento científico e tecnológico por meio de apoio financeiro reembolsável, não reembolsável e investimento em programas abrangidos em três grandes linhas: i) apoio à inovação em empresas; ii) apoio às instituições científicas e tecnológicas (ICTs); e iii) apoio à cooperação entre empresas e instituições científicas e tecnológicas. A linha de apoio às ICTs trata do financiamento não reembolsável originado nos Fundos Setoriais, criados a partir de 1997, e representam um importante mecanismo de financiamento a CT&I no país.

O CNPq e a CAPES atuam, principalmente, através do fomento a CT&I e formação de recursos humanos através da concessão de bolsas e auxílios. A FAPESP, ligada à Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia do Governo do Estado de São Paulo, é uma das principais agências de fomento à pesquisa científica e tecnológica do país, com um orçamento anual correspondente a 1% do total do ICMS⁵ arrecadado do Estado de São Paulo. A FAPESP apoia a pesquisa científica e tecnológica por meio de bolsas e auxílios e financia programas de pesquisa para a inovação tecnológica.

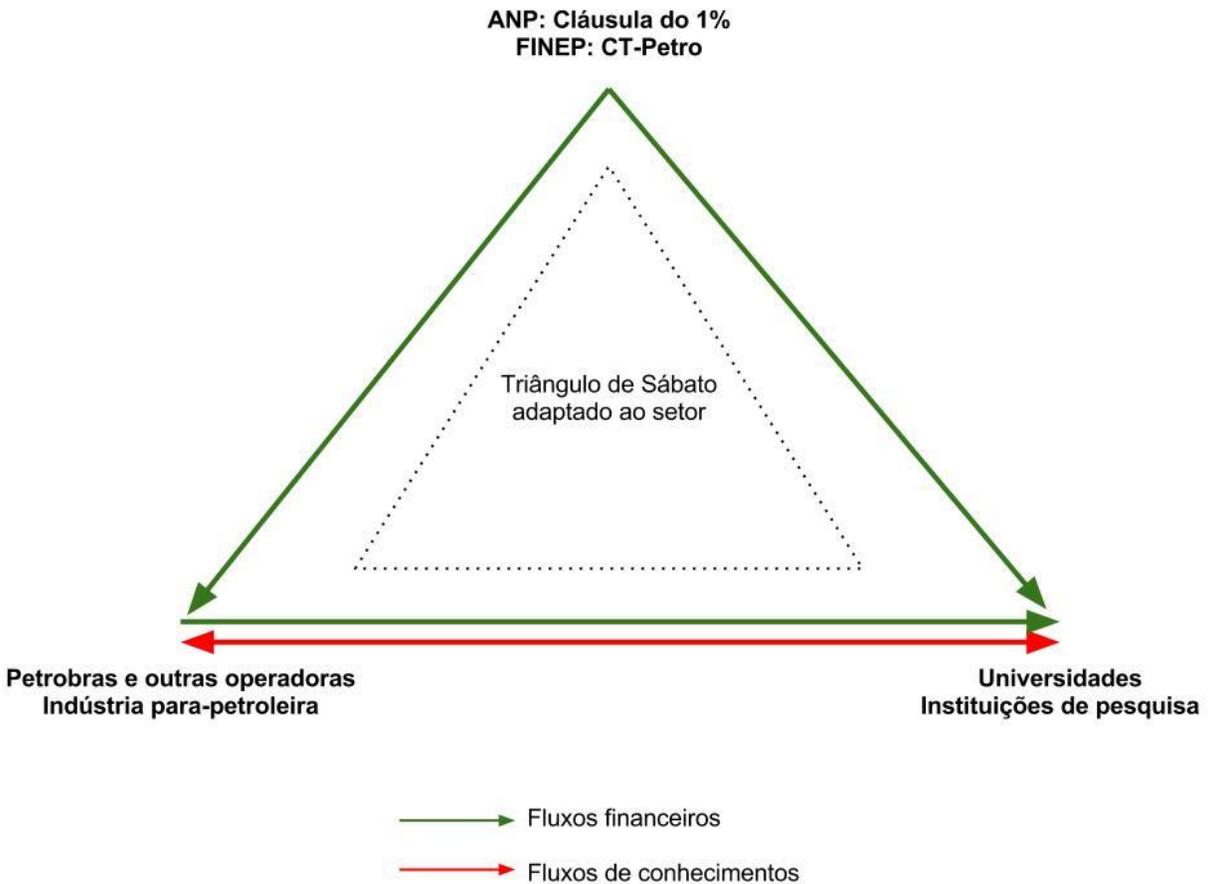
A formação de recursos humanos específicos para o setor também é estimulada pelo Programa de Recursos Humanos da ANP (PRH-ANP), que integra sua Coordenadoria de Desenvolvimento Tecnológico (CDT) e o Programa de Investimentos em P&D. O PRH-ANP

5 O ICMS é a sigla que identifica o Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação. É um imposto que cada um dos Estados e o Distrito Federal podem instituir. Para o Estado de São Paulo, o ICMS é a maior fonte de receita financeira.

concede bolsas de estudo e suporte financeiro para gastos específicos do programa que não se enquadrem como bolsas de estudo. Segundo o site da ANP, no período de 1999 a 2010, foram investidos cerca de R\$ 219 milhões na concessão de 5.824 bolsas de estudos em 44 cursos de especialização, em 31 instituições de ensino em 16 estados.

Além do mais, a partir da reforma institucional do setor foram criados dois mecanismos de fomento à P&D específicos ao setor, que acabam por induzir a aproximação entre as universidades e instituições de pesquisa com as empresas – o Fundo Setorial do Petróleo e a Cláusula da ANP. A instituição destes contribuiu para ampliar a participação das universidades na execução da P&D orientada à indústria e criou um ambiente favorável às mesmas, que passam a dispor de importantes fontes de financiamento que apoiam suas atividades de ensino e pesquisa e geram melhorias na infraestrutura laboratorial e instrumentação – o que revela o papel-chave do governo, capaz de impulsionar, fortalecer e ampliar as relações entre universidades e empresas.

Figura 2. 1 – Triângulo de Sábado adaptado ao setor



Segundo Sábato e Botana (1968), as inter-relações entre as dimensões produtivas e de C&T são as mais complexas de se estabelecer, exceto quando a infraestrutura de C&T é diretamente ligada à estrutura produtiva, dependendo das empresas. No caso do setor petrolífero desde o princípio a Petrobras estabeleceu relações com as universidades motivada, especialmente, pela necessidade de formar recursos humanos especializados para a indústria.

O arranjo institucional vigente no setor, após a Lei do Petróleo, amplia as relações entre a estrutura produtiva e as universidades ao induzir o financiamento às atividades de P&D executadas pelas universidades em cooperação com as empresas (setas verdes), e gera troca de conhecimentos entre as dimensões (seta vermelha), via projetos cooperativos de pesquisa e incorporação de recursos humanos. Essa ampliação das relações se dá em dois sentidos: obrigando outras operadoras que não a Petrobras a se aproximarem das universidades e

fortalecendo as atividades de pesquisa, e assim contribuindo para expandir as funções das universidades para além da formação de recursos humanos.

Vale destacar que cada vértice do triângulo engloba um conjunto de atores e instituições que se relacionam e interagem internamente (intra-relações) e com os outros vértices (inter-relações) influenciando o desenvolvimento, a difusão e o uso de inovações, compondo o sistema setorial de inovações.

Por fim, é importante ressaltar, em concordância com a perspectiva ampla dos sistemas de inovação, que outras instituições como as regulações e instituições macroeconômicas, os sistemas financeiros, de propriedade intelectual, educacional e de treinamento, a infraestrutura física, de ciência e tecnologia e demais instituições sociais, sejam elas específicas ao setor ou de âmbito nacional, influenciam positiva ou negativamente e de forma mais ou menos direta, o sistema setorial de inovação da indústria de petróleo, podendo constranger ou favorecer seu desenvolvimento.

Capítulo 3 – O Centro de Estudos de Petróleo

A partir das discussões das seções anteriores quanto ao papel das universidades nos sistemas de inovação (ver capítulo 1) e da importância da estratégia da Petrobras de formação de recursos humanos para seu processo de capacitação tecnológica, este capítulo trata do caso do Centro de Estudos de Petróleo (CEPETRO) da Unicamp.

Os objetivos principais deste capítulo são analisar a atuação do CEPETRO dentro do sistema setorial de inovação da indústria do petróleo no Brasil e como as mudanças institucionais influenciam o papel da universidade no setor. A primeira seção apresenta de forma breve a história do Centro e sua estrutura. Em seguida são analisadas as principais atividades do CEPETRO em relação ao ensino e a pesquisa, destacando-se o papel das mudanças institucionais.

3.1. A constituição do CEPETRO e sua estrutura

O Centro de Estudos de Petróleo foi criado em 1987, a partir de um convênio entre a Unicamp e a Petrobras, tendo por objetivo principal a capacitação de recursos humanos com conhecimentos específicos à indústria de petróleo brasileira. O projeto visava a criação de um curso de pós-graduação no nível de mestrado em Engenharia de Petróleo, apoiado pela estatal e sob-responsabilidade da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM).

O Centro é um órgão complementar da Unicamp, subordinado a Coordenadoria de Centros e Núcleos Interdisciplinares de Pesquisa (COCEN), com pessoal técnico e administrativo próprio. De acordo com o regimento interno do CEPETRO, seus objetivos são: i) promover o desenvolvimento de Pesquisas Científicas e Tecnológicas próprias ou em convênio com outras instituições, nas áreas de exploração, produção, transporte e refino de petróleo; ii) colaborar com os órgãos da Unicamp dentro dos setores de sua especialidade; iii) interagir com os demais órgãos oficiais e empresas através de convênios e contratos, respeitadas as normas da Universidade, visando à realização de pesquisa e extensão de serviços à comunidade; iv) incentivar e colaborar na promoção e realização de cursos de pós-graduação e extensão universitária nas áreas de suas especialidades; e, v) divulgar seus trabalhos e promover discussões sobre temas relacionados com tecnologia do petróleo através de semanas de estudos, seminários, colóquios, conferências, publicações e intercâmbio científico com instituições nacionais e estrangeiras.

A estrutura superior do Centro é composta pelo Conselho Científico, Conselho Consultivo e Diretoria. O Conselho Científico é o órgão superior deliberativo, e tem por objetivo aprovar os planos e programas científicos e tecnológicos e a orientação geral do Centro, bem como supervisionar, orientar e apoiá-lo no planejamento geral de suas atividades.

Fazem parte do Conselho Científico o Diretor e Diretor Associado do CEPETRO e demais representantes dos institutos e faculdades da Unicamp – Faculdade de Engenharia Mecânica (FEM), Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC), Instituto de Geociências (IG), Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (IMECC), Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC) e Faculdade de Engenharia Química (FEQ). Especialistas em tecnologia de petróleo também integram o Conselho Científico, dos quais ao menos um é externo à Unicamp. Desde a criação do Centro a Petrobras manteve alguém na companhia como “representante da indústria” no Conselho.

O Conselho Consultivo é instância de apoio à diretoria que assessora técnica e cientificamente as pesquisas, os projetos e trabalhos realizados. Foi instituído em 2002 para proporcionar maior agilidade nas decisões do Centro e permitir que o Conselho Científico se concentrasse nos temas estratégicos. Essa maior agilidade é possível uma vez que o Conselho Consultivo congrega um menor número de pessoas que se reúnem com maior periodicidade, comparativamente ao Conselho Científico. A instituição do Conselho Consultivo permitiu reunir e discutir junto com os professores associados questões relacionadas ao dia-a-dia do Centro.

O Diretor, responsável pela administração do CEPETRO, é escolhido e designado pelo Reitor a partir de lista tríplice elaborada pelo Conselho Científico dentre os pesquisadores associados ao Centro pertencentes ao quadro de docentes da Unicamp. O Diretor Associado é escolhido pelo Diretor para auxiliá-lo na administração, cujo nome é homologado pelo Conselho Científico e designado pelo Reitor.

É importante destacar, portanto, que o CEPETRO possui uma organização institucional que difere das Faculdades e Institutos da Unicamp. O fato da pesquisa universitária em petróleo na Unicamp ter sido organizada na forma de centro permitiu “driblar” a rigidez institucional das unidades acadêmicas da universidade. Na opinião dos entrevistados isso favoreceu a atuação e expansão de suas atividades, especialmente as de pesquisa e prestação de serviços. Por outro lado,

por não ser uma Faculdade ou um Instituto, a gestão dos cursos de pós-graduação voltados para petróleo não pôde estar diretamente vinculada ao CEPETRO, sendo atribuída a FEM e ao IG.

A criação do CEPETRO marca o início da pesquisa universitária voltada para o petróleo na Unicamp. Em um primeiro momento, foi necessário formar e especializar os próprios docentes desta universidade que conduziriam o ensino e pesquisa na área de petróleo. Para tanto, a Petrobras atraiu docentes de universidades estrangeiras para o Centro e enviou docentes da Unicamp para formação no exterior.

O grande desafio da criação de um centro de pesquisa multidisciplinar na Unicamp deveu-se ao fato que para integrar ensino e pesquisa nesta área temática foi preciso criar, simultaneamente, o próprio Centro, o curso de pós-graduação e formar seus pesquisadores e docentes.

O diferencial inovador do CEPETRO desde sua criação foi unir os profissionais da academia e da indústria em busca de novos conhecimentos e tecnologias úteis ao setor petrolífero e, conseqüentemente, contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico na área. Dessa forma, o CEPETRO tornou-se reconhecido nacionalmente e internacionalmente por sua atuação em pesquisa e apoio ao ensino, e por sua vinculação à demanda tecnológica e de formação de recursos humanos da indústria do petróleo.

Em seus 25 anos de existência, além de fomentar o ensino e a pesquisa na área de petróleo, o CEPETRO participou das mudanças institucionais ocorridas na indústria do petróleo brasileira a partir de sua liberalização, ajudando na transição e regulação econômica e transferindo os dados geológicos dos campos de petróleo no Brasil da Petrobras para a ANP. Dessa forma, a própria atuação do CEPETRO dentro do setor é ampliada, uma vez que suas relações e interações não ficam mais restritas a Petrobras e a Unicamp, mas se expandem para outras empresas operadoras e fabricantes de equipamentos, entre outros agentes que compõem o sistema setorial petrolífero.

Em síntese, a história do Centro pode ser dividida em duas fases. Na primeira, compreendida de 1987 a 1997, a atuação do CEPETRO foi praticamente restrita ao ensino. É apenas a partir de 1997 que a pesquisa começou a ganhar maior importância dentro do CEPETRO – aqui pesquisa refere-se à pesquisa contratada, uma vez que em decorrência das atividades de

pós-graduação o Centro já realizava pesquisa –, isto sem deixar de apoiar o ensino em petróleo, marcando o início de sua segunda fase.

A Tabela 3. 1 fornece alguns indicativos da mudança na forma de atuação do Centro com seu crescente envolvimento em atividades de pesquisa. É possível observar que o número de pesquisadores associados ao Centro, que se mantém relativamente constante durante os anos 90, com cerca de 20 pesquisadores, dobra em 2003, chegando a 46 pesquisadores. Esse aumento no número de pesquisadores é diretamente relacionado com o crescimento no número de convênios de pesquisa e de prestação de serviços gerenciados pelo CEPETRO, especialmente daqueles com financiamento externo a universidade.

Tabela 3. 1 - Quadro geral de atividades CEPETRO: 1994-2011

	Número de pesquisadores	Produções*	Convênios	Dissertações e Teses	Contratos de Financiamento	Projetos com financiamento iniciados no ano
1994	21	69		19		
1995	21	65		27		
1996	20	82		20		
1997	19	77		17		
1998	19	n.d.		24	1	
1999	19	n.d.		18	9	
2000	19	80	3	7	28	18
2001	23	51	1	9	36	16
2002	23	53	4	10	36	7
2003	43	51	7	22	21	1
2004	43	8	7	15	36	10
2005	46	130	37	14	40	12
2006	44	108	53	10	67	38
2007	44	141	62	12	75	17
2008	44	5	61	23	69	14
2009	44	162	64	8	67	15
2010	46	101	63	14	57	11
2011	46	104	63	12	59	9

n.d.: não disponível; * Produções inclui as publicações, trabalhos técnicos, etc.

Fonte: Elaboração própria a partir do Anuário de Pesquisa Unicamp – ANPESQ

O maior número de produções do Centro, a partir de sua segunda fase, corrobora a visão de que a universidade ao ampliar suas funções para além do ensino, incorporando a pesquisa e a extensão universitária, não se desvia de suas funções. Pelo contrário, as complementaridades entre as atividades permitem que a universidade cumpra suas funções de forma satisfatória. A atividade de pesquisa, por exemplo, ao colocar novos problemas, permite que novos conhecimentos sejam gerados a fim de responder as novas questões.

A fim de compreender melhor os dois momentos do CEPETRO e o papel das mudanças institucionais nestas, as duas próximas seções buscam analisar cada uma das fases caracterizando suas principais atividades.

3.2. Caracterização das atividades do Centro

3.2.1. Formação de recursos humanos

A formação de recursos humanos foi um dos pilares da estratégia de desenvolvimento da Petrobras. Um dos principais mecanismos empregados para tal foi o estabelecimento de convênios de pós-graduação com as universidades brasileiras – é o caso do CEPETRO. Ciente da necessidade de formar profissionais especializados em Engenharia de Petróleo, especialmente mestres, da inexistência de cursos similares no Brasil e na América Latina e das restrições orçamentárias, especialmente a restrição de divisas, que criava barreiras à continuidade da política de envio de pessoal para formação no exterior, a Petrobras selecionou três universidades aptas a sediar um centro de excelência na área.

As universidades previamente selecionadas para implantação do programa foram a Unicamp, a Universidade de São Paulo (USP) e o Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE-UFRJ). O critério básico de seleção era que a instituição tivesse cursos de Engenharia Mecânica, Engenharia Química e Geologia. Depois, a Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) adentrou no processo e foi escolhida em 1984 para sediar o programa.

A Petrobras investiu no programa de Mestrado em Engenharia de Petróleo na UFOP fornecendo infraestrutura (materiais e equipamentos) e trazendo renomados professores do

exterior para ministrar aulas. No entanto, segundo o coordenador das relações Petrobras-Unicamp, a UFOP não absorveu o curso conforme o desejado, na realidade, não houve uma integração “era um curso exógeno dentro da universidade”. Assim, optou-se por trazer o curso para a Unicamp.

A principal motivação na escolha da Unicamp como nova sede do programa de mestrado deveu-se ao seu perfil, em termos da forma como era pensada sua relação com a sociedade – maior agilidade, flexibilidade e abertura para se relacionar com a indústria.

Em 17 de junho de 1987, a Petrobras e a Unicamp firmaram o convênio de cooperação técnico-científica para a implantação do Mestrado em Engenharia de Petróleo (MEP). O acervo de Engenharia de Petróleo da biblioteca da UFOP e os equipamentos de bancada, avaliados em US\$ 200 mil, foram transferidos de Ouro Preto para a Unicamp (NASCIMENTO, 2012). O curso de pós-graduação MEP ficou sob responsabilidade da FEM, e em 1989 foi criado o Departamento de Engenharia de Petróleo (DEP) nesta Faculdade, fortalecendo as atividades de ensino.

Diante dos resultados obtidos a partir da criação do Mestrado em Engenharia de Petróleo, em 1990 foi firmado um termo aditivo ao convênio vigente para a criação do Mestrado em Geoengenharia de Reservatórios (MGR), sob responsabilidade do IG. Esta iniciativa inovadora visava capacitar e integrar múltiplas habilidades e competências de geólogos, geofísicos e engenheiros em um único profissional. O ensino e formação desse profissional com múltiplas habilidades era uma resposta à necessidade de ampliar a compreensão da dinâmica de reservatórios através de melhores índices de recuperação, já que em vários campos de petróleo brasileiros esses níveis estavam atingindo um baixo desempenho (SUSLICK, 2007).

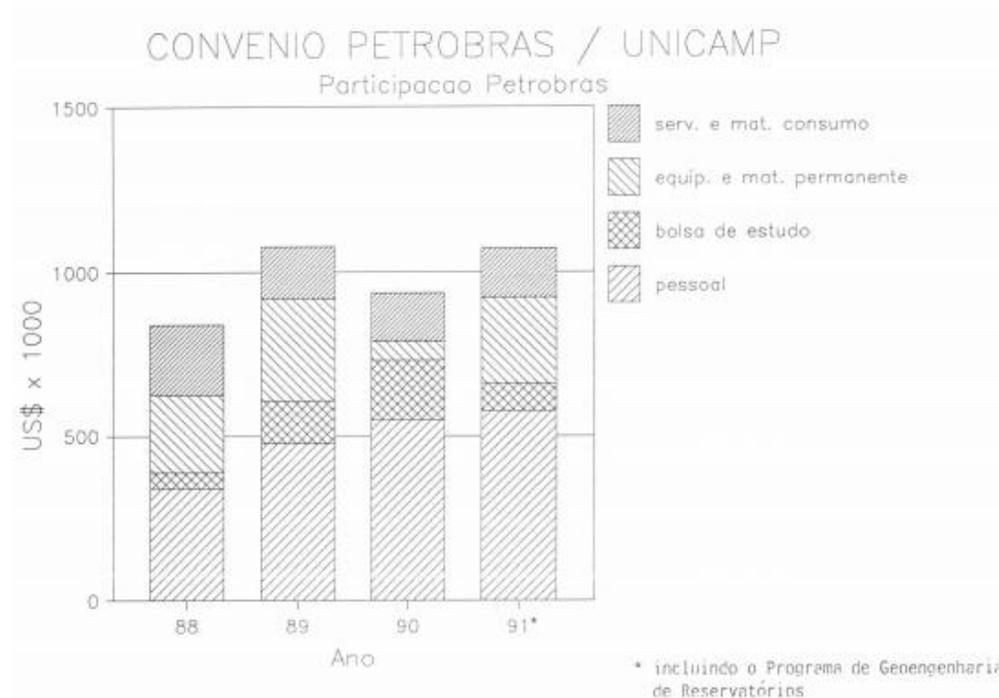
Mais tarde, em 1993 teve início a primeira turma de Doutorado em Engenharia de Petróleo. Em 2001, com o apoio do CEPETRO e em função da consolidação do ensino voltado para petróleo na Unicamp, os dois cursos de pós-graduação se fundiram, dando origem ao programa de pós-graduação em Ciências e Engenharia do Petróleo (CEP), agora com os níveis de mestrado e doutorado. A gestão passou a ser compartilhada entre a FEM e o IG.

Ainda que a Unicamp se diferenciasse na forma como era pensado o relacionamento com a sociedade, na época predominava outra concepção de universidade. Por isso, no início houve resistência e a relação foi vista com desconfiança por alguns setores da universidade. A relação representava o perigo de que a universidade se “desvirtuasse”, se afastando ou abandonando sua

missão de contribuir para o avanço do conhecimento por se dedicar a atividades de caráter eminentemente prático. No entanto, com o tempo o convênio reforçou a visão de que uma maior interação com a sociedade fortalece a universidade, intelectualmente e materialmente, e não o contrário.

Os valores investidos pela Petrobras nos anos iniciais do convênio superam a cifra de US\$ 1 milhão por ano, a Unicamp também investiu quantia semelhante (Gráfico 3.1 e Tabela 3.2). De acordo com Furtado e Pereira (1993), a Petrobras investiu em convênios com universidades brasileiras US\$ 2,7 milhões em 1990, o que correspondeu a 8,1% dos investimentos totais da companhia em recursos humanos no ano (US\$ 33,74 milhões). Com a crise financeira esses gastos foram reduzidos, atingindo US\$ 1,9 milhão em 1992 – nesse ano a estatal investiu US\$ 27,59 milhões em recursos humanos, o que representou 0,71% de seu orçamento.

Gráfico 3. 1 - Participação Petrobras no Convênio (US\$ x1000): 1988-1991



Fonte: Extraído de Relatório Anual de Atividades do CEPETRO (1992)

Tabela 3. 2 - Recursos investidos no convênio por participante (US\$): 1993-1995

			1993	1994	1995	Total
PETROBRAS	Engenharia	<i>Projetos</i>	414.501,57	495.027,81	486.427,76	1.395.957,14
	Geoengenharia	<i>Projetos</i>	302.599,12	406.640,62	414.331,76	1.123.571,50
	TOTAL		717.100,69	901.668,43	900.759,52	2.519.528,64
UNICAMP	Engenharia	<i>Institucional</i>	416.534,57	416.534,57	466.420,34	1.299.489,48
		<i>Projetos</i>	358.717,97	358.717,97	475.219,00	1.192.654,94
	Geoengenharia	<i>Institucional</i>	133.200,00	132.200,00	45.000,00	310.400,00
		<i>Projetos</i>	56.611,56	56.611,56	208.119,51	321.342,63
	TOTAL		965.064,10	964.064,10	1.194.758,85	3.123.887,05
TOTAL GERAL POR ANO			1.682.164,79	1.865.732,53	2.095.518,37	5.643.415,69

Fonte: Elaboração própria a partir dos Relatórios Anuais de Atividades do CEPETRO

A Petrobras também ajudou contratando professores, trazendo professores estrangeiros e liberando seus especialistas doutorados no exterior para ministrarem aulas, cursos de pequena duração e palestras. A vinda de professores visitantes estrangeiros tinha por finalidade que os docentes da Unicamp absorvessem completamente o conteúdo didático do curso no prazo estipulado de seis anos – prazo para que o curso se integrasse à universidade, e não que fosse um curso da Petrobras ministrado na universidade. Ademais, a contratação e envio para contínua formação no exterior de docentes da Unicamp contribuiu para a consolidação um corpo docente especializado na área de petróleo.

De 1987 até 2012 o CEPETRO formou 378 mestres e 31 doutores, sendo que em 1993, o programa alcançou a marca de 100º defesa de mestrado – evidencia o êxito obtido em formar em “massa” mestre para a indústria. No início do programa as vagas eram destinadas prioritariamente aos funcionários da Petrobras, na primeira turma do MEP das 22 vagas 19 foram ocupadas por funcionários da empresa, conforme Tabela 3.3. Nos seis primeiros anos do convênio aproximadamente 70% das vagas dos cursos de mestrado – MEP e MGR – foram ocupadas por empregados da companhia.

Tabela 3.3 - Evolução do número de alunos matriculados no programa de pós-graduação

	Mestrado						Doutorado				
	Matrículas Novas	Total Matriculado	Defesas	Aluno Petrobras	Bolsista Petrobras	Capes CNPq Outros	Matrículas Novas	Total Matriculado	Defesas	Petrobras	Capes CNPq Outros
1987	22	22	0	19	13	0	0	0	0	0	0
1988	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1989	34	56	19	22	12	0	0	0	0	0	0
1990	28	65	32	23	5	0	0	0	0	0	0
1991	35	68	27	18	7	0	0	0	0	0	0
1992	31	72	17	17	5	0	0	0	0	0	0
1993	25	80	25	10	2	0	1	1	0	0	0
1994	24	75	19	9	5	2	3	3	0	3	0
1995	21	68	27	7	5	3	5	5	0	5	0
1996	16	49	19	4	4	3	0	0	1	0	0
1997	15	33	13	9	0	6	0	6	1	6	0
1998	14	34	8	12	0	2	1	7	3	0	1
1999	14	40	18	4*		10*	4	8	0	0*	4*

Notas: * das matrículas novas.

Aluno Petrobras: representa o número de alunos que eram funcionários da Petrobras; ex: em 1987, dos 22 alunos matriculados 19 eram funcionários da empresa.

Bolsista Petrobras: é o número de alunos que recebiam bolsa da empresa.

CAPES, CNPq, Outros: é o número de bolsistas de outras instituições que apoiam a formação de recursos humanos.

Fonte: Elaboração própria a partir dos Relatórios de Atividades Anuais do CEPETRO

O esforço de formação de recursos humanos da Petrobras se refletia na alteração da composição de seu quadro técnico. Em 1990, 25% dos empregados da companhia fizeram pós-graduação. Tal esforço se concentrou na área de exploração e produção, onde o número de mestres aumentou de 85 para 331 e o número de doutores evoluiu de 13 para 43, no período de 1987-1992 (FURTADO e PEREIRA, 1993, p.53).

Mesmo após a fase inicial, a absorção dos formados pela indústria se manteve em bons níveis. No triênio 2000-2002, uma pesquisa informal do Centro estimou que 80% dos ex-alunos exerciam atividades na indústria de petróleo ou para-petroleira. Em 2006, por exemplo, dos 59 alunos inscritos no CEP, 13,6% já eram funcionários da estatal e outros 30,5% foram aprovados no concurso da Petrobras realizado em dezembro de 2005 (Relatório Anual de Atividades do CEPETRO, 2006).

As bolsas oferecidas por instituições de fomento (CAPES, CNPq, FAPESP) juntamente com as bolsas oferecidas pela Petrobras também contribuíram para a sustentabilidade do programa de pós-graduação em petróleo. Em 1999, após a liberalização do setor no Brasil, a criação do Programa de Recursos Humanos da ANP (PRH-ANP) reforçou o apoio ao ensino e pesquisa no tema.

Ainda que nesta primeira fase do Centro sua ação principal tenha sido o apoio ao programa de pós-graduação, suas atividades foram evoluindo. O CEPETRO passou a oferecer cursos de extensão, como a “Especialização em Engenharia de Gás Natural” (FEM com apoio do CEPETRO, em parceria com o CTGÁS, SENAI e Petrobras) e a “Especialização em Regulação de Petróleo e Gás Natural” (parceria entre FEM, IG, NIPE e ANP). Na metade dos anos 2000, foi criada a Modalidade Engenharia de Petróleo, oferecida para os graduandos em Engenharia Mecânica da FEM, propiciando aos alunos uma aproximação com a temática e favorecendo a atração de estudantes para o programa de pós-graduação.

Com o crescimento das atividades do CEPETRO, o triênio 1997-1999 foi marcado por algumas dificuldades, já que faltava pessoal para gerenciar o aumento de atividades de ensino e pesquisa na área de petróleo. O aumento significativo de projetos e atividades de pós-graduação não foi acompanhado pelo aumento do número de professores e de pessoal de apoio na área (ver Tabela 3. 1). Para solucionar essa limitação o Centro incentivou a participação de outros pesquisadores da UNICAMP e gerenciou a contratação de pesquisadores para trabalhar

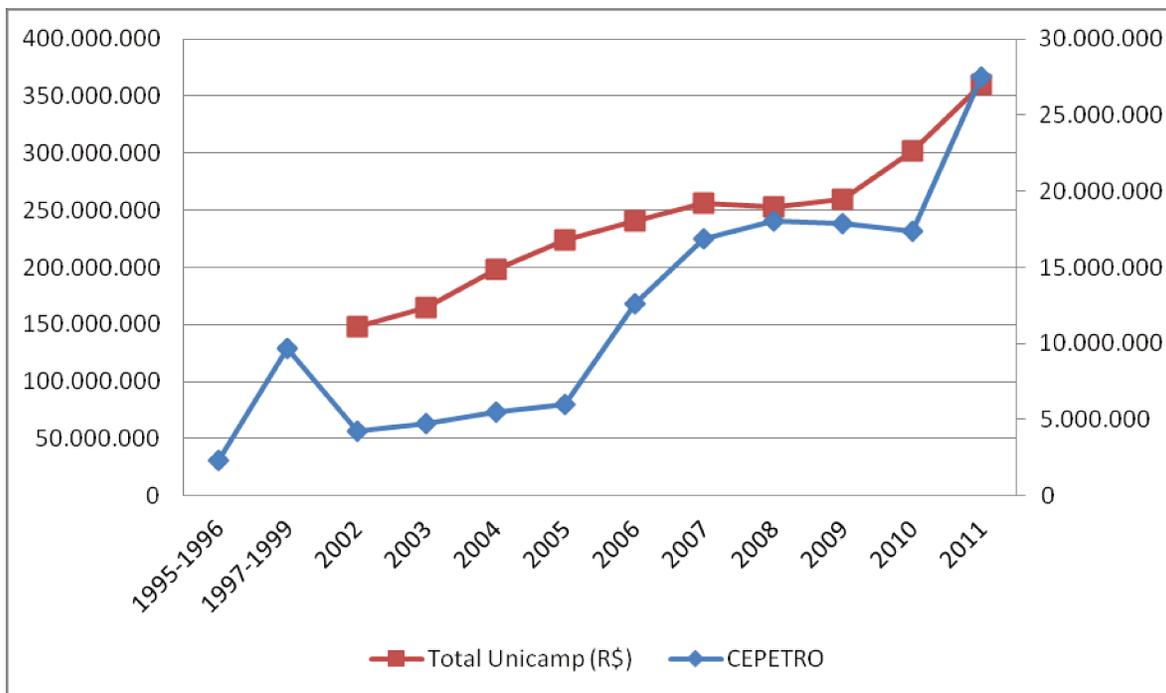
diretamente em projetos. A superação do problema ocorre no fim dos anos 1990 e início dos anos 2000, com o crescente volume de recursos arrecadados através dos convênios de pesquisa e prestação de serviços, o que marca a segunda fase do CEPETRO – analisada a seguir.

3.2.2. Pesquisa em petróleo

É na segunda fase do CEPETRO que a atividade de pesquisa ganha destaque. Essa mudança é motivada tanto porque o Centro já havia se consolidado na atividade de ensino, quanto porque as mudanças institucionais ocorridas no setor a partir de sua liberalização criaram um ambiente favorável à execução de atividades científicas e tecnológicas nas universidades e instituições de pesquisa brasileiras. A fim de analisar o desempenho e evolução da pesquisa realizada pelo CEPETRO essa sessão trata primeiro das mudanças institucionais e seus impactos, especialmente em relação ao financiamento, e depois analisa suas publicações científicas indexadas na base de dados Scopus.

Em relação ao financiamento (ver Gráfico 3. 2), os recursos recebidos pelo CEPETRO via convênios de pesquisa e prestação de serviços cresceram mais que 3.500% no período de 1995 até 2011. No ano de 2011, esse valor atingiu a cifra de R\$ 27,5 milhões, o que representou 7,64% dos recursos totais arrecadados por todas as unidades (centros, núcleos, institutos, faculdades e hospital) da Unicamp. Assim, aproximadamente 90% dos recursos do CEPETRO são provenientes de fontes extra-orçamentárias.

Gráfico 3.2 - Recursos financeiros recebidos dos convênios e contratos firmados (em reais correntes): 1995-2011



Nota explicativa: O eixo principal (à esquerda) representa o total arrecadado pela Unicamp; os recursos recebidos pelo CEPETRO estão indicados no eixo secundário (direita).

Fonte: Elaboração própria a partir de Relatórios Anuais FUNCAMP.

No período de 2000 a 2011 foram iniciados em média 14 novos projetos com financiamento por ano pelo CEPETRO (Tabela 3. 1). Como resposta ao expressivo aumento no número de projetos e como resultado da política iniciada pelo Centro no triênio 1997-1999, o número de pesquisadores dobrou. O número de convênios também cresceu, passando de três em 2000, para 63 em 2011.

O primeiro marco deste novo momento do CEPETRO veio com o Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (PRONEX) do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT, atual Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI), em 1996. O PRONEX era um instrumento de estímulo à pesquisa e ao desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil, por meio do apoio a grupos de alta competência que tivessem liderança e papel nucleador no setor de sua atuação. Seu objetivo era corrigir o problema da descontinuidade dos investimentos governamentais em pesquisa científica no país.

Durante o triênio 1996-1998, o PRONEX investiu R\$ 188 milhões em 206 projetos. Em 1996 o programa investiu cerca de R\$ 94 milhões em 77 projetos, os quais foram selecionados entre mais de 400 propostas de instituições de todo o país. A Unicamp enviou seis propostas e recebeu um aporte de R\$ 6,5 milhões. O CEPETRO, na época chamado Núcleo de Estudos de Petróleo, estava entre os contemplados e foi beneficiado com recursos no valor de R\$ 950 mil (NASCIMENTO, 2012).

Os recursos obtidos ao longo do PRONEX, além de servirem para o apoio ao ensino e a pesquisa, permitiram melhorar a infraestrutura do Centro – foram adquiridos 14 microcomputadores e três estações de trabalho, e apoiadas à montagem de laboratórios de pesquisa através da aquisição de equipamentos nacionais e importados e contratação de pessoal técnico especializado (Relatório Anual de Atividades do CEPETRO, 1997).

A partir de 1997, quando ocorre a abertura do setor, há outro marco na história do CEPETRO. O Centro firmou um convênio de prestação de serviços e consultoria técnica com o Ministério de Minas e Energia (MME) para realizar a transferência de informações sobre os campos de petróleo brasileiros da Petrobras para o órgão regulador do setor que estava sendo criado, a ANP – o Centro também atuou na formulação de propostas para a formatação da ANP.

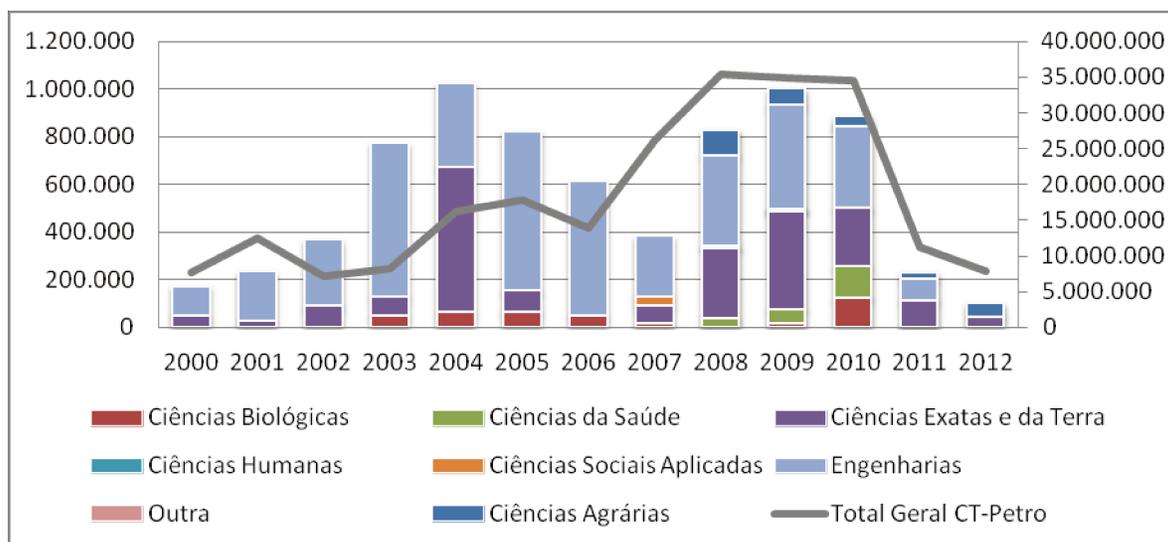
O convênio envolveu mais de 40 profissionais que analisaram e trataram as informações e dados de 60 campos em fase de desenvolvimento da produção e de 240 campos em produção operados pela Petrobras. Esses campos foram analisados sobre diversas óticas: geologia, engenharia, engenharia de reservatórios, engenharia de produção, econômica, entre outras. Tratava-se dos campos que seriam devolvidos pela Petrobras à União, pois não tinham expressão econômica em sua escala de produção, para que após a ratificação das áreas demarcadas à empresa, fossem estabelecidos os respectivos contratos de concessão.

Embora tenha sido uma atividade de consultoria técnica e não de pesquisa, este foi o primeiro grande projeto do CEPETRO. A grandeza se deve ao número de pessoas envolvidas, a quantidade de informação e dados, ao rígido prazo determinado para sua realização, ao sigilo requerido em toda operação e por envolver informações estratégicas para o setor e para o país.

Com a promulgação da Lei do Petróleo e a instituição do Fundo Setorial do Petróleo (CT-Petro) criou-se um ambiente favorável a pesquisa universitária no setor petrolífero, impulsionando as atividades de ciência e tecnologia.

Entre 2000-2012 o CT-Petro investiu um total acumulado de R\$ 233,7 milhões, em aproximadamente 400 instituições, majoritariamente em bolsas no país e fomento à pesquisa. Deste montante a Unicamp recebeu R\$ 7,3 milhões, o que representa 3,25% do total investido pelo Fundo. No Gráfico 3. 3 as colunas indicadas no eixo principal (esquerda) mostram a evolução dos recursos do CT-Petro recebidos pela Unicamp e sua distribuição por área do conhecimento, sendo as áreas de Engenharias e Ciências Exatas e da Terra as maiores beneficiárias. A linha “Total Geral CT-Petro” (eixo à direita) mostra a evolução dos recursos totais investidos pelo Fundo.

Gráfico 3. 3 – Evolução dos recursos provenientes do CT-Petro e o total recebido pela Unicamp (em reais correntes): 2000-2012:



Fonte: Dados disponíveis em <http://fomentonacional.cnpq.br/>

O ambiente favorável à universidade criado a partir das mudanças institucionais ocorridas, no caso do CEPETRO, pode ser constatado nos trechos abaixo:

“Desde então [refere-se a Lei do Petróleo], todos os indicadores do CEPETRO aumentaram (...) Dentre os indicadores mais importantes, tivemos o crescimento do financiamento de projetos, do número de alunos nos programas apoiados pelo Centro e do número de pesquisadores que se integraram ao grupo de pesquisadores associados” (Relatório de atividades CEPETRO triênio 1997-1999, p.86).

“Esse ambiente regulador vem possibilitando a participação em novas modalidades de fomento ao ensino e à pesquisa, oriundas das participações governamentais na produção de petróleo (CT-Petro, ANP/PRH)” (Relatório de atividades CEPETRO triênio 2000-2002, p.4).

Em 2006 com a instituição da cláusula do 1% da ANP a ação das universidades na realização de P&D é revigorada. A obrigatoriedade das operadoras de petróleo investirem em P&D nas instituições credenciadas pela ANP assinala “um horizonte importante de investimentos em infraestrutura de pesquisa e alavancagem de projetos na área de petróleo e gás natural para a Unicamp” (Relatório de atividades CEPETRO triênio 2003-2005, p.95).

Com relação aos projetos autorizados pela ANP referentes à cláusula de 1% em P&D – ou seja, os 50% destinados as ICTs nacionais – foram investidos mais de R\$ 2,3 bilhões em 875 projetos de 101 instituições, no período de 2006-2012 (Tabela 3. 4). A Unicamp recebeu 3,54% deste montante, o que corresponde a R\$ 83,3 milhões, divididos em 42 projetos, sendo 41 da Petrobras e 1 da Shell – quantia onze vezes maior que a auferida pela universidade através do CT-Petro.

A Petrobras para gerir seus investimentos em P&D nas universidades e instituições de C&T a partir dos recursos da Cláusula da ANP criou as “Redes de Tecnologia”. O CEPETRO se envolveu em oito Redes: Simulação de Reservatórios, Óleos Pesados, Estruturas Submarinas, Gerenciamento de Águas no Segmento de Produção de Petróleo, Revitalização de Campos Maduros, Estudos de Geofísica Aplicada, Monitoração de Poços e a Rede de Computação e Visualização Científica. Para o Centro a assinatura desses convênios representou uma importante fonte de recursos para capacitação de recursos humanos e infraestrutura.

Tabela 3. 4 - Recursos autorizados pela ANP oriundos da cláusula de obrigação contratual para investimentos em P&D (em reais correntes): 2006-2012

Ano	Unicamp		Total ANP		% Unicamp
	R\$	Nº projetos	R\$	Nº projetos	% dos recursos
2006 até 2008	66.101.306,33	32	1.510.080.425,26	529	4,38%
2009	9.674.251,22	3	194.559.451,00	74	4,97%
2010	4.379.540,70	4	381.696.862,99	110	1,15%
2011	3.666.886,87	3	255.953.215,14	150	1,43%
2012	0	0	24.954.237,29	12	0,00%
TOTAL	83.821.985,12	42	2.367.244.191,68	875	3,54%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados da ANP (www.anp.gov.br)

Dos R\$ 83,3 milhões recebidos pela Unicamp, referentes aos projetos autorizados previamente pela ANP a partir dos recursos de sua cláusula de P&D, R\$ 1,3 milhões serviram de apoio à formação de recursos humanos no Programa de Ciências e Engenharia de Recursos Naturais de Óleo e Gás, por meio do PRH 15. Outros R\$ 6 milhões foram destinados a construção da nova sede física do CEPETRO, finalizada em 2010, que permitiu a integração da parte administrativa e de seis laboratórios de pesquisa do Centro⁶.

Outra parte dos recursos autorizados pela ANP destinados à Unicamp foi utilizada para melhoria da infraestrutura laboratorial: a construção do Laboratório Experimental de Petróleo “Kalsen Valente Serra” (LabPetro), que desenvolve tecnologias para produção de petróleo, com foco em óleos pesados e ultraviscosos, recebeu mais de R\$ 1,3 milhões da Petrobras e Unicamp; o Laboratório Experimental para Risers de Produção em Águas Ultra-Profundas e Sistemas Marítimos de Produção (LabRiser), em construção, teve investimentos de R\$ 13 milhões no período de 2006-2009.

Os novos instrumentos de fomento à P&D executada nas universidades e institutos de pesquisa (CT-Petro e Cláusula da ANP) instituídos a partir da abertura do setor petrolífero ilustram de forma clara o papel central que governo pode desempenhar enquanto indutor das interações entre as dimensões de C&T e estrutura produtiva, capaz de fortalecê-las e ampliá-las.

⁶ O CEPETRO apoia outros 13 laboratórios de pesquisa instalados em faculdades e institutos da Unicamp.

A ampliação das relações da universidade com o a indústria, no caso outras operadoras que não a Petrobras, por exemplo, resulta da obrigatoriedade imposta pela cláusula da ANP.

Os resultados positivos do ‘*enforcement*’ criado podem ser vistos pela expansão do número de pesquisas, convênios, recursos e da produção do CEPETRO. Além do mais, a construção de prédios e melhorias da estrutura e instrumentalização da pesquisa representam um dos maiores benefícios para a universidade dos convênios de cooperação firmados. Tais benefícios não se restringem a pesquisa, mas contribuem também para o ensino e extensão.

Nesta segunda fase do CEPETRO também ocorreram mudanças no ambiente institucional da universidade. A criação da Agência de Inovação da Unicamp (Inova) em 2003, normatizou a política de propriedade intelectual, estabelecendo critérios para (co-)titularidade, custos e participação nos resultados dos produtos ou processos patenteáveis ou licenciáveis. A Inova, além de ser responsável pela gestão da política de propriedade intelectual da Unicamp, busca ampliar, potencializar e estimular as relações entre a universidade e as empresas.

A normatização da política de propriedade intelectual da universidade é importante para assegurar seus direitos nos resultados produzidos pelas pesquisas desenvolvidas, especialmente nos contratos de projetos cooperativos. No caso do CEPETRO, os entrevistados relataram que antes da regulamentação havia dificuldades nas negociações dos resultados com as empresas.

Em 2007, a Petrobras e as universidades com as quais a estatal se relaciona formalizaram um acordo sobre a política para contratos de projetos em cooperação. Esse acordo estabelece questões relacionadas à co-titularidade das patentes, à divisão dos resultados nos casos de licenciamento, à participação nos custos, o tempo de sigilo dos resultados e o pagamento de *overheads* – ressarcimento pelos impactos que os projetos em conjunto têm sobre o orçamento da universidade. A ANP, entretanto, entende o *overheads* como taxa de administração das fundações da universidade e não tem aceitado a cobrança do mesmo, no valor de 10% do contrato, aceitando apenas a cobrança dos 5% previsto pela Lei de Inovação (INOVAÇÃO UNICAMP, 2007).

3.2.3. Análise da produção científica

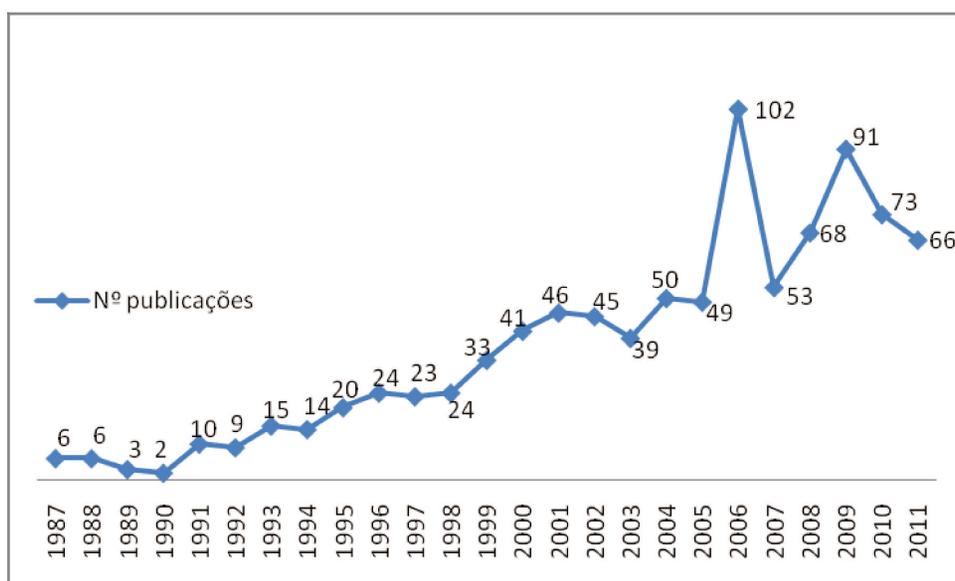
A análise da produção do Centro e seus impactos baseiam-se nas publicações científicas dos pesquisadores associados ao CEPETRO no período de 1987 a 2011, indexadas à base de dados Scopus, da Elsevier. Trata-se de uma base de dados multidisciplinar que abrange mais de

18.000 títulos de periódicos, sendo a base internacional de maior representação da produção científica latino-americana, com mais de 250 títulos brasileiros. Tal base indexa além de títulos acadêmicos revisados (*peer-reviewed*), títulos de acesso livre (*Open Access*), anais de conferências, publicações comerciais (*trade publications*), séries de livros e patentes.

A análise dos dados coletados seguiu os seguintes critérios: i) evolução do número de publicações; ii) idioma das publicações; iii) parcerias entre instituições e países; iv) áreas temáticas; v) palavras-chave; vi) índice de citações das publicações na base de dados, como indicador do impacto das publicações; vii) citação das publicações em patentes, como indicador *proxy* da contribuição destas para a inovação no setor.

O Gráfico 3. 4 mostra a evolução das publicações dos pesquisadores associados ao CEPETRO indexadas à base de dados Scopus no período de 1987 a 2011. No total, os 48 pesquisadores associados ao Centro publicaram 918 trabalhos, o que significa uma média anual de 36,7 publicações e uma média de 19,1 publicações por pesquisador no período. O número de publicações entre 1987-2011 cresceu mais de 10 vezes, sendo 2006 o ano com maior número de publicações.

Gráfico 3. 4 - Evolução das publicações do CEPETRO indexadas na base de dados Scopus



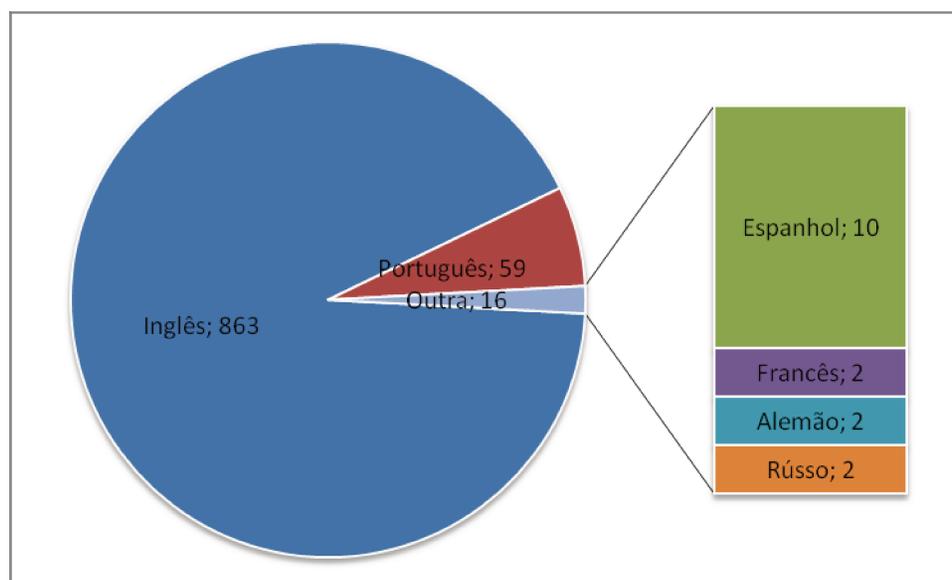
Fonte: Elaboração própria a partir da Base de dados Scopus

No período de 1991-2000 há um contínuo aumento no número de publicações, que pode ser explicado pela consolidação das atividades de ensino apoiadas pelo CEPETRO, através dos programas de pós-graduação em Engenharia do Petróleo e Geoengenharia de Reservatórios.

Na década seguinte (2001-2010), em que ocorre a junção dos programas de mestrado no novo programa de pós-graduação em Ciências e Engenharia do Petróleo, o número de publicações cresce a uma taxa mais acentuada em comparação ao período anterior. Trata-se, portanto, de uma nova fase do CEPETRO, em que sua participação na produção de conhecimentos já está consolidada, favorecendo sua expansão.

Em relação ao idioma das publicações (Gráfico 3. 5) há o predomínio do inglês, com cerca de 92% das publicações, seguido pela língua portuguesa com aproximadamente 6%, os outros 2% são referentes a outros 4 idiomas. Essa constatação é valiosa, pois a despeito dos pesquisadores serem associados a uma universidade brasileira, 863 trabalhos foram publicados em inglês.

Gráfico 3. 5 - Número total de publicações por idioma de 1987-2011



Fonte: Elaboração própria a partir da Base de dados Scopus

Ainda que o predomínio do inglês nos resultados obtidos possa ser uma consequência da maior representatividade de publicações em língua inglesa indexadas a Scopus, o que dá margem a pensar numa sub-representação das publicações de países cujos idiomas nacionais não são o inglês, a publicação neste idioma permite uma maior internacionalização e compartilhamento com os pares da ciência produzida pelos pesquisadores associados ao Centro, já que o inglês impõe-se como um idioma universal. Também permite que esses trabalhos tenham um maior impacto no avanço científico e tecnológico.

Outra categoria de análise utilizada foi o número de publicações em parceria com instituições e por países (Tabela 3. 5). As 918 publicações feitas pelos pesquisadores associados ao CEPETRO no período de 1987 a 2011 estiveram associadas com 160 instituições diferentes. As parcerias que ocorreram com maior frequência, cerca de 70% do total, foram feitas com outras universidades, seguidas pelas parcerias com institutos de pesquisa, com 20% do total, e pelas empresas, com 10% do total.

Tabela 3. 5 - Os dez principais parceiros de publicações do CEPETRO de 1987-2011

Afiliação institucional			Afiliação por país		
<i>Nº de publicações</i>	<i>% do total</i>		<i>Nº de publicações</i>	<i>% do total</i>	
Petrobras	68	7%	Brasil	747	81%
Universidade de São Paulo (USP)	30	3%	Estados Unidos	23	3%
Universidade Estadual Paulista (UNESP)	21	2%	Alemanha	21	2%
Karlsruhe Institute of Technology - Campus South	21	2%	França	13	1%
Universidade Estadual de Maringá	19	2%	Noruega	13	1%
Universidade Regional de Blumenau	18	2%	Reino Unido	12	1%
Universidade Federal do Paraná	15	2%	Itália	12	1%
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais	12	1%	Suécia	10	1%
The Center for Chemistry and Chemical Engineering	10	1%	Cingapura	7	1%
Universidade Federal do Pará	9	1%	Colômbia	6	1%

Fonte: Elaboração própria a partir da Base de dados Scopus

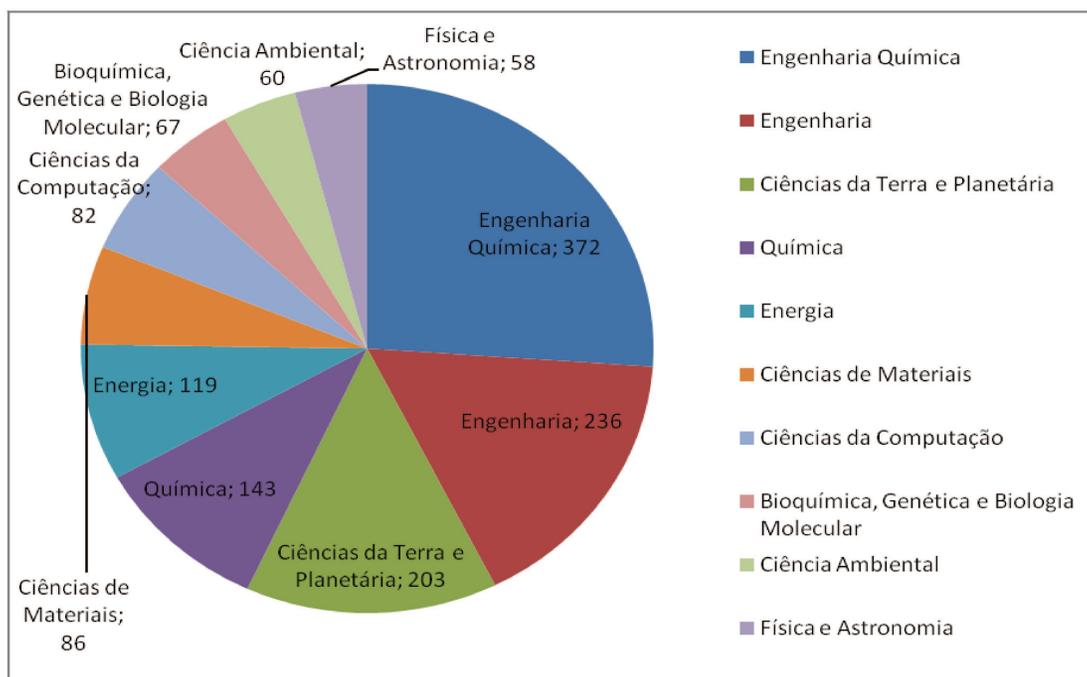
Entre os dez principais parceiros institucionais de publicações do CEPETRO a maioria são universidades. Dentre esses, a Petrobras possui 68 publicações cuja autoria é compartilhada com os pesquisadores associados ao Centro, o que corresponde a cerca de 7% das publicações totais no período. A destacada participação da Petrobras nas publicações em conjunto com o CEPETRO pode ser compreendida pelo seu papel na criação e evolução deste, bem como pelo fato de que por um longo período a estatal foi a única empresa parceira do Centro na realização e financiamento das pesquisas.

Foram encontrados registros de parcerias com 25 países. Contudo, o Brasil possui posição de destaque, 81% das publicações foram feitas através de parcerias internas ao país. Depois, aparecem os Estados Unidos e a Alemanha como os principais parceiros do Centro. Em conjunto, as parcerias com os países cuja língua nacional é o inglês respondem por aproximadamente 8% do total de publicações, apesar de 92% dos trabalhos terem sido publicados em língua inglesa.

Os gráficos 3.6 e 3.7 permitem uma análise genérica das publicações do Centro, segundo os critérios de áreas temáticas e palavras-chave. Dentre a distribuição da publicação total do CEPETRO por área temática no período analisado se destaca a “Engenharia Química” com mais de 40% dos trabalhos, seguida pela “Engenharia” com 26% do total e pelas “Ciências da Terra e Planetária” com 22% das publicações (ver Gráfico 3. 6).

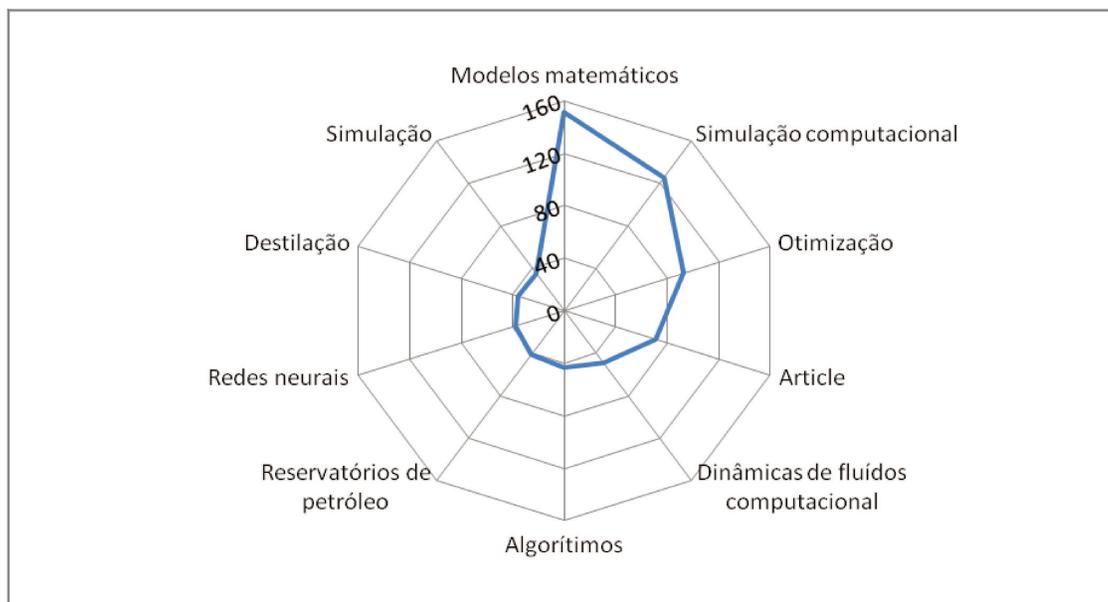
A distribuição das publicações por palavras-chave é ilustrada no Gráfico 3. 7. Nesta categoria de análise é possível verificar que as publicações do CEPETRO estão concentradas, principalmente, nas palavras-chave: “modelos matemáticos”, cerca de 16% do total, “simulação computacional” com 14%, e “otimização” que responde por 10% do total.

Gráfico 3.6 - Número de publicações do CEPETRO nas 10 primeiras áreas temáticas



Fonte: Elaboração própria a partir da Base de dados Scopus

Gráfico 3.7 - Número de publicações do CEPETRO por palavras-chave



Fonte: Elaboração própria a partir da Base de dados Scopus

A análise das palavras-chave e das áreas temáticas das publicações do CEPETRO permite fazer duas inferências. Pela distribuição das publicações segundo áreas temáticas é possível inferir que estas estão situadas nas “áreas duras” do conhecimento, especialmente as ciências aplicadas e engenharias, o que é coerente com o tipo de pesquisa desenvolvida pelo Centro, classificada como “pesquisa aplicada”. Por sua vez, a análise das palavras-chave em que as publicações foram classificadas permite inferir que o tipo de conhecimento produzido pelos pesquisadores associados ao centro é permeado de recursos matemáticos e computacionais.

Os indicadores de citações são baseados no número de citações recebidas por uma publicação e, embora apresentem fragilidades e limitações, são frequentemente utilizados como parte da avaliação da relevância ou impacto das publicações, servindo de medida do impacto, influência ou visibilidade que uma publicação ou autor (ou um conjunto desses) tem junto a comunidade científica. A base de dados Scopus é uma das bases internacionais que permite analisar as citações das publicações a ela indexadas, através de sua ferramenta “*h-index*”.

As publicações dos pesquisadores do CEPETRO obtiveram um *h-index* igual a 32, ou seja, dos 918 documentos considerados no cálculo do índice, 32 deles foram citados ao menos 32 vezes. A base de dados não possui a informação completa das citações de documentos publicados antes de 1996, portanto, aproximadamente 10% do total das publicações do Centro não foram consideradas no cálculo deste índice.

Por fim, foi analisada a citação das publicações do CEPETRO em patentes depositadas. Esta categoria de análise é relevante, pois se considera que os documentos citados nestas patentes serviram de “insumos” para geração de tecnologias. Além do mais, as patentes são um indicador *proxy* da inovação. Trata-se de um mecanismo de transferência de conhecimentos da academia para a sociedade, em especial para a indústria.

Foram encontradas 1.533 patentes que citam as publicações dos pesquisadores associados ao CEPETRO. Destas patentes, mais de 60% estão depositadas no escritório de patentes estadunidense (USPTO), 30% no World Intellectual Property Organization (WIPO) e aproximadamente 7% no European Patent Office. O que revela que as publicações do Centro não só contribuíram para o avanço do conhecimento científico como também serviram de base para o desenvolvimento tecnológico expresso em patentes.

Conclusões

A abordagem dos sistemas setoriais de inovação ao compreender o processo inovativo como decorrente da interação entre os diversos atores e instituições atuantes em um setor permite ampliar o entendimento de seu funcionamento e dinamismo. Em que pese a importância das empresas no processo inovativo, as universidades representam parte substantiva da infraestrutura científica e tecnológica do setor e assim fornecem suporte ao seu desenvolvimento.

A partir dos anos 1980 há uma crescente percepção das universidades enquanto agentes promotores do desenvolvimento, que resulta na ampliação do papel por elas desempenhado, o qual agora ultrapassa suas funções tradicionais de ensino, pesquisa e extensão. Passando também a englobar uma “terceira missão” relacionada à promoção do desenvolvimento, associada as suas relações com as empresas e o caráter empreendedor da universidade.

Nesse sentido, a universidade não é mais vista como um repositório do conhecimento científico básico a ser convertido em inovações, cuja ideia subjacente é o modelo linear de inovação. Mas, mais do que isso, passa a ser um importante ator que interage de diversas formas ao longo do processo inovativo, diante de sua capacidade de gerar conhecimentos científicos e tecnológicos e formar recursos humanos imbuídos destes conhecimentos.

A partir dessa nova visão da universidade os governos passam a formular e implementar políticas visando aproximá-la do setor produtivo, aumentando e facilitando a transferência de tecnologias e conhecimentos da pesquisa acadêmica para as empresas, impactando positivamente o desenvolvimento econômico do país ou região. Exalta-se a percepção de que as interações entre as dimensões governamental, produtiva e de C&T podem favorecer as condições de inovação. A adoção de tal estratégia pode ser vista, no caso brasileiro, a partir da reforma da Política Científica e Tecnológica, que tem como um de seus pilares o incentivo à interação entre universidades e empresas.

O sistema universitário brasileiro, grosso modo, surgiu desconectado da estrutura produtiva do país. No entanto, o caso da indústria do petróleo constitui exceção. O setor petrolífero brasileiro é marcado por um longo processo histórico de interação com as universidades. A Petrobras, motivada pela escassez de recursos humanos que impunha graves entraves ao desenvolvimento desta indústria no país, fomentou a formação e capacitação de profissionais firmando convênios com universidades brasileiras. Tal estratégia foi fundamental

para a consolidação da indústria de petróleo no país bem como para a trajetória de capacitação tecnológica da estatal.

A concepção do CEPETRO é um demonstrativo da execução da política de formação de recursos humanos da Petrobras. O convênio firmado com a Unicamp para formação de recursos humanos em nível de pós-graduação visava, a princípio, a formação de mestres em Engenharia de Petróleo para a empresa. A necessidade desse tipo de profissional advinha da inflexão na atuação da estatal nos anos 1980 rumo às atividades de exploração e produção.

O Centro superou os desafios iniciais da criação do curso de pós-graduação e da formação de seu corpo docente com suporte da Petrobras e se consolidou na atividade de ensino, ganhando autonomia e reconhecimento. Com o passar do tempo, a função desempenhada pelo CEPETRO se amplia e a atividade de pesquisa ganha destaque, evoluindo de uma relação de exclusividade com a Petrobras para relações de financiamento e execução de pesquisa em interação com outras empresas e atores presentes no setor petrolífero.

A ampliação nas relações do CEPETRO com o setor externo à universidade, especialmente as empresas, é facilitada pela alteração do arranjo institucional do setor e pela adoção de novos instrumentos de política de fomento à P&D a partir da promulgação da Lei do Petróleo. Isso, pois apesar do Centro já realizar algumas atividades de pesquisa e prestação de serviços antes da reforma institucional, o foco de atuação era prioritariamente o ensino. Dessa forma tem início a segunda fase do CEPETRO, cujas atividades se expandem para a pesquisa mas sem comprometer o ensino. Na realidade, ambas as funções se complementam e retroalimentam.

A criação do Fundo Setorial do Petróleo, em 1997, marca o início de um novo panorama do setor favorável às universidades, que passam a dispor de vultosa fonte de financiamento às suas atividades de pesquisa. Em 2006, a instituição da Cláusula do 1% da ANP reforça esse ambiente e proporciona um novo fôlego ao financiamento à C&T. Tais instrumentos permitem observar o papel-chave desempenhado pelo “governo” como catalisador e indutor das relações entre universidades e empresas, completando a tríade de atores principais de um sistema nacional de inovações.

A nova dinâmica de financiamento das atividades de pesquisa, envolvendo governo, empresas e universidades a partir da abertura do setor petrolífero brasileiro, em conjunto com mudanças no ambiente da universidade, como a criação da Inova Unicamp, impõem novas regras

às relações entre universidade-empresa. A normatização da política de propriedade intelectual, que garante à universidade os direitos sobre os resultados produzidos constitui um avanço em termos de proteção da propriedade intelectual dos partícipes dos projetos de pesquisa. Essa melhoria favorece a redução da incerteza e dos riscos do comportamento oportunista e fornece base para ampliar as atividades empreendedoras.

Além de sua contribuição fundamental na formação e qualificação de recursos humanos, o CEPETRO contribui com a indústria do petróleo pela geração de conhecimentos técnico-científicos úteis ao setor, o que foi analisado através das publicações científicas indexadas na base de dados Scopus dos pesquisadores associados ao Centro.

A transferência de conhecimentos e tecnologias das universidades para a indústria é frequentemente avaliada através de depósitos de patentes e seus licenciamentos. Contudo, tal análise fornece um quadro enviesado e parcial da pesquisa acadêmica. Isso, pois nem toda pesquisa acadêmica ou avanço gerado no conhecimento científico é patenteável. Boa parte dele está diluído em meio a outros conhecimentos, processos ou tecnologias. Há, também, um *trade-off* entre patentear ou publicar o resultado da pesquisa. Todavia, a publicação é priorizada na avaliação do desempenho das universidades e seus pesquisadores. Além do mais, as medidas de incentivo ao patenteamento pelas universidades brasileiras, através da Lei da Inovação e da implantação dos Núcleos de Inovação Tecnológica, responsáveis pela política de propriedade intelectual, são iniciativas muito recentes.

Em função dessas limitações no uso de patentes e licenciamentos para análise de transferência de tecnologias da academia para as empresas e considerando a forma de atuação das universidades, a citação das publicações científicas em patentes depositadas foi adotada neste trabalho como um indicador do processo de transferência de conhecimentos, como forma de mensurar a contribuição da universidade para a geração de inovações. No caso, as publicações do CEPETRO foram citadas em mais de 1.500 patentes depositadas nos escritórios de patente dos países da Tríade (EUA, Europa e Japão), o que ilustra a relevância da pesquisa desenvolvida pelo Centro para o sistema de inovação.

A citação dos artigos em patentes é um indicativo da crescente interrelação entre ciência e tecnologia e da transferência dos conhecimentos gerados na pesquisa acadêmica para o desenvolvimento tecnológico. É necessária, porém, uma análise pormenorizada deste resultado a

fim de obter uma maior compreensão da vinculação entre a dimensão produtiva e de C&T. No que tange a relação do CEPETRO com a Petrobras a co-autoria dos artigos científicos – cerca de 7% das publicações do Centro tiveram autoria compartilhada com a estatal – é um importante indicador da relação universidade-empresa.

Os fatores que explicam o sucesso na evolução da relação do Centro com a indústria de petróleo são o respaldo da Petrobras desde a instituição do convênio, o posicionamento da Unicamp em relação à interação com o setor externo e a estrutura institucional do CEPETRO.

O apoio da Petrobras é um dos fatores críticos de sucesso pois proporcionou, além dos recursos financeiros para a criação da pós-graduação voltada para petróleo na Unicamp, um correto direcionamento das necessidades do setor. Ademais, garantiu que a atuação do CEPETRO estivesse acoplada as transformações em curso na indústria petrolífera. A competente tecno-estrutura da estatal facilitou o diálogo da empresa com a universidade, permitindo o estabelecimento de interlocutores adequados. A participação de especialistas da companhia no início das atividades de ensino favoreceu a transferência de conhecimentos e se mostrou um dos melhores caminhos para o diálogo e o estabelecimento de demandas recíprocas.

A abertura da Unicamp ao relacionamento com a sociedade, em especial com as empresas, também se mostrou um diferencial para o sucesso da relação. Havia muitas controvérsias e mitos que permeavam as discussões quanto à interação da universidade com o setor produtivo, como os perigos de distorção e desvio das funções da universidade, enviesamento para atividades de caráter eminentemente prático e restrição da liberdade acadêmica. A postura diferenciada da Unicamp e sua maior predisposição ao diálogo contribuíram positivamente para a escolha dessa universidade para sediar o programa de pós-graduação bem como para sua completa absorção e integração.

Por fim, a constituição do CEPETRO enquanto uma unidade “diferenciada”, um centro, ao invés de uma unidade “tradicional” – faculdade ou instituto – permitiu contornar a rigidez institucional, a fim de garantir maior flexibilidade e agilidade nas relações com o setor externo. A presença de um ou mais representantes da indústria no órgão máximo do Centro, o Conselho Científico, também contribuiu para direcionar as atividades, tornando-as mais aderentes às necessidades do setor e facilitando o diálogo com a Petrobras. Além do mais, o CEPETRO desenvolveu importantes competências em gestão de projetos, fornecendo suporte administrativo

na intermediação das relações com as empresas, o que garante maior agilidade no trato das questões burocráticas e “poupa” o tempo dos pesquisadores associados na administração dos projetos.

Pode-se dizer que o CEPETRO além de contribuir para o desenvolvimento do setor e fortalecimento do sistema setorial de inovações ajudou também a desmistificar os “perigos” da relação entre universidade e empresas. Na realidade, ao invés de prejudicar as atividades acadêmicas, o relacionamento com o setor produtivo permitiu a universidade ampliar sua participação na execução de pesquisas, melhorar sua infraestrutura laboratorial e assim atrair mais recursos humanos. A partir da experiência do CEPETRO como um ator importante do processo de inovação do setor petrolífero brasileiro conclui-se que a universidade pode desempenhar múltiplas funções que se complementam sem abandonar ou prejudicar suas funções originais.

O diferencial inovador do CEPETRO desde sua criação foi unir os profissionais da academia e da indústria em busca de novos conhecimentos e tecnologias úteis ao setor petrolífero e, conseqüentemente, contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico na área. Dessa forma, o Centro tornou-se reconhecido nacional e internacionalmente por sua atuação em pesquisa, apoio ao ensino, e por sua vinculação à demanda tecnológica e de formação de recursos humanos específicos ao setor de petróleo.

Referências Bibliográficas

- ALVEAL CONTRERAS, E. C. **Os Desbravadores: a Petrobras e a construção do Brasil industrial**. Rio de Janeiro: Dumara: ANPOCS, 1994. p. 243
- CALABI, A. S.; FONSECA, E. G.; SAES, F. A. M. *et al.* **A energia e a economia brasileira: interações econômicas e institucionais no desenvolvimento do setor energético no Brasil**. São Paulo: Pioneira / Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (FIPE), 1983. p. 250
- COHN, G. **Petróleo e Nacionalismo**. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1968. p. 213
- DIAS, J. L. DE M.; QUAGLINO, M. A. **A questão do petróleo no Brasil: uma história da Petrobras**. Rio de Janeiro: CPDOC, FGV, Petrobras, 1993. p. 211
- DOSI, G. **Technical Change and Industrial Transformation - The theory and an application to the semiconductor industry**. London: MacMillan, 1984. p. 7-22, 86-111
- DOSI, G. Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation. **Journal of Economic Literature**, v. 26, n. 3, p. 1120-1171, 1988.
- DOSI, G.; MARENGO, L. Some elements of an evolutionary theory of organizational competences. In: ENGLAND, R. W. (Ed.). **Evolutionary Concepts in Contemporary Economics**. USA: University of Michigan Press, 1994. p. 157-178.
- EDQUIST, C. Systems of Innovation: perspectives and challenges. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. (Eds.). **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford: Oxford University Press, 2004. p. 181-208.
- ERBER, F.; AMARAL, L. Os centros de pesquisa das empresas estatais: um estudo de três casos. In: SHWARTZMAN, S. (Ed.). **Ciência e tecnologia no Brasil: política industrial, mercado de trabalho e instituições de apoio**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 1995. p. 333-371.
- FLORIDA, R. The Role of the University: Leveraging Talent, Not Technology. **Issues in Science and Technology**, v. 15, n. 4, p. 67-73, 1999.
- FREEMAN, C. **Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan**. London: Pinter Publishers, 1987.
- FREITAS, A. G. **Processo de aprendizagem da Petrobrás: programas de capacitação tecnológica em sistemas de produção offshore**. Campinas, SP: Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, 1999.
- FURTADO, A. T. **Petróleo e Política Tecnológica: o que aprender com as experiências brasileira e francesa**. Campinas: Tese de Livre-Docência, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, 1995.
- FURTADO, A. T. A Trajetória tecnológica da Petrobrás na produção offshore. **Revista Espacios Digital**, v. 17, n. 3, 1996.

FURTADO, A. T. Capacidades tecnológicas y transformación estructural de una compañía petrolera nacional ante la apertura económica en un país en vías de desarrollo. In: ROUSSEAU, I. (Ed.). **América Latina y Petróleo: los desafíos políticos y económicos de cara al siglo XXI**. 1^a ed. México: El Colegio de México, Centros de Estudios Internacionales, 2010. p. 161-205.

FURTADO, A. T.; PEREIRA, N. M. **Competitividade da indústria de extração e refino de petróleo**. . Campinas: [s.n.], 1993

FURTADO, A. T.; PEREIRA, N. M.; MARZANI, B. S. Política de compras da Petrobras: a nova relação contratual. **X Congresso Brasileiro de Energia**, p. 1729-1744, 2004.

INOVAÇÃO UNICAMP. Petrobras e Universidades: Petrobras aceita dividir titularidade de patente; regra de sigilo também muda; só falta agora decidir sobre taxas operacionais. **Inovação Unicamp**, ago 2007.

KLINE, S. J.; ROSENBERG, N. An Overview of Innovation. In: LANDAU, R.; ROSENBERG, N. (Eds.). **The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth**. Washington, DC: National Academy Press, 1986. p. p.275-305.

LEMOS, L. M. **Desenvolvimento de Spin-offs Acadêmicos : estudo a partir do caso da UNICAMP**. Campinas, SP: Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, 2008.

LESTER, R. K. **Universities, innovation, and the competitiveness of local economies: A Summary Report from the Local Innovation Systems Project – Phase I. MIT IPC Local Innovation Systems**. Cambridge, MA: [s.n.]. Disponível em: <<http://web.mit.edu/lis/papers/LIS05-010.pdf>>. , 2005

LIMA, M. F. DA C.; SILVA, M. A. Inovação em petróleo e gás no Brasil: a parceria Cenes-Petrobras e Coppe-UFRJ. **Revista Sociedade e Estado**, v. 27, n. 1, p. 97-115, 2012.

LIST, F. **National Systems of Political Economy**. 1st English ed. London: Longman, 1841.

LUNDVALL, B.-Å. (ED.). **National Systems of Innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning**. London: Pinter, 1992. p. 342

LUNDVALL, B.-Å. The university in the learning economy. **DRUID Working Paper n. 02-06**, 2002.

LUNDVALL, B.-Å.; VANG, J.; JOSEPH, K. J.; CHAMINADE, C. Innovation system research and developing countries. In: LUNDVALL, B.-Å.; JOSEPH, K. J.; CHAMINADE, C.; VANG, J. (Eds.). **Handbook of Innovation Systems and Developing Countries**. Cheltenham, UK e Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 2009. p. 1-30.

MACEDO E SILVA, A. C. **Petrobrás: a consolidação do monopólio estatal e a empresa privada (1953-1964)**. Campinas, SP: Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Economia, 1985.

- MALERBA, F. Sectoral systems of innovation and production. **Research Policy**, v. 31, n. 2, p. 247-264, fev 2002.
- MALERBA, F. Sectoral Systems and Innovation and Technology Policy. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 2, n. 2, p. 329-375, 2003.
- MALERBA, F. Sectoral Systems: how and why innovation differs across sectors. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. (Eds.). **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford: Oxford University Press, 2004. p. 380-406.
- MALERBA, F.; MANI, S. Sectoral systems of innovation and production in developing countries: an introduction. In: MALERBA, F.; MANI, S. (Eds.). **Sectoral Systems of Innovation and Production in Developing Countries**. Cheltenham, UK e Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 2009. p. 3-26.
- MALERBA, F.; ORSENIGO, L. Technological regimes and firm behavior. In: DOSI, G.; MALERBA, F. (Eds.). **Organization and Strategy in the Evolution of the Enterprise**. [S.l.]: MacMillan, 1996. .
- MOWERY, D. C.; SAMPAT, B. N. Universities in National Innovation Systems. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. (Eds.). **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford: Oxford University Press, 2004. p. 209-239.
- NASCIMENTO, P. C. N. **Cepetro 25 anos**. Campinas, SP: PCN Comunicação, 2012.
- NELSON, R. R. Capitalism as an engine of progress. **Research Policy**, v. 19, n. 3, p. 193-214, jun 1990.
- NELSON, R. R. **National Innovation Systems: a comparative analysis**. New York: Oxford University Press, 1993.
- NELSON, R. R. The Co-evolution of Technology, Industrial Structure, and Supporting Institutions. **Industrial and Corporate Change**, v. 3, n. 1, p. 47-63, 1994.
- NELSON, R. R.; ROSENBERG, N. Technical innovation and innovation systems. In: NELSON, R. R. (Ed.). **National Innovation Systems: a comparative analysis**. New York: Oxford University Press, 1993. .
- NELSON, R. R.; WINTER, S. G. **An Evolutionary Theory of Economic Change**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1982. p. 3-22, 246-272
- ORTIZ NETO, J. B.; COSTA, A. J. D. A Petrobrás e a exploração de petróleo offshore no Brasil: um approach evolucionário. **Revista Brasileira de Economia**, v. 61, n. 1, p. 95-109, mar 2007.
- POLETTI, C. A.; ARAÚJO, M. A. D. DE; MATA, W. DA. Gestão compartilhada de P&D: o caso da Petrobras e a UFRN. **Revista de Administração Pública**, v. 45, n. 4, p. 1095-1117, ago 2011.

REDDY, P. The evolving role of universities in economic development: the case of university-industry linkages. In: GÖRANSSON, B.; BRUNDENIUS, C. (Eds.). **Universities in transition: the changing role and challenges for academic institutions**. New York, NY: Springer, 2011. p. 25-49.

ROSENBERG, N. Sobre as expectativas tecnológicas. **Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia**. Campinas, SP: Editora Unicamp, 2006, 1982a. p. 163-184.

ROSENBERG, N. Quão exógena é a ciência? **Por dentro da caixa-preta: tecnologia e economia**. Campinas, SP: Editora Unicamp, 2006, 1982b. p. 215-241.

ROSENBERG, N.; NELSON, R. R. American universities and technical advance in industry. **Research Policy**, v. 23, n. 3, p. 323-348, maio 1994.

SÁBATO, J.; BOTANA, N. La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. **Revista de la Integración**, v. 3, p. 15-36, 1968.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. Rio de Janeiro: Zahar, 1983, 1942.

SILVA, C. G. R. S.; FURTADO, A. T. Uma análise da nova política de compras da Petrobras para seus empreendimentos offshore. **Revista Gestão Industrial**, v. 2, n. 3, p. 103-122, 2006.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M. A interação entre universidades e empresas em perspectiva histórica no Brasil. In: SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. DA M. E; CARIO, S. A. F. (Eds.). **Em busca da inovação: interação universidade-empresa no Brasil**. Belo Horizonte, MG: Autêntica Editora, 2011. p. 17-43.

VELHO, L.; VELHO, P.; SAENZ, T. W. P&D nos setores público e privado no Brasil: complementares ou substitutos? **Parcerias Estratégicas**, v. 19, p. 87-127, 2004.

VIOTTI, E. B. National Learning Systems: a new approach on technological change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 69, n. 7, p. 653-680, set 2002.

WINTER, S. G. Knowledge and competence as strategic assets. In: TEECE, D. J. (Ed.). **The Competitive Challenge: Strategies for Industrial Innovation and Renewal**. Cambridge: Ballinger, 1987. p. 159-184.

Sites consultados:

ANP	http://www.anp.gov.br/
ANPESQ	http://www.unicamp.br/anuario/index.html
CEPETRO	http://www.cepetro.unicamp.br/
Finep	http://www.finep.gov.br/
Petrobras	http://www.petrobras.com.br/
Scopus	http://www.scopus.com/home.url