

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

PETROBRAS NO PRÉ-SAL: GERAÇÃO E USO DE NOVAS TECNOLOGIAS

CURITIBA
2016

MAGNO FERNANDO CARNEIRO

PETROBRAS NO PRÉ-SAL: GERAÇÃO E USO DE NOVAS TECNOLOGIAS

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico do Setor de Ciências sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Armando João Dalla Costa.

CURITIBA
2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. SISTEMA DE BIBLIOTECAS.
CATALOGAÇÃO NA FONTE

Carneiro, Magno Fernando

Petrobras no Pré-sal: geração e uso de novas tecnologias / Magno
Fernando Carneiro. - 2016.

93 f.

Orientador: Armando João Dalla Costa.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de
Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento Econômico.

Defesa: Curitiba, 2016.

1. PETROBRÁS. 2. Indústria petrolífera – Inovações tecnológicas. 3.
Petróleo – Prospecção – Brasil. I. Dalla Costa, Armando João, 1955-. II.
Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Sociais Aplicadas.
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico. III. Título.

CDD 338.2728

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da de de **MAGNO FERNANDO CARNEIRO**, intitulada: "**Petrobras no Pré-Sal: geração e uso de novas tecnologias**", após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua Aprovação.

Curitiba, 17 de Março de 2016.


Prof ARMANDO JOÃO DALLA COSTA (UFPR)
(Presidente da Banca Examinadora)


Prof ADRIANA SBICCA FERNANDES (UFPR)


Prof JOSE FELIPE ARAUJO DE ALMEIDA

À minha família, razão maior.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Armando João Dalla Costa, por toda a generosidade na entrega do conhecimento e pela orientação na busca do novo.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico - PPGDE do Setor de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do Paraná.

RESUMO

As reservas de petróleo no Brasil devido as características geológicas encontram-se nas bacias sedimentares localizadas ao longo da costa em solo oceânico em uma região conhecida como província do pré-sal. Contudo, não havia tecnologia disponível no setor petrolífero para a exploração e produção em um ambiente tão adverso. Com o propósito de desenvolver tecnologia para a exploração e produção de petróleo no pré-sal. A Petrobras constituiu um sistema de inovação gerenciado pelo (CENPES) com o objetivo de coordenar as atividades de P&D desenvolvidas pelos seus parceiros. Para tal, estabeleceu uma rede complexa conforme o modelo tripple helix, agrupada por temas de interesse denominada como: redes temáticas. Composta por Instituições de ensino e pesquisa pública e particulares e empresas de base tecnológica. Em 2006 a Petrobras encontrou óleo e gás no pré-sal; em 2007 implantou o Programa Tecnológico para o Desenvolvimento da Produção dos Reservatórios do Pré-sal (PROSAL). Esta dissertação tem como objetivo analisar a evolução do aprendizado tecnológico a evolução do conhecimento a partir do sistema de inovação da Petrobras. A conclusão geral foi a constatação de que o sistema tecnológico implantado pela Petrobras, permitiu a companhia produzir conhecimento e gerar tecnologia para viabilizar a produção e permitir ao país a autossuficiência em petróleo.

Palavras-chave: Sistema de Inovação. Redes Temáticas. Petrobrás. Exploração do Pré-Sal.

ABSTRACT

Oil reserves in Brazil due to geological features are found in sedimentary basins located along the coast on the ocean floor in a region known as the pre-salt province. However, there was no technology available in the oil sector for exploration and production in such a harsh environment. In order to develop technology for the exploration and production of oil in the pre-salt. Petrobras was an innovation system managed by (CENPES) in order to coordinate R & D activities carried out by its partners. To this end, it established a complex network as tripple helix model, grouped by topics of interest known as thematic networks. Composed by educational institutions and public and private research and technology-based companies. In 2006, Petrobras found oil and gas in the pre-salt; in 2007 It was established the Technological Program for the Development of Production of Pre-salt reservoirs (Prosal). This thesis aims to analyze the evolution of technological learning the evolution of knowledge from Petrobras innovation system. The general conclusion was the fact that the technological system implemented by Petrobras allowed the company to produce knowledge and generate technology to enable the production and enable the country to self-sufficiency in oil.

Keywords: Innovation System. Thematic Networks. Petrobras. Exploration Pre-Salt.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

GRÁFICO 1 - TAMANHO E QUALIFICAÇÃO DOS GRUPOS DE PESQUISA.....	60
FIGURA 1- REDE DE COOPERAÇÃO DA PETROBRAS RESULTANTE DE PATENTES, NO PERÍODO DE 1982 A 2000.....	80
QUADRO 1 - PRINCIPAIS TIPOS REDES	23
QUADRO 2 - PETROBRAS - FASES DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO OFFSHORE (1955-2012) .	47
QUADRO 3 - REDES TEMÁTICAS	57
QUADRO 4 - ÁREAS DE DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS CIENTÍFICAS	63
QUADRO 5 - EBT'S QUE SURGIRAM A PARTIR DA COOPERAÇÃO COM A PETROBRAS	64
QUADRO 6 - REDE DE COOPERAÇÃO TECNOLÓGICA DE RELACIONAMENTOS DA PETROBRAS.....	76

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - PRODUTIVIDADE ANUAL MÉDIA DOS PESQUISADORES.....	69
TABELA 2 - PRODUTIVIDADE DOS PESQUISADORES DAS ÁREAS DE MAIOR CONCENTRAÇÃO.....	69
TABELA 3 - RELAÇÃO ANUAL DOS 50 MAIORES DEPOSITANTES DE PEDIDOS DE PATENTE NO BRASIL, COM PRIORIDADE BRASILEIRA, NO PERÍODO DE 1999 A 2003.	72
TABELA 4 - PEDIDOS DE PATENTES DE INVENÇÃO OU DE MODELO DE UTILIDADE	75
TABELA 5 - TOTAL DE PATENTES CONCEDIDAS.....	755
TABELA 6 - GRAU DE CENTRALIDADE E GRAU DE CENTRALIDADE NORMALIZADO (1982 A 2000).....	78
TABELA 7 - INSTITUIÇÕES BRASILEIRAS COM MAIOR NÚMERO DE COAUTORIAS COM PESQUISADORES VINCULADOS À PETROBRAS OU AO CENPES – 2001 A 2010.....	822
TABELA 8 - PAÍSES COM MAIOR NÚMERO DE COAUTORIAS COM PESQUISADORES VINCULADOS À PETROBRAS OU AO CENPES E COM PESQUISADORES VINCULADOS A INSTITUIÇÕES BRASILEIRAS – 2001 A 2010.....	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIMAQ – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

CNPq - CONSELHO NACIONAL DE PESQUISA

CT's - CENTROS TECNOLÓGICOS

EBT's - EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA

EPO - ESCRITÓRIO EUROPEU DE PATENTES

EPO - ESCRITÓRIO EUROPEU DE PATENTES

ICT's – INSTITUIÇÕES DE CIENCIA E TECNOLOGIA

INPI – INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA

SNI – SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO

P&D – PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO: ECONOMIA EVOLUCIONÁRIA NEO-SCHUMPETERIANA	15
2.1 Path-Dependence, Lock-In E A Influência No Curso Da Trajetória Tecnológica.	16
2.2 APRENDIZADO TECNOLÓGICO	17
2.2.1 Características do Conhecimento Científico.....	18
2.2.2 O Aprendizado e Formação do Conhecimento Tácito dos Agentes.....	20
2.3 REDES DE COOPERAÇÃO E INOVAÇÃO	22
2.3.1 Redes: Formas de Aprendizado Tecnológico.....	25
2.3.2 Classificação das Redes	26
2.3.3 Tripple Helix: Universidade-Indústria-Governo.....	29
2.4 SISTEMAS DE INOVAÇÃO.	30
3 PETROBRAS.....	35
3.1 O INÍCIO DA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO NO BRASIL.....	35
3.1.1 Fundação da Petrobrás.....	36
3.2. A TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA E A DESCOBERTA DE PETRÓLEO NAS CAMADAS DO PRÉ-SAL.....	37
3.2.1 A trajetória de P&D na Petrobrás	38
3.2.2 Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisas de Petróleo (CENAP)	40
3.2.3 Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da PETROBRAS (CENPES).....	41
3.2.4 Exploração E Produção De Petróleo Em Bacias Sedimentares Offshore	42
3.3 SALTO TECNOLÓGICO NA PRODUÇÃO DE PETRÓLEO A PARTIR DE 1986: RESERVATÓRIOS EM ÁGUAS PROFUNDAS	43
3.3.1 Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP).....	44
3.3.1.1 PROCAP 1.000 – Tecnologias para o desenvolvimento da produção em águas profundas.....	44
3.3.1.2 PROCAP 2.000 – Tecnologias para águas ultraprofundas	45
3.3.1.3 PROCAP 3.000 – Em busca de novas soluções para os desafios das águas ultraprofundas	46
3.4 O PRÉ-SAL	48
3.4.1 Origem e Formação do Pré-Sal.....	50

3.4.2 Programa Tecnológico para o Desenvolvimento da Produção dos Reservatórios do Pré-sal (PROSAL)	51
3.4.3 Reservas Provadas de Petróleo da Petrobras	53
3.4.4 A Produtividade Da Província Do Pré-Sal	54
4. SISTEMA TECNOLÓGICO DE INOVAÇÃO DA PETROBRAS	55
4.1 REDES TEMÁTICAS E OS NÚCLEOS REGIONAIS	55
4.1.1 Núcleos Regionais	57
4.1.2 Resultados Das Parcerias Da Petrobras Com Universidades E Centros De Pesquisa.....	58
4.1.3 Parcerias entre Petrobras, Universidades e Institutos de Ciência e Tecnologia (ICT´s):	58
4.1.4. Financiamento dos Grupos de Pesquisa que cooperam com a PETROBRAS	61
4.1.5 Parcerias com outras empresas.....	62
4.1.6 Geração de conhecimento e tecnologia	62
4.1.7 A PETROBRAS e ICTS : a construção das parcerias e resultado	65
4.2 A COOPERAÇÃO ENTRE: UNIVERSIDADES, INSTITUIÇÕES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA (EBT´S)	67
4.2.1 Entraves na formação de cooperação.....	70
4.3 REDES DE COOPERAÇÃO DA PETROBRAS	72
4.3.1 A Propriedade Industrial	73
4.3.2 PETROBRAS: Cooperação Tecnológica e Propriedade	74
4.3.4 A Rede de relacionamentos da PETROBRAS	75
4.3.5 Configuração da Rede PETROBRAS.....	77
4.4 A PRODUÇÃO CIENTÍFICA BRASILEIRA NAS ÁREAS DE INTERESSE DA PETROBRAS	81
4.4.1 A Produção Científica Nos Setores De Petróleo E Gás Natural.....	81
4.5 POLÍTICA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA O PRÉ-SAL	83
5 CONCLUSÃO	86
REFERÊNCIAS.....	89

1 INTRODUÇÃO

O setor de petróleo impulsionou a indústria mundial como um todo ao longo do séc. XX, sobretudo em setores industriais com elevada complexidade, como indústria química, alimentícia, farmacêutica, entre outras, tiveram forte desenvolvimento alimentados pelos lucros provenientes do elevado valor agregado dos derivados de petróleo.

Sendo o petróleo um recurso natural e finito tem significativa relevância geopolítica mundial. As principais reservas mundiais conhecidas de petróleo concentram-se no Oriente Médio e em função das características geológicas estes reservatórios encontra-se em campos *onshore*¹. A indústria de petróleo *offshore*² teve início nos Estados Unidos na última década do séc. XIX. As empresas petrolíferas iniciaram a exploração na costa da Califórnia, nos Estados Unidos, a tecnologia empregada era adaptada da exploração *onshore*. Com o desenvolvimento em pesquisas e tecnologia a indústria foi redirecionada para o Golfo do México, onde foi perfurado o primeiro poço offshore em Caddo Lake, Louisiana, em 1911. No início da década de 60, com a descoberta de petróleo no Mar do Norte na Noruega em águas mais profundas em relação ao Golfo do México, exigiram o desenvolvimento de novas tecnologias de exploração e produção. (MORAIS, 2013).

As reservas de petróleo no Brasil devido as características geológicas encontram-se nas bacias sedimentares localizadas ao longo da costa em solo oceânico e com elevada profundidade. A Petrobras iniciou a exploração *offshore* em 1966 com a construção da Plataforma Petrobras I (P-1), Esta foi a primeira plataforma flutuante construída em solo brasileiro com base em projeto da The Offshore Co. e Petroleum Consultants, de Houston Estados Unidos. (PLANALTO. GOV. BR)

¹ O termo *onshore*, no setor de petróleo, refere-se às operações de exploração e de produção efetivadas no mar, o que envolve as operações petrolíferas realizadas tanto ao largo da costa marítima quanto em alto mar. Tais operações, apresentam o fator tecnologia como um limitante para a exploração de petróleo em águas ultra profundas.

² O termo *offshore*, no setor de óleo e gás, refere-se às operações de exploração e de produção efetivadas em bacias sedimentares em terra, primeiro sistema a ser desenvolvido, com custos menores e engenharia menos complexa em relação à exploração submarina.

Com descoberta de novos reservatórios na bacia de campos offshore com lamina d' água superior a 400 metros, a PETROBRAS formulou em 1986, o Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP). A companhia fomentou a capacitação de toda a cadeia produtiva; incluindo o desenvolvimento da rede de fornecedores e com investimentos em capacitação de mão de obra e desenvolvimento e licenciamento de novas tecnologias. O programa teve três edições: PROCAP 1.000, PROCAP 2.000 e PROCAP 3.000. (ORTIZ, 2006; MORAIS, 2013).

O Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP) teve vital importância no programa da Petrobras para a exploração na bacia de Campos localizada em águas profundas e serviu de suporte para o desenvolvimento de novas tecnologias que possibilitaria a produção na província do pré-sal³. A PETROBRAS finalizou o programa PROCAP em março de 2011, o programa proporcionou a empresa a liderança em tecnologia *offshore*.

O primeiro poço perfurado na camada pré-sal foi o bloco exploratório BM-S-10, em PARATI. Em 31 de dezembro de 2004, iniciaram-se as perfurações no poço 1-RJS-617. Em março de 2006 o poço atingiu 7.600 metros, foi encontrado somente gás condensado, porém não foi encontrado petróleo. Em 24 de março de 2006, no campo de TUPI, novas perfurações foram efetuadas no poço 1-RJS-628A, desta vez com sucesso. Em 11 de julho de 2006 a Petrobras encontrou óleo e gás. A Petrobras implantou em 2007 o Programa Tecnológico para o Desenvolvimento da Produção dos Reservatórios do Pré-sal (PROSAL). Com a finalidade de coordenar os diversos projetos de Pesquisa e desenvolvimento técnico necessário para viabilizar a exploração e produção na província do pré-sal. O PROSAL desenvolve projetos em parceria com universidades nacionais e internacionais e cadeia de fornecedores de produtos e serviços (MORAIS, 2013).

Isto posto, esta dissertação tenciona analisar o conhecimento científico e tecnológico desenvolvido pelo sistema de inovação da Petrobras na geração

³ Província do pré-sal: denominação dada a bacia sedimentar onde estão localizados os campos de petróleo, com aproximadamente 800 km de extensão por 200 km de largura, no litoral entre os estados de Santa Catarina e Espírito Santo.

e uso de novas tecnologias na exploração e produção de óleo e gás no Pré-sal. Este sistema tecnológico complexo instituído pela Petrobras, que proporcionou ao Brasil a autossuficiência na produção de óleo e gás, além de elevar a companhia ao posto de líder mundial nos desenvolvimentos de tecnologia no setor de Petróleo. Para tal análise utilizaremos como diretriz o referencial teórico a economia evolucionária neo-schumpeteriana, cujo *mainstream* tem como ênfase a dinâmica e economia como um processo em constante movimento.

Os objetivos específicos: a) Demonstrar a trajetória tecnológica das Redes Temáticas no desenvolvimento de tecnologia e pesquisa básica; b) Descrever a rede de cooperação entre Universidades, Instituições de ciência e tecnologia e empresas de Base tecnológica (EBT's); c) Analisar a produção científica brasileira nas áreas de interesse da Petrobras. Tendo como referência o modelo: Tripple Helix (Universidade-Indústria-Governo).

Para tal, a dissertação foi subdividida em quatro capítulos, além desta introdução. Capítulo 2 o qual aborda o referencial teórico proposto para análise. Capítulo 3 PETROBRAS: descreve o início da indústria de petróleo no Brasil; o salto tecnológico na produção de petróleo a partir de 1986: reservatórios em águas profundas; a evolução da Petrobrás e a trajetória tecnológica na descoberta e produção de petróleo nas camadas do pré-sal. Capítulo 4: Apresenta o sistema tecnológico de inovação da Petrobras. Descreve as redes temáticas e os núcleos regionais; a produção científica brasileira nas áreas de interesse da Petrobras; a cooperação entre: Universidades, instituições de ciência e tecnologia e empresas de base tecnológica (EBT's).

Para a realização dessa dissertação houve a consulta a PETROBRAS; ao Centro de Memórias da PETROBRAS; ao material de consulta e resultado de pesquisas enviado pelo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (CENPES); ao Conselho Nacional do Petróleo (CNP); Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e ao Instituto Nacional De Propriedade Industrial (INPI).

Por fim, serão expostas as considerações finais da dissertação sob a forma de conclusão.

2 REFERENCIAL TEÓRICO: ECONOMIA EVOLUCIONÁRIA NEO-SCHUMPETERIANA

Para analisar a geração de conhecimento e tecnologia desenvolvido pelo sistema tecnológico de inovação da Petrobras na geração e uso de novas tecnologias, tomaremos como diretriz o referencial teórico: economia evolucionária neo-schumpeteriana. Pois, a implantação deste sistema tecnológico possibilitou a exploração e produção de petróleo na província do pré-sal, região onde os campos de petróleo encontram-se no leito do oceano com profundidade superior a 7000 metros.

Para tal análise podemos observar um traço fundamental encontrado no *mainstream* dos evolucionários: a ênfase na dinâmica, a economia como um processo em constante movimento.

Os autores neo-schumpeterianos, são ditos evolucionários ou evolucionistas porque segundo a sua visão, o processo inovador é fruto de tomadas de decisão que fazem frente a um ambiente externo muito complexo e competitivo. Os evolucionários, partem da premissa defendida por Schumpeter, de que a mudança tecnológica é o motor do desenvolvimento capitalista e que a firma é o *locus* de atuação do empresário inovador. A abordagem econômica tradicional tratava a inovação como um elemento exógeno ao sistema econômico. Para os evolucionários o progresso técnico depende além da natureza do setor onde as inovações são geradas, dependem também de fatores institucionais. E por características institucionais como financiamento às atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D).

A atividade inovadora foi definida por Dosi (1988b, p.222); como um conjunto de processos de busca e descoberta, experimentação, desenvolvimento, imitação e adoção de novos produtos, novos processos e novas técnicas organizacionais.

Inovar demanda elevado grau de incerteza, e depende não apenas das atividades relativas a pesquisa e desenvolvimento(P&D), mas também depende da experiência adquirida e acumulada pelos agentes. Para Freeman (1995, p.10), as inovações podem ser incrementais ou radicais. As inovações

incrementais são aperfeiçoamentos derivados de produtos ou processos existentes. As inovações radicais, por outro lado, introduzem novos produtos, serviços ou processos produtivos.

2.1 Path-Dependence, Lock-In E A Influência No Curso Da Trajetória Tecnológica

A definição de *Path-Dependence* pode ser compreendido como o caminho pelo qual a empresa percorre durante o processo de desenvolvimento do conhecimento ou da adoção de determinadas tecnologias. Ao longo do curso, ocorre a adoção de escolhas em detrimento de outras. Esta dinâmica traça novas rotinas, e assim desenha um caminho lógico a respeito do que será desenvolvido no futuro.

A partir da adoção de determinado “caminho de dependência”, em função dos investimento referentes a formação do capital humano e do estoque de conhecimento e de novas tecnologias, esse processo torna economicamente inviável a mudança de rota. Esta lógica da irreversibilidade econômica está ligada ao conceito de *lock-in*.

O conceito de Path-Dependence, lock in e inércia tem origem em um artigo escrito por Paul A David: *Clio and the Economics of QWERTY* (1985, p. 332-337). David demonstra a importância de fatores histórico-econômicos na tomada de decisão. Ainda, a sequência de novas possibilidades de escolhas relacionadas a uma sequência de escolhas anteriores pelos agentes tomadores de decisão. Apesar de não necessariamente tais sequências de decisões anteriores tenham sido tomadas em condições otimizadas, mesmo diante de possibilidades melhores. De acordo com David, a adoção de determinadas tecnologias deve-se a fatos anteriores a sua criação adoção e desenvolvimento e esta trajetória tecnológica pode sofrer influência do acaso e de que, embora

as decisões sejam racionais elas são tomadas em ambientes com assimetria de informações ou informações incompletas.

O conceito de Path-Dependence, considera o surgimento de externalidades positivas e assim, reduz o fator preço na determinação de um resultado ótimo e desta forma surge um padrão. Na medida em que o mercado consumidor tem o domínio da tecnologia. Como exemplo: a disposição das teclas no formato QWERTY. "Historical accidents" can neither be ignored, nor neatly quarantined for the purpose of economic analysis; the dynamic process itself takes on an essentially historical character." (DAVID, 1985, p. 332).

O conceito de Path- Dependence foi inicialmente desenvolvido por David ao demonstrar a adoção do teclado com o formato QWERTY. Este modelo de teclado foi desenvolvido por Christopher Lathan Sholes e utilizado pela E. Remington & Sons. O objetivo da utilização deste modelo era para evitar o emaranhamento das hastes do teclado. Este modelo tornou-se padrão em função da adoção do modelo QWERTY pelos fabricantes de máquinas de escrever e do treinamento dos usuários na utilização do modelo.

Na década de 1930, August Dvorak e W.L. Dealey, desenvolveram outro modelo de teclado: Dvorak Simplified Keyboard ou DSK. Embora alguns experimentos desenvolvidos pela U.S. Navy demonstre a eficiência do DSK, ainda assim este padrão foi adotado. De acordo com David, isto se deve ao fato da difusão do modelo QWERTY, pois o mercado já tinha adotado e criado uma dependência ou aprisionamento (*lock-in*) de uma determinada solução tecnológica.

2.2 APRENDIZADO TECNOLÓGICO

O processo de aprendizado tecnológico na literatura econômica está vinculado a ideia da trajetória tecnológica percorrida por um determinado agente econômico. Neste processo as firmas acumulam conhecimentos e novas habilidades e desenvolvem novas tecnologias e esta pode ser de produtos, novos processos produtivos, equipamentos ou métodos gerenciais. O

estudo do processo de aprendizagem contribui para o aprimoramento da tecnologia e de novos processos. Assim, aumentando a produtividade reduzindo os custos e conseqüentemente aumentando os lucros da empresa.

2.2.1 Características do Conhecimento Científico

O conhecimento *científico fundamental* em essência difere do conhecimento *científico aplicado*. O primeiro notadamente produzido por instituições de pesquisa e universidades trabalha com a pesquisa e desenvolvimento da ciência básica. Portanto, o conhecimento científico fundamental tem como finalidade agregar conhecimento a ciência básica e não tem como finalidade a busca por inovações comercializáveis, seja na forma de produtos ou serviços. O segundo, de grande interesse das empresas e com relação direta com o desenvolvimento das inovações tecnológicas. As firmas por sua vez, utilizam o conhecimento *científico aplicado* no processo inovativo, assim novos produtos e serviços são desenvolvidos elevando a performance e o crescimento das empresas.

Segundo Malerba e Orsenigo (2000, p.289), o mais interessante é entender como o conhecimento pode ser caracterizado e como produz impactos na economia e como o conhecimento gera novos conhecimentos, novos produtos e serviços. Portanto, cabe a distinção entre o conhecimento codificado e o conhecimento tácito. O primeiro é constituído pelo registro escrito em uma linguagem compreensível, a difusão do conhecimento dar-se-á através da leitura do texto e interpretação de desenhos, gráficos, diagramas etc. Como exemplo: artigos técnicos, manuais técnicos, relatórios entre outros. Conforme Malerba e Orsenigo (2000, p.292), o conhecimento codificado pode ser separado em módulos, dividido por etapas de forma que facilita transmissão. E como consequência viabiliza a divisão do trabalho. A transmissão do conhecimento codificado independe do inter-relacionamento dos agentes e tampouco da atividade fabril.

O conhecimento tácito é constituído por meio da cognição dos agentes, habilidade prática e do contato com outros agentes; troca de experiências; adaptações da tecnologia em uso. O conhecimento tácito por sua vez depende de contato direto com o processo produtivo, com a atividade de pesquisa e a interação entre os agentes. Entretanto, o conhecimento tácito é passível de codificação em alguns casos, em outros a codificação sofre alterações a tal modo que tende a alterar o conhecimento em si (o saber fazer; o modo de fazer).

On the other hand, the more knowledge is conceptualized as tacit, the more the emphasis falls on the analysis of the process through which individual agents use that knowledge to generate new products and processes that are initially difficult for rivals to reproduce and thus constitute competitive variety in the economic system. (Malerba e Orsenigo, 2000, p.293)

A diferenciação e a interação entre o conhecimento codificado e o conhecimento tácito estimulou a necessidade de definir competência no âmbito da mudança tecnológica e no processo de inovação. A definição de competência gera amplo interesse das empresas no processo gerencial no que tange o desenvolvimento teórico e técnico e no desenvolvimento de novos produtos e serviços. Sendo assim, competência pode ser definida como: habilidades para desempenhar e desenvolver determinada tarefa ou função e ainda, coordenar interação entre o conhecimento tácito e codificado e desenvolver novos conhecimentos e dessa maneira agregar valor individual e econômico para as empresas e organizações.

De acordo com Malerba e Orsenigo (2000, p.295), o conceito de competência tende a capturar as seguintes ideias:

- a) Diferentes agentes econômicos sabem como fazer coisas diferentes e de maneiras diferentes, assim preservando a heterogeneidade dos agentes.
- b) A competência corresponde a um modo específico do agente em organizar o estoque de conhecimento. Portanto, demonstra a diferença entre ter acesso ao estoque de conhecimento; e de fazer uso no

desenvolvimento de novos produtos e serviços e na geração de novos conhecimentos.

Assim, competências podem ser entendidas como o elo que une as várias partes do conhecimento tácito e codificado. E desta maneira, disponibiliza ao agente econômico todo o estoque de conhecimento necessário para a geração de valor.

2.2.2 O Aprendizado e Formação do Conhecimento Tácito dos Agentes

A análise de como se dá o processo do aprendizado na formação do estoque de conhecimento tornou-se tema de pesquisa na literatura econômica. Pois, o conhecimento (seja codificado ou tácito) é considerado como um dos principais insumos no processo inovador das companhias, em função da geração de valor e desenvolvimento de novos produtos e processos. Assim, de acordo com Malerba e Orsenigo (2000, p.298), o aprendizado tácito está intrinsicamente relacionado ao processo inovador como um todo. Seja este na produção de novo conhecimento e sua disseminação ou na cadeia produtiva e na geração de valor. Ainda, nota-se a complexidade em codificar o conhecimento tácito.

A noção de que o progresso técnico e a elevação nos níveis de produtividade podem ser endógeno ao sistema econômico, tem início no artigo de Keneth J. Arrow. *Economic Implications of Learning by Doing*. (1962). Segundo Arrow, o processo de aprendizagem é um produto derivado da experiência e conseqüentemente o aumento na produtividade decorre do estoque de experiência adquirido ao longo do tempo dedicado a determinada atividade e processo produtivo. Ainda, a experiência tem papel determinante na modificação da percepção individual na busca pela solução de um problema específico. De acordo com Arrow (1962, p. 155). "Learning is the product of experience. Learning can only take place through the attempt to solve problems and therefore only takes place during activity."

Learning by Doing: O aprendizado a partir da experiência direta, aprendendo com a interpretação da experiência em si, e aprender com a experiência dos outros. Este método de aprendizagem é decorrente do próprio processo produtivo e foi desenvolvido por Arrow (1962, p. 155). As repetições sistemáticas das ações produtivas geram aumento na experiência dos trabalhadores e assim, melhoram o desempenho geral da empresa. Este processo gera como subproduto o aumento da produtividade e sem custos adicionais. A experiência adquirida pelos trabalhadores cria condições para antever e detectar problemas e assim solucioná-los antecipadamente. O modelo de aprendizado *learnig by doing*, o processo de aprendizado se dá de forma automática ou mecânica. Ademais, segundo Arrow (1962), o progresso técnico e o aumento na produtividade podem ser concebidos como endógeno ao sistema econômico e o aprendizado é produto da experiência. Learning is the product of experience. Learning can only take place through the attempt to solve a problem and therefore only takes place during activity (ARROW 1962, p. 155).

Learning by Using: Este método foi descrito por Rosenberg (1982) a partir de estudos sobre a indústria aeronáutica dos Estados Unidos. Neste processo o acúmulo de capacidade tecnologia se dá em função da utilização do produto acabado, e não do processo produtivo na construção do produto em si, como ocorre no *learning by doing*. Assim, o usuário final do produto a partir do período de adaptação da utilização e domínio da nova tecnologia, o usuário passa a otimizar o uso do equipamento. Este modo de aprendizagem é observado em sistemas de tecnologia complexa e com altos custos de aquisição e manutenção. A principal diferença entre o *learnig by doing* e o *learning by using*, se dá na busca ativa da tecnologia por parte do usuário. No *learnig by using*, o aprendizado não se dá de forma automática.

Learning by interacting: Neste processo o aprendizado se dá a partir de laços de cooperação conjunta entre usuários e produtores e desenvolvedores de tecnologia. Portanto, neste modelo ocorre o desenvolvimento e introdução de novas tecnologias, novos métodos e novos processos.

Outros processos citados na literatura: *Learning by Trying*; *Learning by Researching*; *Learning by Imitating*: Estas formas de aprendizado diferem no modo como se dá a busca do conhecimento. O processo de aprendizagem pode ser automática e sem esforço como no *learning by doing*. Entretanto, as firmas normalmente investem no aprendizado e no desenvolvimento tecnológico, o que caracteriza como uma busca consciente pelo aprendizado.

2.3 REDES DE COOPERAÇÃO E INOVAÇÃO

Os agentes econômicos (empresas privadas ou públicas, instituições de ciência e tecnologia, instituições financeiras públicas ou privadas, consumidores, entre outros) desenvolvem parcerias estratégicas de cooperação de alta complexidade e interdependência para as mais diversas finalidades. Tais parcerias formam as redes de cooperação e tem como característica uma relação simbiótica entre os agentes econômicos.

A construção de redes de inovação surge a partir da necessidade dos agentes econômicos de superar novos paradigmas tecnológicos e integrar novos conhecimentos e competências ao setor produtivo e de pesquisa e inovação. A ideia de Redes de Inovação está relacionada ao desenvolvimento tecnológico, na medida em que são formadas a partir de múltiplos arranjos institucionais com a finalidade de: desenvolver, adaptar e difundir novas tecnologias. Embora, o conceito de Redes e sua formação tenham sido utilizados por empresas em fins do séc. XIX e início do séc. XX a partir do modelo fordista de produção, com a finalidade de viabilizar a economia de escala e de escopo, redução de custos de produção

As redes são formadas por meio de arranjos cooperativos, ou alianças entre os mais diversos agentes econômicos: sejam empresas, instituições de ciência e tecnologia, instituições financeiras, entre outras.

A network may be defined as a closed set of selected and explicit linkages with preferential partners in a firm's space of complementary assets and market relationships, having as a major goal the reduction of static dynamic uncertainty. Network relations of a mainly informal and tacit nature, exist also within the local environment, linking through open chains, firms and other local actors... our proposal is to use term "network"("réseau") only in the case of explicit linkages among selected partners and to refer to the former as "milieu relationships". (FREEMAN, 1991 p. 502)

O objetivo principal da formação das redes é o fortalecimento das competências destes agentes frente a crescente complexidade do ambiente concorrencial, através da maior disponibilidade de recursos e informações para os participantes da rede. As redes de inovação tecnológica são relevantes para a aquisição e desenvolvimento de novas tecnologias.

De acordo com Britto (2002, p.360) a coordenação Interorganizacional nas redes de empresas, proporciona ganhos competitivos que ultrapassam a esfera técnico-produtiva. Desta forma, a rede amplia a capacidade de superar a instabilidade e adversidade do ambiente externo.

Freeman (1991, p. 502), apresenta alguns tipos de redes (QUADRO 1).

QUADRO 1 - PRINCIPAIS TIPOS REDES

1	Joint Venture and Research Corporations
2	Joint R&D agreements
3	Technology exchange agreements
4	Direct investment (minority holdings) motivated by technology factors
5	Licensing and second-sourcing agreements
6	Sub-contracting, production-sharing and supplier networks
7	Research Associations
8	Government-sponsored joint research programmes
9	Computerised data banks and value-added networks for technical and specific interchange
10	Other networks, including informal networks

FONTE: FREEMAN, 1991.

Segundo a classificação de Freeman (1991), as redes não são excludentes, os agentes podem fazer parte de acordos com outros agentes envolvidos em outra modalidade de rede.

De acordo com Britto (2002, p. 345) com base no conceito genérico de redes de cooperação é possível analisar temas como:

- a) Alianças estratégicas entre empresas;
- b) Programas de cooperação específicos;
- c) Processos de subcontratação;
- d) Sistemas flexíveis de produção;
- e) Distritos industriais baseados na aglomeração espacial de empresas;
- f) Sistemas nacionais e regionais de inovação.

A ciência econômica analisa a presença de externalidade em determinados mercados e os efeitos diretos e indiretos oriundos da interdependência das ações entre os entes econômicos. As externalidades podem ser de ordem técnica, quando a interdependência altera as características da função de produção dos participantes da rede; de ordem pecuniária, quando alteram os preços relativos na planilha de custos das empresas; ordem tecnológica, referentes ao *spillover effect*, tal efeito altera a adoção e difusão das inovações; de demanda, neste caso a demanda de bens ofertados afeta os outros membros da rede.

As redes são caracterizadas, segundo Britto (2002) por quatro elementos morfológicos básicos na sua formação: pontos ou nós; posições; elos ou links e fluxos.

- a) Pontos ou nós: estes são elementos primários na formação das redes e se referem aos agentes ou eventos. Cada ponto apresenta características específicas, mesmo fazendo parte da mesma atividade, cada ponto controla atividades essenciais aos demais agentes participantes da rede;
- b) Posições: cada ponto apresenta uma função-chave dentro da rede e desta, dependem os demais pontos;
- c) Elos ou links: estes relacionam os mais variados pontos entre si, a partir da posição que se encontram dentro da rede, e esta ligação entre os pontos se dá em função de características comuns e complementariedade entre os agentes;
- d) Fluxo: este é caracterizado como a quantidade ou volume de estímulos que trafega entre os pontos da rede. O fluxo pode ser

caracterizado como tangíveis e intangíveis. O primeiro pode ser definido como transações possíveis de serem medidas e quantificadas, como exemplo, transações comerciais. O segundo, em função da imaterialidade do conteúdo não é possível mensuração, por exemplo: quantidade e qualidade de informações.

2.3.1 Redes: Formas de Aprendizado Tecnológico

Conforme Britto (2002, p.363), o aprendizado coletivo dos participantes do ambiente intrarede pode apresentar as seguintes características:

Primeiro, desenvolvimento cooperativo de conhecimentos tecnológicos entre os componentes da rede, com a finalidade estrita de - Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Portanto, as redes estruturam-se a partir de projetos particulares e específicos, os demais componentes da rede participam do projeto de acordo com as competências complementares de cada participante em dada fase do Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

Segundo, outra forma de aprendizado intrarede, refere-se a circulação de conhecimento tecnológico através do intercâmbio de informações que retroalimenta os agentes da rede. Este tipo de cooperação proporciona significativo avanço na velocidade e disseminação das inovações.

A terceira forma de aprendizado no ambiente intrarede, está relacionado com o fomento das competências de cada agente individual participante da rede. Através de investimentos na formação e qualificação dos recursos humanos. Além da redução do hiato de competências entre os participantes da rede, isto se dá através da padronização de métodos e de processos.

A última forma de aprendizado relaciona-se a difusão de novas tecnologias. Assim, a rede atua como um mercado organizado, ainda de acordo com Britto (2002 p.364), a difusão de novas tecnologias tem sua velocidade aumentada, se comparada com transações entre empresas que não participam de redes.

2.3.2 Classificação das Redes

Segundo Britto (2002, p. 367). Dentre os tipos descritos na literatura três são recorrentes. Eis os principais: Redes de subcontratação; Distritos e Aglomerações Industriais e Redes tecnológicas. Contudo, este trabalho descreve ainda a coordenação interorganizacional nas redes e um quarto tipo: Redes de Produtos Complexos.

Coordenação interorganizacional nas redes: A formação das redes possibilita aos participantes além de ganhos de produtividade e de conhecimento técnico e científico mas, sobretudo a capacidade de fazer frente a instabilidade do ambiente externo. Este ponto está relacionado com a estrutura que organiza a hierarquia intrarede e assim viabiliza a resolução de conflitos internos. Desta forma, atua na interação entre os agentes econômicos participantes da rede, regulamentando através do estabelecimento de contratos. E assim, gerenciando a divisão proporcional dos ganhos de produtividade e da renda gerada a partir da rede estabelecida.

Redes de subcontratação: Apresenta como característica a cooperação entre fornecedor-cliente e produtor-usuário. Este tipo de rede apresenta acordos de longa duração, forte integração técnica e intercâmbio de informações entre os agentes e reduzido número de participantes da rede. Este tipo de rede surge a partir da desverticalização de grandes empresas produtoras de bens de consumo duráveis. Este modelo fomenta a produção de produtos diferenciados oriundos de plataforma comum aos participantes da rede. Esta forma de organização de rede proporciona grande flexibilidade produtiva principalmente em função das novas formas de organização e gestão da produção (just-in-time; lead time), tem como exemplo a indústria automobilística moderna. As montadoras ainda transferem a produção e desenvolvimento de componentes maiores e de maior complexidade para empresas participantes da rede, contratos conhecidos como terceirização.

Distritos e Aglomerações Industriais: Este modelo tem como característica o substancial aumento nos ganhos de eficiência advindos da aglomeração espacial de atividades afins relacionados com o desenvolvimento tecnológico ou de mercado. O conceito de distritos industriais inicialmente foi elaborado por Alfred Marshall e relaciona o aumento de produtividade proveniente da especialização das empresas que atuam no mesmo ramo de atividades. Este formato de rede aglomeração ou cluster apresenta empresas e também outras instituições num mesmo local. Este ambiente proporciona a elevação da competitividade entre empresas que atuam em um mesmo segmento. Como exemplo, podemos citar: Distritos industriais em setores de alta tecnologia como os Parques tecnológicos.

Redes tecnológicas: Esta forma de organização em rede tem com objetivo a cooperação dos mais diversos agentes econômicos para o desenvolvimento e aprimoramento de conhecimento científico e técnico. Conceito de Rede tecnológica, segundo (CALLON,1992, apud BRITTO, 2002, p. 386).

“A situação onde a configuração organizacional envolve a articulação de agentes autônomos e interdependentes, objetivando a introdução de uma inovação no mercado e/ou a difusão extensiva da mesma pelo tecido industrial, cuja interação resulta na consolidação de mecanismos de “coordenação coletiva” das decisões tomadas. Na medida em que a estruturação deste tipo de configuração associa-se a um objetivo concreto”

Este modelo de rede não raro é instituído através de programas tecnológico de agências governamentais. O núcleo deste tipo de associação cooperativa em função da especificidade não requer aglomeração espacial e não necessariamente está associado a empresas privadas. Esta configuração de cooperação assume um caráter multidisciplinar de pesquisa.

As redes tecnológicas apresentam como características principais os seguintes pontos (BRITTO, 2002, p. 283-384):

- a) Elevada interdependência e complementariedade das competências individuais dos agentes que integram a rede;

- b) Contratos, onde os resultados são de difícil identificação e “repartidos *ex-ante* (contratos incompletos)”;
- c) Projetos de pesquisa onde ocorre a cooperação entre diversas áreas do conhecimento científico e tecnológico;
- d) Pesquisas cujo produto final (inovação) os direitos de propriedade não estejam claramente definidos;
- e) Conhecimento de caráter “*tácito*” de difícil transmissão, exigindo assim processos específicos de requalificação e cooperação;
- f) Produtos sujeitos a instabilidade do mercado e incertezas tecnológicas.

As redes de inovação apresentam conexões diretas entre os indivíduos responsáveis pela pesquisa científica e técnica e a produção industrial (esta responsável pela utilização de fato da inovação incorporada ao produto). Outro ponto importante, divisão do trabalho em várias etapas do desenvolvimento, esta divisão apresenta resultados e “*feedback loops*” entre as mudanças de fase.

A configuração institucional das Redes de Inovação envolve em sua constituição empresas de base tecnológica (EBT's) que geram o efeito transbordamento (*spin-off*), ocorre quando uma tecnologia deriva de outras tecnologias previamente existentes. Este formato apresenta acordos de cooperação com Instituições de Ensino e Pesquisa – Universidades Públicas e Privadas, com objetivo de formação de mão de obra específica.

Redes de Produtos Complexos: Esta configuração tem como foco o desenvolvimento de produtos, serviços de elevado grau de sofisticação técnica, científica e de materiais. Tais produtos são produzidos em escalas reduzidas ou produção unitária. Ainda, são produtos ou serviços desenvolvidos de acordo com a necessidade do cliente. Como exemplo: plataformas de petróleo offshore entre outros. A elevada complexidade deste arranjo demanda uma configuração institucional de forma que necessitam de um agente que atue como “integrador de Sistemas”. Tal agente, coordena as mais diversas competências dos fluxos internos (tangíveis e intangíveis) proveniente dos

fornecedores de subsistemas, componentes e de softwares ente outros. Estes produtos envolvem processos e equipamentos com valores elevados, que normalmente não são definidos anteriormente em função do elevado grau de complexidade tecnológica.

2.3.3 Tripple Helix: Universidade-Indústria-Governo

A rede de interação e cooperação entre firmas, instituições de ensino e pesquisa e instituições governamentais com a finalidade de desenvolver e difundir o avanço técnico e científico e assim fomentar o desenvolvimento econômico gerou o conceito do *Tripple Helix*. Segundo o qual, em uma economia baseado no conhecimento, a firma não é o único agente no desenvolvimento da invenção, inovação e difusão. Neste novo conceito as instituições de ensino e pesquisa e instituições governamentais tornam-se novos atores participam ativamente de todo o processo de inovação.

A tese Tripple Helix surge em meados da década de 1990 período em que segundo Leydesdorff (1995) as Universidades e as indústrias eram estimuladas pelas instituições governamentais a estreitar o relacionamento e assim desenvolver novas tecnologias. A teoria foi desenvolvida por Henry Etzkowitz, pesquisador com interesse na relação entre a indústria e a Universidade e Loet Leydesdorff, pesquisador com interesse no modelo evolucionária em que ocorre o envolvimento entre as diferentes e independentes esferas de atividade econômica.

O conceito Tripple Helix tem como base interação e cooperação entre três esferas independentes que simbolizam: Universidade-Indústria-Governo. Desta forma, o modelo é representado por uma figura espiral de três hélices, onde cada hélice representa uma esfera de atuação. A relação entre os agentes está em constante transição, visto que cada agente tem seus próprios interesses o que pode gerar diferentes níveis de integração e sinergia ao longo do tempo.

No modelo Tripple Helix, os participantes da rede (Universidade-Indústria-Governo), interagem e cooperam mutuamente. Entretanto, os agentes mantêm características e a identidade individual.

As Universidades, além de produzir pesquisa básica e desenvolver novas tecnologias, não raro promovem o desenvolvimento de novas empresas *start-ups*⁴. Segundo o modelo, as instituições governamentais regulam as relações entre os agentes econômicos e esta regulação pode dar-se através de leis, incentivos ou isenções fiscais ou ainda através de financiamento em que elevadas taxas de risco são consideradas. Ainda, conforme o modelo as firmas atuam em todo o processo produtivo e na geração e desenvolvimento de novos produtos e serviços de novas tecnologias através dos laboratórios e departamento de P&D.

2.4 SISTEMAS DE INOVAÇÃO.

Um sistema de inovação pode ser definido como: Um conjunto de instituições públicas e privadas que contribuem nos âmbitos macro e microeconômico para o desenvolvimento e difusão de novas tecnologias. (SBICCA e PELAEZ, 2006, p.417).

A análise dos sistemas de inovação é relevante na medida em que as atividades de pesquisa, desenvolvimento e disseminação do conhecimento são transformados pelas empresas em novas tecnologias aplicadas a novos produtos e novos processos produtivos e novos serviços. E assim, disseminados nos mais variados e diversos mercados. Sob a ótica sistêmica a inovação tem como característica a ação coordenada dos diversos atores que compõe um sistema entre eles: empresas; instituições financeiras; órgãos governamentais e Universidades entre outros. A inovação não ocorre de maneira isolada nas firmas, pois estas sofrem influência do meio ambiente em

⁴ start-ups: São empresas recém-criadas de base tecnologia e com proposta inovadora e não raro fomentadas a partir de incubadoras nas Universidades.

que estão inseridas como: regulamentação; políticas governamentais; conjuntura de mercado.

Os sistemas de inovação em função da delimitação das fronteiras podem assumir características locais, regionais, nacionais ou ainda supranacionais. Tal recorte, não impede que ainda possam enquadrar-se na classificação de sistema setorial.

De acordo com Carlsson e Stankiewicz (1991, p.111). Os sistemas tecnológicos são multidimensionais e constituídos por elementos correlacionados como: conhecimento; competências; redes entre outros. As fronteiras nacionais constituem uma fronteira natural para alguns tipos de sistemas de inovação. Os autores citam ainda a noção de sistemas internacionais e quando os limites da fronteira dependem das circunstâncias como desenvolvimento técnico, requisitos de mercados e grau de interdependência entre os agentes econômicos.

A technological system may be defined as a network of agents interacting in a specific economic/industrial area under a particular institutional infrastructure or set of infrastructures and involved in the generation, diffusion, and utilization of technology. Technological systems are defined in terms of knowledge/competence flows rather than flows of ordinary goods and services. They consist of dynamic knowledge and competence networks. In the presence of an entrepreneur and sufficient critical mass, such networks can be transformed into development blocks, i.e. synergistic clusters of firms and technologies within an industry or a group of industries. (Carlsson e Stankiewicz 1991, p.111)

Sistema Setorial de Inovação (SSI): Tem como característica o desenvolvimento tecnológico de atividade setorialmente convergente. Este modelo transcende a proximidade geográfica, pois em alguns casos o sistema cruza as fronteiras nacionais. O sistema Setorial de Inovação tem como característica um conjunto de atividades interligadas por grupos de produtos ou serviços com uma base comum de conhecimento.

A análise do sistema setorial de inovação é relevante na medida em que auxilia a identificação de fatores determinantes em um processo de

*catching-up*⁵. Exemplo clássico de *catching up*: O caso do Japão na década de 70 principalmente nos setores da indústria automotiva e eletrônica.

Segundo Malerba (2004), um sistema setorial de inovação (SSI) pode ser definido como:

The concept sectoral system of innovation and production provides a multidimensional, integrated and dynamic view of sectors. It is proposed that a sectoral system is a set of products and the set of agents carrying out market and non-market interactions for the creation, production and sale of those products. A sectoral systems has a specific knowledge base, technologies, inputs and demand. Agents are individuals and organizations at various levels of aggregation. They interact through processes of communication, exchange, co-operation, competition and command, and these interactions are shaped by institutions. A sectoral system undergoes change and transformation through the co-evolution of its various elements. (Malerba 2004, p.16)

Para Malerba (2004, p.17), os principais elementos básicos que compõem um Sistema Setorial de Inovação (SSI), incluem: a) Conhecimento e tecnologia; b) atores e redes ; c) instituições.

a) Conhecimento e domínio tecnológico: qualquer setor pode ser caracterizado por conhecimentos básicos e domínio tecnológico e insumos específicos no que concerne o processo inovativo. Além da disseminação do conhecimento e bens e serviços. Segundo Malerba (2004, p.18), para cada sistema setorial de inovação (SSI), em princípio é possível o desenvolvimento de uma matriz tecnologia-produto que pode interagir com uma variedade de outras tecnologias oriundas de outros setores. Ainda, a matriz tecnologia-produto difere entre setores e alteram o comportamento e o processo inovativo das empresas e organizações dentro de um setor.

b) Atores e Redes: um setor é composto por agentes heterogêneos que são organizações e indivíduos. Em um sistema setorial de inovação (SSI), dá-se a interação via comunicação entre os agentes e através de cooperação, trocas e concorrência entre firmas e não-firmas (não-firmas são Universidades, organizações financeiras, agências

⁵ Catching up: processo pelo qual um país reduz o gap tecnológico, aumento de produtividade e renda em relação aos países desenvolvidos.

governamentais, autoridades locais entre outros). Portanto, em uma perspectiva sistêmica, ocorre a interação e troca de conhecimento entre os mais variados atores. Ainda segundo Malerba (2004, p.24), as firmas são os atores principais em sistema setorial de inovação, por que elas estão imersas em todo o processo de inovação, produção e vendas de produtos e serviços de um determinado setor. Além da adoção e utilização e disseminação de terminadas tecnologias, segundo suas crenças, competências e organização.

c) instituições: que incluem normas, rotinas, hábitos e práticas comuns estabelecidas e leis, padrões entre outros, que moldam a cognição, as ações e as interações dos agentes.

Dinâmica e transformação de um sistema setorial: Conforme Malerba (2004, p.29 apud Nelson, 95 e Metcalfe, 98), a dinâmica de um sistema setorial ocorre através de um processo de seleção e variedade de geração (geração de produtos, tecnologias firmas instituições). Assim, a dinâmica de um sistema setorial afeta a dinâmica industrial, através do processo de variedade e seleção, considerando as mais variadas diferenças que permeiam um sistema setorial. Como exemplo o desenvolvimento de um novo departamento ou novas instituições de regulação. Por outro lado, o processo de seleção tende a reduzir a heterogeneidade do sistema de inovação.

Coevolução e transformação de um sistema setorial: segundo Malerba (2004, p.30) mudança é uma característica intrínseca de um sistema setorial de inovação, porém não significa somente crescimento quantitativo e crescimento em quantidade de variáveis de um sistema setorial, mas sobre tudo a mudança significa transformação e evolução.

Indicadores de desempenho de um sistema de inovação: Segundo Sbicca e Pelaez, (2006, p.420), um indicador utilizado para medir o desempenho das atividades de P&D é o percentual do BIB para um país, ou percentual do faturamento bruto para uma empresa. Este indicador permite fazer comparações e posicionar no ranking a empresa ou país. Entretanto, não atinge o resultado do desenvolvimento tecnológico produzido pelo sistema em si. Outro indicador é o número de patentes registradas, contudo existe a

incerteza referente a transformação do direito de patente em um novo produto ou processo produtivo. Outro indicador é a bibliometria que quantifica a produção científica através da publicação de artigos e de citações em periódicos gerando assim informações estratégicas para o agente público. Como indicador de resultados são utilizados o - volume de produção da indústria de bens e serviços que adotam novas tecnologias.

3 PETROBRAS

Embora o a exploração e produção de petróleo fosse monopólio estatal desde a criação do Conselho Nacional do Petróleo (CNP) em 1938. O CNP, não dispunha de recursos científicos, financeiros e de pessoal necessários para efetivamente explorar e produzir petróleo e gás natural. Segundo publicação do extinto Cento de Estudo e Defesa do Petróleo. A questão chave residia no refino e na industrialização, que eleva o valor agregado e aumenta a lucratividade. A instalação de refinarias poderia ser imediata, e poderia produzir derivado independente da origem do petróleo se nacional ou importado. E assim, com recursos próprios viabilizar a pesquisa e produção. A melhor definição da conjuntura nacional que viabilizou a fundação da PETROBRA, esta nas palavras do próprio Presidente Getúlio Vargas:

A organização da Petrobrás foi concebida dentro de um ponto de vista nitidamente nacionalista. Ela dará o Petróleo do Brasil aos brasileiros e tornará possíveis os recursos financeiros vultosos de que necessitamos para explorar uma das maiores fontes de riqueza da civilização (Presidente Getúlio Dornelles Vargas)

3.1 O INÍCIO DA INDÚSTRIA DE PETRÓLEO NO BRASIL

A exploração de óleo e gás nas bacias sedimentares brasileiras tem início a partir de 1853. Neste período a exploração e produção estava aberta a iniciativa privada nacional ou estrangeira. As primeiras concessões de foram outorgadas pelo Imperador Dom Pedro II em 1858. Com a finalidade de explorar carvão turfa e betume no rio Maraú, em Ilhéus na bacia sedimentar de Camamu na Bahia. Novas concessões foram outorgadas entre os anos de 1872 e 1874 para a exploração na bacia do Paraná.

Em 1867, foram concedidos direitos de exploração de betume na região das bacias costeiras de São Luís e Barreirinhas. Entre 1867 e 1874, várias concessões foram registradas no estado da Bahia na região do recôncavo baiano, no interior do estado de São Paulo, nos arredores de Rio

Claro, região da Bacia do Paraná conhecida pela ocorrência de exsudações ou afloramento de óleo e gás.

Em 1876 no estado de Minas Gerais foi fundada a Escola de Minas de Ouro Preto com a finalidade gerar conhecimento científico e de capacitação mão de obra para o setor de petróleo. Em 1907 foi fundado o Serviço Geológico e Mineralógico Brasileiro (SGMB). A estrutura do SGMB era composta por pesquisadores, geólogos e engenheiro de minas além de sondas, o que possibilitou um amento nas áreas de prospecção e exploração. Em 1933 foi criado o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). O aumento do consumo de derivados de petróleo e a crescente importação motivou a criação de um órgão exclusivo responsável pelo setor. Assim, somente em 29 de abril 1938 foi fundado o Conselho Nacional do Petróleo (CNP). O Decreto nº 395 declarou de utilidade pública o abastecimento de petróleo, nacionalizou todas as atividades de refino e criou o Conselho Nacional do Petróleo (CNP). Posteriormente, o Decreto nº 538 de 7 de julho de 1938 aprofundou a interferência do Estado no setor ao estabelecer que o CNP seria responsável pelas atividades estatais de exploração, produção e industrialização do petróleo.

Com a fundação do Conselho Nacional do Petróleo, encerra-se a participação da iniciativa privada no processo de exploração e produção de petróleo. O Conselho Nacional do Petróleo modernizou o processo de prospecção e exploração Paraná, Amazonas e Sergipe-Alagoas, entretanto não auferiu resultados positivos. O CNP obteve sucesso somente na bacia do Recôncavo baiano onde já ocorria a produção de petróleo em dez poços e produção diária de 2720 (bdp).

3.1.1 Fundação da Petrobrás

Em 1948, a partir do movimento estudantil surgiu uma longa campanha popular com o lema “O Petróleo é Nosso”. Esta campanha tinha o apoio do ex-presidente do Conselho Nacional do Petróleo (CNP) General Júlio Caetano

Horta Barbosa, que também defendia o monopólio estatal sobre a exploração e o refino do Petróleo.

Em novembro de 1951 foi formado um grupo de trabalho para atender instrução contida no Decreto nº 30.161, de 12 de Novembro de 1951. O qual dispõe sobre órgãos técnicos de exploração de petróleo. Em dezembro de 1951, o Presidente Getúlio Vargas. 1.516 que criava a Petróleo Brasileiro S.A. Segundo esta proposição original, não haveria o monopólio estatal. O Estado teria 51% das ações da nova empresa. Em junho de 1952, o Deputado Bilac Pinto apresentou uma emenda propondo criar a Empresa Nacional de Petróleo (ENAPE), que teria o monopólio estatal. Em 21 de setembro de 1953, a redação final da Lei nº 2.004/53, que autorizou a criação da sociedade por ações Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS), sob o controle acionário da União, com a função de exercer o monopólio das atividades de exploração, produção, refino e transporte de petróleo e derivados. Em 3 de outubro de 1953, o Presidente Vargas assinou o projeto de lei que criava a PETROBRAS e estabelecia o monopólio estatal do petróleo. As atividades do CNP passaram, à PETROBRAS. (MEMÓRIAS PETROBRAS)

3.2. A TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA E A DESCOBERTA DE PETRÓLEO NAS CAMADAS DO PRÉ-SAL

O objetivo deste capítulo é analisar o processo de aprendizado da Petrobrás/Cenpes em torno da Trajetória tecnológica das redes temáticas e a descoberta de óleo nas camadas do pré-sal. Com isto, este capítulo será apresentado sob a forma descritiva.

3.2.1 A trajetória de P&D na Petrobrás

A indústria brasileira de petróleo moderna tem início com a fundação da Petrobras em 3 de outubro 1953. A nova estatal incorporou parte da equipe técnica o do Conselho Nacional do Petróleo, que até então era o órgão governamental responsável de exploração, produção e industrialização do petróleo desde 1939.

Em 10 de maio de 1954, a empresa dá início às atividades de exploração e tem primeira reunião da Diretoria Executiva. O presidente da Petrobras, Sr. Juraci Magalhães contratou o Geólogo norte-americano Walter Karl Link para chefiar o Departamento de Exploração (DEPEX), o contrato de Link venceria em 1961.

Em 13 de março de 1955, a prospecção de petróleo encontrou óleo no primeiro poço perfurado na Amazônia. Entretanto as primeiras reservas de óleo apresentaram-se em quantidade não comercial. Para Link, havia grandes possibilidades de encontrar na Amazônia jazidas com reservatórios com óleo e gás recuperáveis em quantidade e qualidade de forma a tornarem-se viáveis comercialmente.

A exploração na planície amazônica a princípio era uma questão de investimento em Pesquisa e desenvolvimento. A empresa disponibilizou recursos financeiros com a finalidade de prospecção e contratação de corpo técnico para formar equipes de geofísicas de sísmica e de gravimetria. Contudo, o país não dispunha de profissionais em quantidade para suprir a demanda da Petrobras na prospecção de polos na Amazônia. A empresa enfrentou a primeiro desafio tecnológico, as Universidades brasileiras não ofertavam cursos relacionados ao segmento de petróleo.

A exploração de petróleo no Brasil de 1919 a 1933 esteve a cargo do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil. Desde então o país enfrentava a escassez de engenheiros de minas. Todavia, era urgente a necessidade de produção de hidrocarbonetos e gás natural. Link contratou no mercado internacional engenheiros do setor de petróleo para compor os quadros da empresa e atuar na exploração na bacia da planície Amazônica e na bacia do

recôncavo baiano. Assim medidas para fomentar a formação de capital humano nacional eram necessárias.

Classificação da evolução histórica do setor de Petróleo no Brasil

a) Explorações pioneiras por particulares – busca de petróleo para a produção de óleos para iluminação (1864-1918)

b) Explorações pioneiras pelo Estado – busca de jazidas para comprovar a existência de petróleo no País. Entre os anos de 1919-1933 a exploração ficou a cargo do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil (SGMB). A partir do ano de 1935 as prospecções ficaram a cargo do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Estes órgãos realizaram prospecção e exploração em bacias sedimentares terrestres, porém sem sucesso. Os reservatórios encontrados demonstraram-se sub-comerciais.

c) Busca de petróleo para a redução da dependência de importações (1940-1973). A crescente demanda de petróleo por parte das refinarias tornava o país muito dependente de óleo importado. Segundo o IBGE e ANP, houve um crescente aumento no consumo diário entre os anos de 1950 a 1979. Consumo médio entre os anos de 1955-1959 (98.000 bdp); 1960-1969 (203.500); 1970- 1979 (695,500 bdp).

d) Explorações de petróleo para a obtenção da autossuficiência na produção (1974-2006). A partir das primeiras descobertas de petróleo em águas rasas na bacia de campos entre os anos de 1974-1976

e) Era do Pré-sal – explorações para o aumento das reservas de petróleo (2006). A província do pré-sal com estimativas de campos gigantes, que por definição contém entre 500 milhões e 5 bilhões de

(boe), de óleo e gás o que tende a proporcionar a autossuficiência no suprimento de óleo e gás.

3.2.2 Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisas de Petróleo (CENAP)

O petróleo é conhecido e utilizado pela humanidade desde a antiguidade. Era encontrado principalmente na região do oriente médio em afloramentos na superfície conhecida por exsudação, este fenômeno ocorre quando não existem rochas para reter o fluxo de óleo e em forma de reservatórios. O petróleo era utilizado para as mais variadas aplicações desde lubrificante até para fins medicinais. Na era moderna, teve sua importância amplificada na segunda metade do séc. XIX, nos Estados Unidos. O primeiro poço foi perfurado no estado da Pensilvânia pelo coronel Edwin Laurentine Drake, um ex-maquinista que foi contratado por um grupo de investidores liderados por George Bissell, um advogado de Nova York. Benjamin Silliman Jr., foi encarregado de analisar as propriedades do óleo como iluminante e lubrificante. O grupo pretendia desenvolver novos “óleo e gás iluminante” a preços competitivos, haja vista a tendência de alta dos óleos iluminantes derivados de baleia. A indústria demandava lubrificantes mais eficientes para as máquinas nas fábricas, pois os utilizados até então tinham sua origem a partir da gordura animal.

Em 1870 John Davison Rockefeller funda a Standard Oil Company que monopolizaria o mercado petrolífero no último quarto do séc. XIX. As empresas ligadas a Standard Oil Company operavam na prospecção, refino e distribuição até o início do séc. XX. Em 1911 o Supremo Tribunal dos Estados Unidos, em uma ação antitruste conhecida como: *Sherman Act*, condena a Standard Oil Company a dissolução. Assim, a Standard Oil Company foi dissolvida e a partir dos ativos foram criadas 34 companhias menores. Dentre as novas companhias resultantes da quebra do monopólio da Standard Oil, destacam-se a Esso, Texaco, Socony e Socal que unem-se a Shell, Amoco e Gulf Oil e formaram um grupo conhecido como as sete irmãs do Petróleo.

Estas petrolíferas formaram um cartel para controlar o mercado petrolífero e impor baixos preços aos países produtores além do controle do refino.

Esta era a conjuntura enfrentada pela Petrobras após sua fundação. Embora tivesse incorporado parte dos técnicos do Conselho Nacional de Petróleo, ainda assim, enfrentava uma defasagem tecnológica de quase um século. Com o propósito de diminuir este *gap* tecnológico, a Petrobras instituiu em 1955: O Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisas de Petróleo (CENAP)

Em 1952, o Conselho Nacional de Petróleo (CNP) estruturou o Setor de Supervisão do Aperfeiçoamento Técnico (SSAT) para formar e qualificar mão de obra para a indústria nacional de petróleo. Como resultado, o SSAT criou o Centro de Aperfeiçoamento de Pessoal (Cenap), responsável pelo primeiro curso de Refinação de Petróleo no país. Em 1955, a Petrobras absorve o Cenap, e o Centro torna-se uma escola de capacitação em laboratórios e em programas universitários no exterior. São implantados cursos de Geologia, Perfuração e Produção, Manutenção de Equipamentos, e Aplicação de Asfalto, entre outros. Em 1958, eram dez cursos de pós-graduação, em cinco especialidades. A equipe do Cenap formou o núcleo de implantação do CENPES, na Ilha do Fundão (RJ). (MEMÓRIA PETROBRAS)

Embora, a fundação do CENAP tenha sido um marco na busca da redução da defasagem técnica e científica em relação a outros players de relevância mundial do segmento de exploração e produção. O CENAP em 1962 investia em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) o equivalente a aproximadamente 0,1% do faturamento total da empresa. Neste período houve pouca evolução das pesquisas em função da carência de corpo técnico.

3.2.3 Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da PETROBRAS (CENPES)

A fundação do CENPES foi aprovada pelo Conselho de Administração da PETROBRAS, em 1963, e sua entrada em operação ocorreu em janeiro de 1966. A sede do CENPES foi implantada inicialmente no Campus da Universidade do Brasil, atual Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Inicialmente foi estruturado em cinco áreas. Divisão de Refinação e Petroquímica; Análises e Ensaios; Documentação Técnica e Patentes;

Programação e Processamento de Dados; Exploração e Produção. Em 1973 a sede do CENPES foi transferida para o campus na Cidade Universitária Ilha do Fundão, cidade do Rio de Janeiro, local com maiores e mais modernas e amplas instalações e maior intercâmbio de informações técnico-científicas.

As atividades de pesquisa desenvolvidas pelo CENPES, inicialmente não consistia na produção de pesquisa básica, em função da política de substituição de importações. Neste modelo é mais econômico para o país importar o equipamento com a tecnologia disponível no mercado internacional.

Nessa estratégia de industrialização, os projetos de engenharia básica eram adquiridos no exterior, dada a baixa capacitação do País nessa área, e também pelo fato de ser menos dispendioso comprar tecnologias importadas prontas, em projetos turn key (chave na mão, isto é, fábrica pronta para operar), e absorver as técnicas de operação das refinarias e indústrias petroquímicas para, em seguida, desempacotar a tecnologia, com vistas à realização de cópias e de adaptações operacionais às condições locais. (MORAIS, 2013 p.61)

Em 1975, o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento teve seu nome modificado para Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (CENPES), como homenagem ao antigo Professor Catedrático da UFRJ, membro histórico do Conselho Nacional do Petróleo (CNP), e que participou ativamente dos esforços para a criação das instalações do CENPES e, particularmente, para a implantação da pesquisa científico-tecnológica na PETROBRAS, onde foi Diretor nos períodos de 1964 a 1967 e de 1969 a 1975. (IPEA, 2013)

3.2.4 Exploração E Produção De Petróleo Em Bacias Sedimentares Offshore

Em face a redução da produtividade dos poços de óleo e gás das bacias sedimentares em terra ou *onshore*. A demanda crescente e a necessidade geopolítica de manter reservas estratégicas de óleo e gás. Tais fatores têm levado as grandes empresas produtoras buscar novas bacias sedimentares ao redor do mundo nos oceanos ou *offshore*. Porém, o oceano é

por si só um lugar inóspito. A prospecção e produção em bacias sedimentares na plataforma continental apresenta elevada complexidade técnica e científica. A variação de profundidade e distância entre a costa e as plataformas oferecem barreiras que exigem sofisticados equipamentos, produtos e serviços.

Superar estas barreiras tecnológicas e superar os elevados custos de desenvolvimento de tecnologias, materiais e serviços. Estes desafios levaram os players do setor a formar redes de cooperação em pesquisa e desenvolvimento.

O primeiro exemplo importante se encontra no Golfo do México, nas décadas de 1940-1950, quando o avanço das explorações para áreas distantes das costas resultou na descoberta de jazidas de petróleo de difícil extração no mar: ao se depararem com as dificuldades na produção de petróleo nas novas áreas, as empresas petroleiras criaram seus próprios centros de P&D e se associaram a instituições científicas, universidades e empresas detentoras de capacitação e conhecimentos para o desenvolvimento das inovações requeridas na exploração e produção offshore. (MORAIS, 2013, p. 83)

3.3 SALTO TECNOLÓGICO NA PRODUÇÃO DE PETRÓLEO A PARTIR DE 1986: RESERVATÓRIOS EM ÁGUAS PROFUNDAS

A produção em lâmina de águas profundas de grandes campos *offshore*, como: Albacora (1984) e Marlin (1985), na bacia de campos, somente foi possível com a com um salto tecnológico, pois no início da década os equipamentos disponíveis na indústria mundial operavam somente em lâmina de água rasas. No início da década de 80 a indústria mundial fabricante de equipamentos não dispunha de tecnologia necessária para produção de óleo e gás em reservatórios offshore com profundidade superior a 400 metros de lâmina d`água. Tendo em vista que em campos de petróleo em mar aberto em operação no mundo como o Mar do Norte (Noruega e Reino Unido), na Venezuela, no Golfo do México, localizavam-se em águas rasas com profundidade inferior a 400 metros de lâmina de água.

3.3.1 Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP)

A Petrobras desenvolveu o Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP), com a finalidade de produzir petróleo e gás em reservatórios localizados em lâmina de água com profundidade entre 400 e 1.000 metros.

Para viabilizar a produção nos novos campos, a PETROBRAS formulou, em 1986, o Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP). Este programa introduziu novos procedimentos e práticas organizacionais com o objetivo de facilitar o compartilhamento do aprendizado e do conhecimento dentro Petrobrás. O programa era composto de um conjunto de projetos de equipamentos e sistemas a serem desenvolvidos para aplicação no desenvolvimento de campos de petróleo situados em águas com profundidade de até 1.000 metros. A companhia fomentou a capacitação de toda a cadeia produtiva; incluindo o desenvolvimento da rede de fornecedores e com investimentos em capacitação de mão de obra e desenvolvimento e licenciamento de novas tecnologias. O programa teve três edições: PROCAP 1.000, PROCAP 2.000 e PROCAP 3.000.

3.3.1.1 PROCAP 1.000 – Tecnologias para o desenvolvimento da produção em águas profundas

O programa teve início em 1986 e foi consolidado em 1991 com a produção no reservatório de Marlim com a superação de 1000 metros de lâmina d'água. Integrado por 109 projetos interdisciplinares, resultaram em 251 patentes no período de 1986 a 1991, depositadas pela Petrobras e Cenpes. Destas, a empresa contou com 140 registros nacionais e 111 registros de patentes internacionais (MORAIS, 2013, p. 142).

A Petrobras recebeu em 1992 o prêmio da *Offshore Technology Conference* (OTC), referente ao conjunto de tecnologias desenvolvidas para a o campo de Marlin. (PETROBRAS, 2013)

Ainda em 1992, ocorreu a descoberta do campo gigante de Roncador em profundidade de até 2000 metros, exigia o desenvolvimento de novas tecnologias com elevado grau de complexidade. E assim, o Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP) foi reeditado com a classificação de águas ultraprofundas e com lâmina d'água de até 2000 metros.

3.3.1.2 PROCAP 2.000 – Tecnologias para águas ultraprofundas

Com a finalidade de possibilitar o desenvolvimento de campos de petróleo localizados sob até 2.000 metros de lâmina d'água e redução dos custos de produção dos campos que já se encontravam em produção. As novas profundidades passaram a exigir a geração de novos conhecimentos e soluções técnicas para permitir superar as dificuldades encontradas nas novas fronteiras da plataforma submarina. Com esse amplo objetivo, a Diretoria da PETROBRAS aprovou, em setembro de 1992, a criação do PROCAP 2.000, constituído de 20 projetos sistêmicos de P&D, desenvolvidos de 1992 a 1999 (MORAIS, 2013, p. 142)

Uma das coisas que nós aprendemos é que não podemos esperar a descoberta para ter o desenvolvimento da tecnologia. Para os mil metros, nós tínhamos Marlim e corremos atrás de tecnologia. Quando chegamos a Roncador, com dois mil metros, o Procap 2000 já estava pronto para atendê-lo. (JAQUES BRAILE SALIES, EX-COORDENADOR DO PROCAP)

O PROCAP 2.000, estabeleceu parcerias com 66 empresas de engenharia e consultoria e 33 universidades e centros de pesquisa. A PETROBRAS recebeu em 2001 o prêmio da *Offshore Technology Conference*

(OTC), em função das tecnologias desenvolvidas para a produção no campo de Roncador a uma numa profundidade superior a 1800 metros. (PETROBRAS, 2013)

3.3.1.3 PROCAP 3.000 – Em busca de novas soluções para os desafios das águas ultraprofundas

Implantado em junho de 2000, com o objetivo de dar suporte tecnológico à produção nas novas fases de desenvolvimento dos campos de Marlim Sul, Roncador, Marlim Leste e Albacora Leste, na Bacia de Campos, assim como dos campos potenciais a serem descobertos à profundidade de lâmina d'água de até 3.000 metros. O PROCAP 3.000 selecionou dezenove projetos sistêmicos iniciais para desenvolver e cerca de 80 projetos específicos, que envolviam as principais tecnologias de importância estratégica. A PETROBRAS finalizou o programa PROCAP em março de 2011, o programa proporcionou a empresa a liderança em tecnologia offshore.

O Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP) teve vital importância no programa da Petrobras para a exploração na bacia de Campos em águas profundas, conforme (TABELA 1) e serviu de suporte para o desenvolvimento de novas tecnologias em materiais, produtos, equipamentos e processos que possibilitaria a produção na província do pré-sal.

QUADRO 2 - PETROBRAS - FASES DA EVOLUÇÃO TECNOLÓGICA NA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO OFFSHORE (1955-2012)

PERÍODO	CARACTERIZAÇÃO	MARCOS IMPORTANTES
1955-1973	Atividades pioneiras em P&D e na exploração de petróleo <i>offshore</i> .	<ul style="list-style-type: none"> - Fundação do Centro de Aperfeiçoamento e Pesquisas de Petróleo (CENAP) -1955. - Início de atividades do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (CENPES) -1966. - Primeira descoberta de petróleo no mar: Campo de Guaricema, Sergipe (1968) - 28 metros de lâmina d'água. - Instalação do CENPES na Ilha do Fundão, Rio de Janeiro (1973).
1974-1985	Descobertas de petróleo na Bacia de Campos e primeiros experimentos tecnológicos.	<ul style="list-style-type: none"> - Descobertas de campos em águas rasas: Garoupa, Enchova, Namorado, Pampo, Corvina, Piraúna e outros. - Implantação de Sistemas de Produção Antecipada com plataformas flutuantes em 15 campos de petróleo (1977-1985). - Descobertas de campos gigantes em águas profundas: Albacora (1984) e Marlim (1985).
1986-1991	Desenvolvimento de tecnologias para a produção de petróleo em águas entre 400 e 1.000 metros de profundidade: Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP 1.000).	<ul style="list-style-type: none"> - Descoberta dos campos de Albacora Leste (1986), Marlim Sul, Marlim Leste (1987), Barracuda (1989). - Recordes mundiais na completação de campos de petróleo em águas profundas: Marimbá, 492 metros de lâmina d'água (1988); Marlim, 721 metros de lâmina d'água (1991). - Conquista do Prêmio <i>Distinguished Achievement Award</i>, da Offshore Technology Conference, pela implantação do Sistema de Produção Antecipada do Campo de Marlim.
1992-1999	Desenvolvimento de tecnologias para a produção de petróleo em águas entre 1.000 e 2.000 metros (PROCAP 2.000).	<ul style="list-style-type: none"> - Descoberta dos campos de Espadarte, Caratinga (1994) e Roncador (1996). - Recorde mundial de produção em águas profundas: 1.027 metros de lâmina d'água, poço Marlim 4 (1994). - Inovações em árvores de natal, manifolds, sistema de ancoragem com cabos de poliéster, bombeamento submarino e outros equipamentos. - Recorde mundial de produção no Campo de Roncador, 1.853 metros de lâmina d'água: primeiro campo de petróleo em produção em águas ultraprofundas no mundo (1999).
2000-2006	Desenvolvimento de tecnologias para a produção de petróleo em águas entre 2.000 e 3.000 metros (PROCAP 3.000, de 2000 a 2011). - Início de explorações no Pré-sal da Bacia de Santos (2003-2005).	<ul style="list-style-type: none"> - Conquista pela segunda vez, do prêmio <i>Distinguished Achievement Award</i> (2001) pelo desenvolvimento do Campo de Roncador, em águas ultraprofundas. - Descoberta dos campos de Jubarte (2001), Cachalote (2002) e Baleia Franca (2003). - Recorde mundial de produção em profundidade, no Campo de Roncador: 1.877 metros de lâmina d'água (2000). - Alcance da autossuficiência na produção de petróleo (2006).
2006-2012	Era do Pré-sal Descobertas de reservas gigantes e supergigantes de petróleo na camada geológica do Pré-sal.	<p>Principais descobertas no Pré-sal</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bacia de Santos: Tupi, Iracema, Iara, Guará, Franco, Libra. - Bacia de Campos: Parque das Baleias. Declarações de Comercialidade de campos do Pré-sal: Tupi e Guará.

FONTE: PETRÓLEO EM ÁGUAS PROFUNDAS: UMA HISTÓRIA TECNOLÓGICA DA PETROBRAS NA EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO OFFSHORE – (IPEA, 2013)

3.4 O PRÉ-SAL

Desde o início das atividades do Departamento de exploração (DEPEX) da Petrobras, os investimentos referentes a prospecção e exploração de petróleo nas bacias sedimentares em território brasileiro indicavam que as reservas de petróleo e gás natural tinham maiores possibilidades de serem encontradas nas bacias sedimentares marítimas. Segundo o relatório de Walter Karl Link (1962), indicavam que as bacias sedimentares terrestres não apresentavam óleo em quantidade que viabilizasse a autossuficiência. Para Link, os investimento deveriam concentra-se nas bacias sedimentares marítimas que apresentavam maior potencial de exploratório.

A primeira evidência de petróleo em bacias sedimentares brasileiras se dá em 1936 em um afloramento em Lobato no recôncavo baiano que é a região geográfica localizada em torno da Baía de Todos-os-Santos, abrangendo o litoral e toda a região do interior circundante à baía. O órgão responsável pela regulação e controle do petróleo, O Conselho Nacional de Petróleo⁶ (CNP) foi criado 29 de abril de 1938 pelo presidente Getúlio Vargas. Em janeiro de 1939 a exploração em Lobato na Bahia, por um grupo privado encontrou petróleo, porém em quantidade não suficiente pra comercialização. Todavia, as pesquisas de prospecção continuaram no recôncavo baiano. Em 26 de novembro de 1941 o Conselho Nacional de Petróleo (CNP) encontrou petróleo em quantidade comercializável em Candeias no recôncavo baiano e novos campos foram descobertos: Itaparica, Aratu, Lobato-Joanes. As primeiras jazidas de petróleo foram exploradas em reservas *onshore*.

Em 3 de outubro de 1953, o Presidente Vargas assinou o projeto de lei que criava a PETROBRAS e estabelecia o monopólio estatal do petróleo. Assim, a Petrobras assumiu as atividades de prospecção e exploração de

⁶O Art. 4º cria o Conselho Nacional do Petróleo (CNP). DECRETO-LEI Nº 395, DE 29 DE ABRIL DE 1938. Declara de utilidade pública e regula a importação, exportação, transporte, distribuição e comércio de petróleo bruto e seus derivados, no território nacional, e bem assim a indústria da refinação de petróleo importado em produzido no país, e dá outras providências. O Art. 4º cria o Conselho Nacional do Petróleo. (PLANALTO.GOV.BR)

petróleo. Ao Conselho Nacional de Petróleo (CNP), cabe a tarefa de fiscalizar o setor de petróleo.

As atividades de exploração da Petrobras iniciaram-se em 10 de maio de 1954. O presidente da Petrobras, Sr. Juraci Magalhães, contratou o Geólogo norte-americano Walter Karl Link, para chefiar o Departamento de Exploração (DEPEX). Link, entre os anos de 1940 e 1945 foi geólogo Chefe da Companhia Norte Americana de petróleo Standard Oil Company, fundada em 1870 pelo John Davidson Rockefeller. Link, enquanto funcionário da Standard Oil Company tinha mapeado reservas de petróleo na Venezuela, Colômbia, Equador, Indonésia, Ada, Oklahoma, e costa americana do golfo do México. Segundo Link, existiam grandes possibilidades em encontrar grandes jazidas de petróleo no Brasil. Em 13 de março de 1955, foi descoberto petróleo na Amazônia em Nova Olinda, porém sem quantidade suficiente para viabilizar a comercialização. Com a crescente expectativa e carência de corpo técnico nacional, Link contratou técnicos estrangeiros para o mapeamento.

A partir de 1958, os resultados do mapeamento não se mostravam satisfatórios. E em 29 de junho de 1958, Link enviou ao então diretor da Petrobras Décio Savério Oddone, o primeiro relatório no qual descrevia o resultado pormenorizado de cada bacia. Em 6 de agosto de 1958, em outro relatório referente as bacias do Maranhão que apresentavam resultados ruins. Em 20 de fevereiro de 1959, Link envia um relatório referente à bacia Amazônica até então considerada como área prioritária. Segundo Link, a bacia Amazônica não continha estrutura geológica compatível com as principais bacias produtoras no mundo. Em 10 de junho de 1954 a Petrobras tinha perfurado 146 poços exploratórios, 98 pioneiros e 48 estratigráficos. Com relação as reservas comerciais de petróleo foram confirmadas em 8 poços de petróleo e em apenas 1 poço confirmou-se reservas de gás. Entretanto, é importante salientar que todas as jazidas comerciais identificadas encontram-se no recôncavo baiano.

3.4.1 Origem e Formação do Pré-Sal

Segundo a Petrobras, o pré-sal é uma sequência de rochas sedimentares formadas há mais de 100 milhões de anos no espaço geográfico criado pela separação do antigo continente Gondwana. Convencionou-se chamar de pré-sal porque forma um intervalo de rochas que se estende por baixo de uma extensa camada de sal, que em certas áreas da costa atinge espessuras de até 2.000m. O termo pré é utilizado porque, ao longo do tempo, essas rochas foram sendo depositadas antes da camada de sal.

Conforme o serviço geológico do Brasil (CPRM) o período do Mesozóico começou há 199,6 milhões de anos e terminou 145,5 milhões de anos atrás. Foi o período em que a Pangéia começou a se dividir, originando a Laurásia (ao Norte) e o Gondwana (ao Sul). Este dividiu-se também, originando a África e a América do Sul.

Este processo pode ser melhor compreendido se considerarmos a teoria da migração das placas tectônicas, segundo a qual ocorre a movimentação dos continente a partir do interior da terra submetidos a elevada pressão e temperatura.

A mesma geodinâmica que formou o Pangeia veio a fragmentá-lo, processo que consumiu aproximadamente 100 milhões de anos, no Jurássico e Cretáceo. De especial interesse nesse processo foi a separação de Brasil e África, com a abertura do Oceano Atlântico, dando origem a inúmeras bacias sedimentares costeiras, portadoras de petróleo, sais e outros recursos minerais. (Serviço Geológico do Brasil, 2015)

A separação do continente Americano e Africano deu origem a grandes depressões e estas, formaram grandes lagos rasos de água salgada. Grandes rios provenientes do interior do continente em separação desaguavam nos lagos rasos e neles depositavam matéria orgânica. Há medida em que os continentes se separavam e o oceano Atlântico era formado a matéria orgânica acumulada no leito dos lagos cobertos por uma expressa camada de sal com aproximadamente 2 mil metros. A matéria orgânica que submetida a pressão e a processos termoquímicos a transformou-se em hidrocarbonetos (petróleo e

gás natural). No mundo existem evidências de formação de rocha geradora no pré-sal prospectadas na costa ocidental da África, no Golfo do México e no Mar Cáspio.

Na costa brasileira a bacia sedimentar conhecida como província do pré-sal tem aproximadamente 800 km de extensão por 200 km de largura, no litoral entre os estados de Santa Catarina e Espírito Santo. Esta província faz tem seus limites a 300 km da costa brasileira no limite da zona econômica exclusiva do Brasil que se estende por 200 milhas náuticas aproximadamente 370,4 km. De acordo com a estimativa da Petrobrás a província do pré-sal tem um área total de 149 mil Km².

De acordo com a Petrobras, as maiores jazidas na camada pré-sal localizada na bacia de Santos entre os estados de Santa Catarina e Espírito Santos. O óleo proveniente destes reservatórios são classificados com uma densidade de 28°-30° API⁷, baixa acidez e baixo teor de enxofre, o que confere excelente qualidade

3.4.2 Programa Tecnológico para o Desenvolvimento da Produção dos Reservatórios do Pré-sal (PROSAL)

A Petrobras implantou em 2007 o Programa Tecnológico para o Desenvolvimento da Produção dos Reservatórios do Pré-sal (PROSAL). Com a finalidade de coordenar os diversos projetos de Pesquisa e desenvolvimento técnico necessários para viabilizar a exploração e produção na província do

⁷ American Petroleum Institute (API), dos Estados Unidos. O grau API, ao separar os petróleos segundo sua densidade volumétrica, proporciona indicação a respeito da proporção de compostos leves ou pesados presentes em um determinado tipo de petróleo. Quanto mais leve o petróleo maior o grau API, ou seja, apresenta menor densidade relativa, maior proporção de voláteis (partes leves) e maior propriedade de geração de derivados mais rentáveis comercialmente. Assim, os petróleos extra leves têm API superior a 40 graus Celsius; os leves têm API entre 31,1 a 40 °C; os petróleos médios têm API entre 22,3 e 31,1 °C; os pesados, entre 10,0 e 22,3 °C; e os extra pesados têm API inferior a 10,0 °C. (IPEA, 2013)

pré-sal. O PROSAL desenvolve projetos em parceria com universidades nacionais e internacionais e cadeia de fornecedores de produtos e serviços.

A Petrobras implantou o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Polo pré-sal da Bacia de Santos (PLANSAL), com o objetivo de viabilizar a produção no pré-sal. O PLANSAL coordena os investimentos na nova área de forma integrada, abrangendo a delimitação das jazidas, desenvolvimento da produção, infraestrutura logística, escoamento do petróleo e gás e sua comercialização, estratégias de contratação de bens e serviços, desenvolvimento tecnológico, segurança operacional e capacitação de recursos humanos. (MORAIS, IPEA 2013)

A Petrobras criou em 2006 o Programa Redes Temáticas com a finalidade de fomentar o desenvolvimento de pesquisa básica em parcerias com Universidades Nacionais, Institutos de pesquisa e Empresas de base tecnológica. Dentre os participantes destaca-se a Rede Galileu e os Núcleos Regionais de Competência.

Rede Galileu, com o objetivo de preparar a infraestrutura do pré-sal. A Sendo especializada em mecânica computacional, computação científica e visualização, formada por unidades de pesquisa multidisciplinares que atuam de forma articulada na solução de diversos problemas de engenharia enfrentados pela PETROBRAS. A Rede Galileu é composta pelas instituições: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP), a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), a Universidade Federal de Alagoas (UFAL), a Pontifícia Universidade Católica do Rio (PUC-Rio) e o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

Núcleos Regionais de Competência visa executar atividades voltadas para a reforma e criação de infraestrutura, formação e capacitação de recursos humanos, desenvolvimento de projetos de Pesquisa & Desenvolvimento e prestação de serviços tecnológicos de interesse da Petrobras, em especial de seu Centro de Pesquisas e das Unidades de Negócios da região.

3.4.3 Reservas Provadas de Petróleo da Petrobras

O primeiro poço perfurado na camada pré-sal foi o bloco exploratório BM-S-10, em PARATI. Em 31 de dezembro de 2004, iniciaram-se as perfurações no poço 1-RJS-617. Em março de 2006 o poço atingiu 7.600 metros, foi encontrado somente gás condensado, porém não foi encontrado petróleo. Em 24 de março de 2006, no campo de TUPI, novas perfurações foram efetuadas no poço 1-RJS-628A, desta vez com sucesso. Em 11 de julho de 2006 a Petrobras encontrou óleo e gás. Em agosto o poço foi completado. Em setembro o poço passou a produzir óleo e gás de boa qualidade. A descoberta do reservatório supergigante⁸ no Campo de TUPI, foi anunciada em nome do consórcio formado com a British Gas e Petrogal-Galp Energia, em 8 de novembro de 2007, com estimativas de reserva recuperável supergigante entre 5 a 8 bilhões de barris equivalentes de petróleo. (MORAIS, 2013, p. 222)

Em 2014 as reservas provadas de petróleo⁹ da PETROBRAS, atingiram um total de: (16.612 bilhões de boe¹⁰). Deste total, (16.183 bilhões encontram-se em território brasileiro e (429 milhões de boe) em reservas internacionais em campos explorados pela PETROBRAS no Peru, Colômbia, Argentina em campos onshore e nos Estados Unidos em reservas offshore no Golfo do México. As reservas exploradas pela Petrobras na Bolívia em função da constituição daquele país não podem ser divulgadas e assim não podem ser contabilizadas.

⁸ Um campo gigante contém entre 500 milhões a 5 bilhões de barris de óleo equivalente (boe); um supergigante contém mais de 5 bilhões de barris (Ivanhoe e Leckie, 1993; PETROBRAS, 29/12/2010).

⁹ As reservas provadas de petróleo¹: segundo os critérios ANP/SPE (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis / Society of Petroleum Engineers) e SEC (US Securities and Exchange Commission). são acumulações significativas de óleo no solo, e que uma empresa petrolífera já descobriu e pode extrair e produzir utilizando a tecnologia disponível.

¹⁰ Boe (Barris de óleo equivalente): Definição de “boe”, “barril de óleo equivalente”: “unidade de conversão de um volume de gás natural em volume equivalente de petróleo, tomando-se por base a equivalência energética entre o petróleo e o gás, medida pela relação entre o poder calorífico dos fluidos”; em geral usa-se a relação: 1.000 m³ de gás natural = 1 m³ de petróleo (Fernández et al., 2009).

As reservas da província do pré-sal representam por mais de 30% do total das reservas nacional contendo petróleo de boa qualidade quanto à densidade, com 28°-30° API. Este percentual foi atingido seis anos após o início da produção do primeiro barril do pré-sal na Bacia de Campos, em 2008. O volume de reservas provadas estimado para o pré-sal é superior a 8 bilhões de Barris de óleo equivalente. (PETROBRAS, 2014)

3.4.4 A Produtividade Da Província Do Pré-Sal

A produção de petróleo na província do pré-sal nas bacias de Campos e de Santos, atingiu novo recorde em maio de 2015 com volume superior a 800mil barris diários.

A produtividade da província do pré-sal pode ser melhor compreendida se compararmos o tempo de produção versus a quantidade de poços necessários para atingir a marca dos 800 mil barris de petróleo diários.

- A PETROBRAS demorou 40 anos para atingir esta marca operando com 6.374 poços.
- Na bacia de Campos este mesmo patamar de 800 mil barris de petróleo diários foi atingido em 24 anos operando com 423 poços offshore em águas profundas, porém operando em reservatórios localizados no pós-sal.
- A província do pré-sal, atingiu este patamar, em 8 anos após as primeiras descobertas. Operando com 39 poços. A bacia de Santos na província do pré-sal contribui com 20 poços o que representa 64% do total. (511 mil barris por dia). A bacia de Campos, por sua vez representa 36% do total (291 mil barris por dia) operando 19 poços.

4. SISTEMA TECNOLÓGICO DE INOVAÇÃO DA PETROBRAS

Com o propósito de desenvolver tecnologia para a exploração de petróleo no pré-sal. A Petrobras constituiu um sistema tecnológico de inovação gerenciado pelo (CENPES), Este sistema é composto por uma rede complexa conforme o modelo Tripple Helix. Neste modelo, os participantes da rede (Universidade-Indústria-Governo) interagem e cooperam mutuamente. Entretanto, os agentes mantêm características e a identidade individual.

O CENPES, com o objetivo de coordenar as atividades de P&D desenvolvidas pelos seus parceiros estabeleceu um conjunto de Redes Temáticas, composta por Instituições de ensino e pesquisa pública e particulares, (EBT's), e empresas do setor parapatroleiro¹¹.

4.1 REDES TEMÁTICAS E OS NÚCLEOS REGIONAIS

As Redes Temáticas e os Núcleos regionais de Competência foram implantados com o propósito de desenvolver tecnologia para a exploração e produção de petróleo em águas profundas. Segundo Guilherme Estrella, geólogo e ex- diretor de Exploração e Produção da Petrobras, considerado o descobridor do pré-sal, no final da década de 90, existia a possibilidade de encontrar petróleo em águas profundas, entretanto, não havia tecnologia para a extração de petróleo. Conforme Estrella, *“Nessa época já se falava sobre a teoria da separação das placas tectônicas dos continentes sul-americano e africano, que levaram à formação dos reservatórios similares em ambas as costas, mas não havia tecnologia para pesquisar isso.”* (FOLHA UOL, 2013)

A implantação das Redes Temáticas e Núcleos Regionais de competência, pode ser justificada em função do regime tecnológico complexo. Conforme Lundvall (1988)

¹¹ Setor parapatroleiro: setor composto por empresas que desenvolvem máquinas e equipamentos destinados as companhias produtoras de petróleo e gás

When the technology is complex and ever changing, a short distance might be important for the competitiveness of both users and producers. Here, the information codes might be flexible and complex, and a common cultural background might be important in order to establish tacit codes of conduct and to facilitate the decoding of the complex message exchanged. The need for a short distance will be reinforced when user needs are complex and ever changing. When the technology changes rapidly and radically..., the need for proximity in terms of geography and culture becomes even more important (Lundvall 1988, p. 355).

A Petrobras com o objetivo de coordenar as atividades de P&D desenvolvidas pelos seus parceiros estabeleceu um conjunto de Redes Temáticas que compreendem mais de 100 universidades e instituições nacionais de pesquisa pelo modelo de parceria tecnológica. As Redes Temáticas e os Núcleos Regionais de Competência – estabelecido em 2006 no mesmo ano em que foram feitas as descobertas do pré-sal. A concepção desse novo modelo foi coordenada pelo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (CENPES) e desenhada em articulação com todas as áreas da Companhia envolvidas com o Sistema Tecnológico da Petrobras. Em dezembro de 2013, a Petrobras possuía 954 termos de cooperação tecnológica com 88 instituições de Ciência e Tecnologia brasileiras. (PETROBRAS, 2015)

A PETROBRAS organizou cada rede através do agrupamento de pesquisadores por áreas similares. Atualmente existem duas formas de acesso aos editais da PETROBRAS para recursos em projetos de ICTs: uma é via ANP, e são de livre acesso pelo site do CNPq, e via Rede Temática, (QUADRO 3), onde o edital é lançado e, normalmente, já encomendado a um determinado grupo de pesquisa. Criadas em parceria com a Agência Nacional do Petróleo (ANP), as redes temáticas tem como objetivo principal desenvolver inovações tecnológicas de interesse estratégico para o setor de petróleo, gás natural e energia. Por força de lei, a PETROBRAS tem renúncia fiscal para apoio a projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D), que contam com 0,5% do faturamento bruto da empresa. (SALERNO; FREITAS, 2013, p. 326)

QUADRO 3 - REDES TEMÁTICAS

UNIVERSIDADE / ICT	REDE TEMÁTICA
IPT – LACID	Rede Temática de Materiais e Controle de Corrosão
INT	Rede Temática de Materiais e Controle de Corrosão
LSI / EPUSP	Rede Galileu
PNV / EPUSP	Rede Galileu / Rede Archimedes
PQI / EPUSP	Rede de Automação da Área de Refino
IGC / EPUSP	Rede de estratigrafia / Rede Tectônica
CCDM / UFSCAR	Rede Temática de Materiais e Controle de Corrosão
COPPE / UFRJ	Rede Galileu / Rede Archimedes

FONTE: IPEA 2013

4.1.1 Núcleos Regionais

Segundo a Petrobras, foram criados sete núcleos regionais de competência, nos segmentos de: petróleo, gás e energia, em regiões de intensa atividade operacional da Companhia. Com a finalidade de viabilizar a infraestrutura, formação e capacitação de recursos humanos, desenvolvimento de projetos de Pesquisa & Desenvolvimento e prestação de serviços tecnológicos.

- Núcleo da Bahia (UFBA) - Participantes: Universidade Federal da Bahia (UFBA) e Fundação de Apoio à Pesquisa e à Extensão (FAPEX).
- Núcleo de Sergipe (UFS) - Participantes: Universidade Federal de Sergipe (UFS) e Fundação de Apoio à Pesquisa e Extensão de Sergipe (FAPESE).
- Núcleo do Espírito Santo (UFES) - Participantes: Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e Fundação Ceciliano Abel de Almeida (FCAA).
- Núcleo do Rio de Janeiro - Centro Tecnológico do Exército (CTEx) - Participantes: Centro Tecnológico do Exército (CTEx) e Fundação de Apoio à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação – Exército Brasileiro (FAPEB).
- Núcleo do Rio de Janeiro - Norte Fluminense (UENF) - Participantes: Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF) e Fundação Norte Fluminense de Desenvolvimento Regional (FUNDENOR).

- Núcleo do Rio de Janeiro - Pontifícia Universidade Católica (PUC-Rio).
- Núcleo do Rio Grande do Norte (UFRN) - Participantes: Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e Fundação Norte-Rio-Grandense de Pesquisa e Cultura (FUNPEC).

4.1.2 Resultados Das Parcerias Da Petrobras Com Universidades E Centros De Pesquisa

As Redes Temáticas e os Núcleos de Competência foram estabelecidos com a finalidade de explorar e produzir petróleo e gás natural em águas ultraprofundas, na província no pré-sal. Dentre os objetivos foram estabelecidos: desenvolver tecnologia para viabilizar a exploração e produção, expandir os limites da empresa e agregar valor e diversificação dos produtos.

4.1.3 Parcerias entre Petrobras, Universidades e Institutos de Ciência e Tecnologia (ICT's):

Esta seção demonstra os resultados das parcerias entre Petrobras, Universidades e Institutos de Ciência e Tecnologia¹² (ICT's). Segundo análise das pesquisas realizadas pelos autores¹³ PORTO; TURCHI e REZENDE (2013, p. 22).

¹² Institutos de Ciência e Tecnologia (ICT's): São órgãos ou entidades da administração pública ou entidades privadas sem fins lucrativos que tenham como missão institucional, dentre outras, executar atividades de pesquisa básica ou aplicada de caráter científico ou tecnológico

¹³ Ver: PORTO, G.; TURCHI, L.; e REZENDE, L (2013, p.22). **Impactos Tecnológicos das Parcerias da PETROBRAS com Universidades e Centros de Pesquisa Impactos tecnológicos das parcerias da Petrobras com universidades centros de pesquisa e firmas brasileiras** / organizadores: Lenita Turchi, Fernanda De Negri, João A. De Negri – Brasília : Ipea :Petrobras, 2013. P. 20-44

- a) Quem são os pesquisadores e em que áreas atuam os Grupos de Pesquisa que realizam parcerias com a PETROBRAS;
- b) Quais as fontes de financiamento os Grupos de Pesquisa das (ICT's) têm adotado para concretizar os seus projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico que realizam parceria;
- c) quais as fontes de informações e tecnologia mais relevantes para os GP;
- d) quais as contribuições para o desenvolvimento tecnológico que os projetos em parceria proporcionaram, tanto para a PETROBRAS como para os GP e demais empresas que interagiram com os GP.

Segundo Porto, Turchi e Rezende, (2013). O universo deste estudo foi construído inicialmente pelas listagens de 500 projetos coordenados pelo CENPES, e desenvolvidos no âmbito da Lei do Petróleo articulada pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) da listagem disponibilizada pela PETROBRAS com o nome do projeto e ou convênio realizado com a empresa.

Metodologia da pesquisa: Período de referencia da pesquisa: 2008 – 2009. Tamanho e qualificação dos Grupos de Pesquisa (GP) que realizam parcerias com a PETROBRAS. Do total de 16636 pessoas que integravam os 601 Grupos de Pesquisa analisados, 8212 pesquisadores participaram de pesquisas para a empresa. Sendo, (2109 professores e pesquisadores com doutorado ou pós-doutorado), e um total de 4117 estudantes desde a graduação até o pós-doutorado conforme se observa no GRÁFICO 1. Entretanto, referente ao total de pesquisadores que integram os 601 grupos de pesquisa, não está claro a relação entre os membros dos grupos de pesquisa. Tendo em vista, a diversidade das áreas do conhecimento envolvidas nos grupos de pesquisa.

4.1.4. Financiamento dos Grupos de Pesquisa que cooperam com a PETROBRAS

Os financiadores mais relevantes dos grupos de pesquisa que desenvolvem projetos em cooperação com a Petrobras são: Projetos e Programas solicitados pelo CENPES; e os Projetos de P&D da ANP (. Marco regulatório do Petróleo Resolução ANP 003/2005.) – Redes Temáticas CT-PETRO. Outras fontes de financiamento: a) o CNPq (84%); b) FAP´s estaduais (80%); c) recursos da própria universidade (67,5%); d) CT-PETRO e CT-ENERG e e) recursos de outras empresas (64%). Outro dado referente ao financiamento indica que aproximadamente 90% dos coordenadores dos projetos se utilizaram de outras formas de financiamento, além da citadas para viabilizar as pesquisas. (PORTO; TURCHI e REZENDE 2013).

A capacidade de investimento em pesquisa e inovação da empresa experimentou sensível redução em função da queda do valor das ações no mercado e do aumento da dívida líquida, este resultado em grande medida influenciado pelo cenário político e pela operação Lava Jato¹⁴.

¹⁴ Operação Lava Jato: Em 2009 o Ministério Público Federal (MPF) deu início a uma investigação de crimes de lavagem de recursos financeiros envolvendo o Banco do Estado do Paraná (BANESTADO). O nome da operação “Lava Jato”, tem origem na utilização de uma rede de postos de combustíveis e lava a jato de automóveis para movimentar recursos ilícitos do esquema. Somente em março de 2014 que as investigações do Ministério Público Federal (MPF) atingiram a Petrobras. De acordo com as investigações, grandes empreiteiras organizadas em forma de cartel, corromperam agentes públicos e executivos da Petrobras. Ainda, segundo o (MPF), o valor da propina variava de 1% a 5% do montante total de contratos superfaturados. Tais contratos atingiam grande parte das operações nacionais e internacionais da Petrobras e de suas empresas controladas. A redução no valor da Petrobras com a perda expressiva do valor da companhia apresenta relação com fator político neste período. Tal esquema criminoso reduziu a capacidade de investimentos da empresa, além de elevar a dívida bruta da empresa. A perda expressiva do valor das ações da Petrobras em comparação com as perdas das concorrentes sugere que o fator político teve forte influência no resultado negativo. com as perdas das concorrentes sugere que o fator político teve forte influência no resultado negativo.

4.1.5 Parcerias com outras empresas

Conforme apurado por Porto, Turchi e Rezende (2013), 62,5% dos pesquisadores participantes dos grupos de pesquisa que cooperam com a PETROBRAS, já desenvolveram algum projeto, seja de pesquisa, desenvolvimento ou serviço tecnológico em conjunto com alguma outra empresa além da PETROBRAS, enquanto que 37,5% têm experiência de cooperação apenas com a PETROBRAS.

4.1.6 Geração de conhecimento e tecnologia

Referente ao desenvolvimento científico no período estudado de cinco anos. Segundo os autores Porto, Turchi e Rezende (2013), foram publicados 3.719 artigos. Foram elaboradas 2.479 dissertações de mestrado e 1.738 teses de doutorado, o que perfaz uma média para os 191 coordenadores que declararam esta informação de 8,4 artigos publicados e; 2,8 dissertações e 1,4 teses orientadas.

Em relação a novas tecnologias geradas pelos projetos em cooperação entre os GP e a PETROBRAS. Foram desenvolvidas: 531 novas tecnologias apresentados pelos pesquisadores como os resultados dos respectivos projetos, 332 novos produtos, 253 novos processos.

Áreas de desenvolvimento de competências científicas e tecnológicas desenvolvidas depois que os Grupos de pesquisa iniciaram a realização de Projetos Cooperativos com a PETROBRAS. Conforme pode ser observado na (QUADRO 4), 41 áreas de competência abrigando o desenvolvimento de 621 temas de pesquisa passaram a integrar a agenda de pesquisa.

QUADRO 4 - ÁREAS DE DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS CIENTÍFICAS

1. Adsorção / Dessorção	22. Incrustação
2. Águas profundas	23. Instrumentação
3. Algoritmos	24. Materiais
4. Análises diversas	25. Medição e medidas diversas
5. Automação	26. Modelagem
6. Biocombustíveis	27. Monitoramentos diversos
7. Biologia, meio ambiente e preservação ambiental	28. Petróleo e Refinamento
8. Biomonitoramento, biorremediação e biotratamento	29. Polímeros e Elastômeros
9. Biotecnologia e Nanotecnologia	30. Química (diversos)
10. Caracterizações diversas	31. Resíduos
11. Catálise e catalisadores	32. Robótica e sensoriamento
12. Combustão / combustíveis	33. Simulações diversas
13. Computação	34. Sistemas
14. Corrosão	35. Tecnologia de dutos
15. Desenvolvimentos diversos	36. Tecnologia de poços
16. Escoamento	37. Tecnologias diversas
17. Estudos hídricos	38. Tecnologias navais
18. Física (diversos)	39. Tecnologias submarinas e Plataformas
19. Fluidos	40. Temas diversos não classificados
20. Geologia, geoquímica e geofísica	41. Tratamentos diversos
21. Imageamento	

FONTE: IPEA (2013)

De acordo com os autores Porto, Turchi e Rezende (2013), A realização dos projetos de desenvolvimento tecnológico que envolvia a cooperação dos seus grupos de pesquisa levou ao surgimento de Empresas de Base Tecnológica (EBT's). Conforme ilustrado no (QUADRO 5).

QUADRO 5 - EBT'S QUE SURGIRAM A PARTIR DA COOPERAÇÃO COM A PETROBRAS

1 AIMIRIM Análise e Solução	25 MTS Tecnologia e Sistemas
2 AMÊNDOAS DO BRASIL	26 NANOPOL – Inovação e Pesquisa
3 Aquafлот	27 NN Solutions Desenvolvimento
4 Asel-Tech (São Carlos)	28 NOVATEC de Friburgo
5 ASPECT	29 Oceânica Engenharia Consultoria
6 Ativa Technolog	30 P8 engenharia
7 AZ	31 PAM MEMBRANAS
8 Biogenie Engenharia	32 Perox Tecnologia e serviço
9 Caiena	33 Photonita - Metrol. Óptic
10 CERAMA TRANSPO	34 Pipeway Engenharia Ltda
11 Consult	35 Polinova Consultoria em P
12 CRAQTERM	36 POWDER COATING
13 CYCLONTECH	37 RN Tecnologia
14 Deprocer Tecnologia de Pr	38 Silibrina Tecnologia Ltda
15 DPR	39 Simworx
16 ENGAUT	40 Subsin
17 ESSS	41 TAE
18 Falker	42 Tecnoamb
19 GEOPOLITEC	43 Thalassa
20 Hytron	44 TriSolutions
21 Image Society	45 Viahidroponia
22 L&S Soluções	46 Virtually
23 Machado & Martins Sistema	47 VRTech
24 M-Selli	48 Zulai

FONTE: IPEA (2013)

4.1.7 A PETROBRAS e ICTS : a construção das parcerias e resultado

Esta seção apresenta os resultados dos projetos cooperativos entre a PETROBRAS e os Grupos de Pesquisa e as dificuldades dos Grupos de Pesquisa para implantar e gerenciar os projetos cooperativos entre a PETROBRAS e os Grupos de Pesquisa.

A Agência Nacional de Petróleo, ANP, tem orientado a Petrobras o estímulo das redes de pesquisas através de parcerias com Universidades e Centros de Pesquisas Tecnológicas (ICT's).

O desempenho ou grau de sucesso de parcerias entre empresas e universidades depende fundamentalmente de duas condições. A primeira refere-se à capacidade do grau de absorção de conhecimento da empresa e da possibilidade de alocação de recursos financeiros por parte da mesma. A segunda refere-se à capacidade destes atores de criar um ambiente de confiança baseado em objetivos e linguagem comuns que permitiram compartilhar informações e conhecimentos. As condições de aporte financeiro e a capacidade de absorção da empresa, embora condições necessárias, não são suficientes para construção de parcerias que envolvam trocas de conhecimentos tácitos e que requerem um ambiente de confiança entre os agentes envolvidos (TURCHI; NEGRI, 2013, p. 10)

Segundo Turchi e Negri, dentre os resultados positivos os coordenadores das parcerias realizadas com a PETROBRAS classificam-se como fundamental para criação de 165 Laboratórios de Pesquisa e reforma e ampliação de 282 Laboratórios; e contribuições tecnológicas para a PETROBRAS, em forma de 332 novos produtos, 253 novos processos e 531 novas tecnologias. E a transferência do conhecimento desenvolvido através das parcerias com a PETROBRAS para outras empresas do setor. Ademais, os coordenadores dos projetos atribuem elevada importância aos seguintes itens:

- a) Aumento dos recursos financeiros voltados à pesquisa para o seu GP;
- b) Enriquecimento curricular dos pesquisadores que participaram nos projetos;

- c) Aumento da capacidade de desenvolvimento de projetos com potencial de transferência de tecnologia da universidade;
- d) A PETROBRAS atesta o know-how e a competência de desenvolvimento tecnológico do GP;
- e) A fim de viabilizar os projetos de cooperação a PETROBRAS realizou investimentos em ativos específicos (laboratórios, equipamentos, insumos para laboratório);
- f) Aumento dos recursos financeiros voltados à pesquisa para a universidade em geral.

Dentre as dificuldades elencadas pelos coordenadores dos Grupos de Pesquisa para implantar e gerenciar os projetos cooperativos entre a PETROBRAS e os Grupos de Pesquisa:

- a) Tempo de aprovação dos projetos por parte da ANP;
- b) Utilização de procedimentos administrativos para gestão e acompanhamento dos acordos cooperativos;
- c) Experiência do quadro administrativo da universidade em lidar com projetos cooperativos;
- d) Retorno da PETROBRAS ao GP a respeito dos resultados das pesquisas cooperativas;
- e) Perfil do gestor da PETROBRAS influencia processo de condução do projeto.

Segundo Turchi e Porto (2013, p. 50) *“No decorrer dos projetos os parceiros foram capazes de criar um ambiente baseado na confiança, no sentido em que os parceiros partilhavam objetivos comuns, um sistema de códigos com regras claras, linguagem comum.”*

4.2 A COOPERAÇÃO ENTRE: UNIVERSIDADES, INSTITUIÇÕES DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA (EBT'S)

A competitividade no mercado internacional, sobretudo em setores oligopolistas, tem impulsionado as empresas na busca constante por inovações, seja por inovações tecnológicas, de produtos ou processos para fazer frente a constante aumento de produtividade e competitividade. Assim, as Universidades, Instituições De ciência E Tecnologia (ICT's) e Empresas De Base Tecnológica (EBT's), exercem papel decisivo na busca por tais inovações e na produção e disseminação do conhecimento tecnológico. E este conhecimento produzido na academia tende a disseminar-se e tornar-se acessível ao mercado.

Na busca por inovações as empresa demandam novos processos; serviços ; materiais e insumos. A Petrobras em função da qualificação natural de sua mão de obra, tem no seu quadro funcional mão de obra com qualificação de pesquisadores com experiência acadêmica, assim viabilizando a interação com as Universidades, Instituições De Ciência E Tecnologia (ICT's).

A Petrobras tem papel de destaque na economia e no desenvolvimento atuando em áreas estratégicas de Exploração e Produção de Petróleo e Gás; Petroquímica e Fertilizantes; Geração de Energia Elétrica; Refino de Petróleo e Gás; Produção de biocombustível; Distribuição; Transporte e comercialização. Desta forma a empresa demanda novos processos; serviços ; materiais e insumos, que não raro estão disponíveis no mercado, ademais os riscos intrínsecos das atividades exigem por parte dos desenvolveres, fornecedores e parceiros, elevado grau de qualidade. Assim de certo modo a Petrobras fomenta a pesquisa e o desenvolvimento e inovação por parte dos parceiros; Universidades, Instituições De Ciência E Tecnologia (ICT's) e Empresas De Base Tecnológica (EBT's). Este movimento de cooperação entre os parceiros que orbitam a Petrobras os autores Fioravante e Aguirre identificaram com: "efeito Petrobras".

Por essas razões a empresa desenvolveu uma rede sólida de cooperação que, juntamente com as exigências da empresa, tendem a estimular e facilitar a cooperação de seus fornecedores. Tal fato sugere que há um “efeito PETROBRAS” sobre o comportamento de seus fornecedores, que tendem a exercer cooperações com universidades e centros de pesquisa para suprir as necessidades da empresa. Logo, as firmas que fornecem para a PETROBRAS tendem a cooperar mais, por influência ou exigência da PETROBRAS. (FIORAVANTE; AGUIRRE, 2013, p. 116)

Conforme Fioravante e Aguirre (2013), ao governo cabe o papel de regular e monitorar o processo de interação entre os parceiros; Universidades, Instituições De Ciência E Tecnologia (ICT’s) e Empresas De Base Tecnológica (EBT’s). Assim, facilitando a permeabilidade da tecnologia entre os atores e o processo de transbordamento tecnológico “spillover”. Ainda, ha transição do conhecimento que flui da academia para o mercado como de extrema importância no processo de desenvolvimento tecnológico. Pois, o amadurecimento do sistema tecnológico torna o processo de inovação endógeno. A transição do conhecimento das Universidades, Instituições De Ciência E Tecnologia (ICT’s), para as Empresas De Base Tecnológica (EBT’s) que demandam pesquisas e conhecimento tecnológico. Este processo é viabilizado com a criação e fomento de grupos de pesquisas em empresas com a finalidade específica de transmitir o conhecimento para as empresas. Pois, a interação entre Universidades, Instituições De Ciência E Tecnologia (ICT’s) e Empresas De Base Tecnológica (EBT’s), tendem a desenvolver produtos, serviços e processos com aplicabilidade imediata em prol do aumento de produção e a competitividade das empresas. Segundo Fioravante e Aguirre, (2013, p. 117),

A interação entre centros de pesquisa ou universidades e empresas apresenta diferentes padrões de acordo com o grau de desenvolvimento e qualificação dos agentes. O bom desempenho da cooperação está diretamente relacionado com a capacidade de absorção de conhecimento das firmas e qualidade e capacidade de pesquisa das universidades, partindo do princípio de que nem toda interação é proveitosa, apresenta resultados da visão acadêmica sobre a interação entre universidades e empresas. Enquanto algumas firmas se beneficiam do contato com universidade e laboratórios, para a maioria dos casos, as interações não são tão produtivas quanto poderiam. Os autores verificam que as interações vistas como mais relevantes são os projetos de consultoria e projetos de cooperação em P&D de curto prazo, seguidos por parcerias de capacitação e, em terceiro lugar, desenvolvimento de novas técnicas.

As parcerias com a PETROBRAS geram um aumento na produtividade média dos pesquisadores que fazem parte dos grupos de pesquisa mesmo após o término dos contratos ou convênios. Conforme Oliveira e Figueiredo (2013, p. 152), A (TABELA 1) apresenta a produtividade anual média dos pesquisadores doutores constantes da Plataforma Lattes e dos pesquisadores integrantes dos contratos tecnológicos da PETROBRAS

TABELA 1 - PRODUTIVIDADE ANUAL MÉDIA DOS PESQUISADORES

Produtividade média anual dos doutores		
	Pesquisadores	Produtividade Anual Média
Lattes	122.279	1,34
Petrobras	2.964	1,44

FONTE: IPEA (2013)

A (TABELA 2), apresenta análise da produtividade dos pesquisadores das áreas de maior concentração: Química, Geociências, Engenharia Mecânica, Engenharia Química, Ciência da Computação. Segundo Oliveira e Figueiredo(2013, p.153), a Petrobras tende a contratar pesquisadores mais produtivos.

TABELA 2 - PRODUTIVIDADE DOS PESQUISADORES DAS ÁREAS DE MAIOR CONCENTRAÇÃO

Produtividade dos pesquisadores das áreas selecionadas		
	Não - PETROBRAS	PETROBRAS
Número de pesquisadores	14.449	565
Produtividade média	1,92	5,11

FONTE: IPEA (2013)

4.2.1 Entraves na formação de cooperação

A formação de cooperação entre os agentes enfrenta alguns entraves como direito de propriedade e a falta de experiência dos pesquisadores acadêmicos . Conforme Fioravante e Aguirre (2013, p. 118),

Constatou-se que a existência de um *linked scientists*, ou seja, a ligação entre membros da empresa privada (responsáveis pelo projeto) e um cientista de um centro de pesquisa é fator determinante para que se estabeleça a cooperação. Essa conexão foi apontada como a característica mais importante no sentido de difusão de conhecimento, pois foi capaz de integrar ciência de base a aplicações comerciais e tecnológicas, o que é fundamental entre instituições de pesquisa e empresas privadas.

A disparidade entre os diversos setores em que a Petrobras atua: em áreas estratégicas de Exploração e Produção de Petróleo e Gás; Petroquímica e Fertilizantes; Geração de Energia Elétrica; Refino de Petróleo e Gás; Produção de biocombustível; Distribuição; Transporte e comercialização. Esta diversidade de setores, afeta a demanda da empresa por inovações tecnológicas, de produtos ou processos. Conforme o conceito de um sistema setorial de inovação.

Malerba (2004), In various ways, they (non-firms organizations) support innovation, technological diffusion, and production by firms, but again, their role greatly differs among sectoral systems. In several high technology sectors, universities play a key role in basic research and human capital formation, and in some sectors (such as biotechnology and software) they are also a source of start-ups and even innovation.

A disparidade Intersetorial demanda estruturas específicas para a organização das empresas Universidades, Instituições De Ciência E Tecnologia (ICT's) e Empresas De Base Tecnológica (EBT's). Assim, o formato de parcerias entre os agentes varia em função da importância setorial. Conforme (Tijssen 2006 apud FIORAVANTE; AGUIRRE, 2013 p.119),

Tijssen examina os determinantes da ciência desenvolvida em parceria entre universidades e empresas que são relevantes para o desenvolvimento industrial. O autor se restringe a investigar atividades relacionadas apenas a pesquisa entre diferentes campos e países. O artigo apresenta conceitos e modelos capazes de mensurar empiricamente a interação entre universidade e empresa, através de dois indicadores: artigos publicados em coautoria (*research cooperationintesity – RCI*) entre instituições públicas e privadas e referências (*corporate citationsintesity – CCI*) entre pesquisas corporativas e pesquisas acadêmicas. O objetivo é identificar quais empresas são capazes ou apresentam um perfil para orientação industrial, em termos de pesquisa relevante para solucionar os problemas da indústria ou promover seu desenvolvimento.

De acordo com os indicadores: (*research cooperationintesity – RCI*) entre instituições públicas e privadas e referências (*corporate citationsintesity – CCI*), As Universidades maiores são as que mais publicam em coautoria entre instituições público-privada. O tamanho e a estrutura da Universidade, Instituições De Ciência E Tecnologia (ICT's), representam importante fator de atratividade e do interesse das empresas, ou por oferecer um ampla gama de pesquisa e facilidades que permitem a produção de outras pesquisas em parceria. E as universidades que aparecem com pesquisas mais relevantes são as que apresentam uma vasta quantidade de publicações científicas. (FIORAVANTE; AGUIRRE, 2013, p. 120),

A interação entre Universidades, Instituições De Ciência E Tecnologia (ICT's) e Empresas De Base Tecnológica (EBT's), podem gerar cooperação e viabilizar o empreendedorismo a partir da ciência produzida nas Universidades. Segundo (PEREIRA; MUNIZ 2006 apud FIORAVANTE; AGUIRRE, 2013, p. 120)

Investigam o processo de geração de spin-off, ou seja, a geração de empreendimento originário da universidade. Na definição da OCDE - Organisation for Economic Cooperation and Development, spin-offs são: (i) firmas criadas por pesquisadores do setor público; (ii) empresas emergentes que dispõem de licenças de exploração de tecnologias geradas no setor público; (iii) empresas emergentes sustentadas por uma participação direta de fundos públicos, ou que foram criadas a partir de instituições públicas de pesquisa.

Assim, empresas que atuam em mercados oligopolistas têm maiores recursos financeiros para suportar os custos de Pesquisa e Desenvolvimento e Inovação (PD&I). Ademais, possuem pesquisadores em seus quadros de funcionários.

4.3 REDES DE COOPERAÇÃO DA PETROBRAS

Esta seção analisa as redes de relacionamentos da PETROBRAS, e suas subsidiárias nos principais setores em que a Petrobras atua: Exploração e Produção de Petróleo e Gás; Petroquímica e Fertilizantes; Geração de Energia Elétrica; Refino de Petróleo e Gás; Produção de biocombustível; Distribuição; Transporte e comercialização. A partir dos projetos de desenvolvimento tecnológico desenvolvidos em cooperação Universidades, Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT's) e Empresas De Base Tecnológica (EBT's), que resultaram em patentes depositadas no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e Escritório Europeu de Patentes (EPO)

Segundo (INPI, 2006 apud BAZZO; PORTO, 2013, p. 163), estudo realizado pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial, a respeito dos maiores depositantes de patentes no Brasil, cujo título de propriedade pertença a uma empresa ou instituição de origem nacional, destacou-se a posição da PETROBRAS como a segunda maior depositante de patentes com 177 pedidos, para o período de 1999 a 2003. Neste período a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) totalizou 191 pedidos de patente.

TABELA 3 - RELAÇÃO ANUAL DOS 50 MAIORES DEPOSITANTES DE PEDIDOS DE PATENTE NO BRASIL, COM PRIORIDADE BRASILEIRA, NO PERÍODO DE 1999 A 2003.

Depositante Ano 1999	Depositante ano 2000	Depositante ano 2001	Depositante ano 2002	Depositante ano 2003
Petrobras - 30 Unicamp - 17	Unicamp - 39 Petrobras - 25	Petrobras - 30 Unicamp - 22	Unicamp - 60 Petrobras - 43	Unicamp - 53 Petrobras - 49

FONTE: INPI ADAPTADO

Comparativo entre o número de pedidos de patente com co-titularidade com a Petrobras.

- Período de 1999 a 2003 total de 177 pedidos de patente e 3 pedidos com co-titularidade.
- Período de 2004 a 2014 total de 661 pedidos de patente e 53 pedidos com co-titularidade.
- Comparativo entre o número de pedidos de patente com co-titularidade referente ao período de 2004 a 2014). Ver anexo (QUADRO 8)

4.3.1 A Propriedade Industrial

Segundo a World Intellectual Property Organization (2015), a propriedade intelectual refere-se a criações do intelecto humano, como invenções industriais; literárias e trabalhos artísticos. A propriedade intelectual é protegida por lei com a finalidade de garantir os direitos de propriedade, através da concessão de patentes; marcas registradas e direitos autorais.

Patente é um título de propriedade que confere ao seu titular direito de impedir que terceiros explorem sua invenção, por um período de tempo.

A patente confere ao seu titular o direito de impedir terceiro, sem o seu consentimento, de produzir, usar, colocar à venda, vender ou importar com estes propósitos: I - produto objeto de patente; II - processo ou produto obtido diretamente por processo patenteado. § 1º Ao titular da patente é assegurado ainda o direito de impedir que terceiros contribuam para que outros pratiquem os atos referidos neste artigo. (Art. 42 Lei da Propriedade Industrial nº 9.279/96)

De acordo com Bazzo e Porto (2013, p. 182), o levantamento bancos de pedidos de patentes nacional (Instituto Nacional de Propriedade Intelectual) e internacional (Escritório Europeu de Patentes), para o período de 1982 a 2009, cujo foco foi as “patentes concedidas”. Referente aos contratos de cooperação: foi realizado levantamento de informações sobre as patentes nos projetos tecnológicos desenvolvidos em cooperação tecnológica no período de

2001 a 2007. O Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), demora em média 7 anos para a concessão de patente, e o período de sigilo¹⁵ da patente é de 18 meses.

4.3.2 PETROBRAS: Cooperação Tecnológica e Propriedade

De acordo com Bazzo e Porto (2013, p. 184). Pedidos de patentes depositados, patentes concedidas, tendo a PETROBRAS como titular para o período de 1982 a 2000. No período analisado (1982-2000) a PETROBRAS depositou 628 pedidos de patentes de invenção ou de modelo de utilidade. (TABELA 4). O índice de aprovação foi de 79,94%.

¹⁵ período de sigilo: período no qual a patente fica depositada para análise do INPI, depois deste período as informações referentes ao dados do projeto ou produto (desenhos, diagramas, ilustrações) são divulgados.

TABELA 4 - PEDIDOS DE PATENTES DE INVENÇÃO OU DE MODELO DE UTILIDADE

Resumo	Nacional	Internacional*	TOTAL
Pedidos de patentes depositados	593	35	628
Patentes concedidas	489	13	502
Porcentual de aprovação	82,46%	37,14%	79,94%

* Para as patentes internacionais considerou-se somente aqueles que não constavam na base de patentes do INPI para não ocorrer duplicidade das patentes.

FONTE: IPEA (2013)

4.3.4 A Rede de relacionamentos da PETROBRAS

No mesmo período PETROBRAS desenvolveu 502 projetos inovações tecnológicas, de produtos ou processos. Deste total, 454 projetos foram resultado do desenvolvimento de fontes internas da organização e 48 projetos foram resultado do desenvolvimento de parcerias com fontes externas de Cooperação tecnológica e rede de relacionamentos da PETROBRAS. (BAZZO; PORTO, 2013, p. 189).

A (TABELA 5), ilustra o total de patentes concedidas, projetos tecnológicos desenvolvidos internamente e projetos tecnológicos desenvolvidos em parceria, para o período de 1982 a 2000.

TABELA 5 - TOTAL DE PATENTES CONCEDIDAS

Resumo	Nacional	Internacional*	TOTAL
Total de Patentes Concedidas	489	13	502
Desenvolvimento Interno	443	11	454
Desenvolvimento em Parceria	46	2	48
Porcentual de Parceria	9,41%	15,38%	9,56

* Para as patentes internacionais considerou-se somente aqueles que não constavam na base de patentes do INPI para não ocorrer duplicidade das patentes

FONTE: IPEA 2013

A Rede de Cooperação tecnológica de relacionamentos da PETROBRAS, identificados pelas patentes, no período de 1982 a 2000. Ilustrados no (QUADRO 6).

QUADRO 6 - REDE DE COOPERAÇÃO TECNOLÓGICA DE RELACIONAMENTOS DA PETROBRAS

Empresas	Sigla
1 Braskem	BRASKEM
2 Clemente Grego	GREGO
3 Composite Tecnologia Indústria e Comércio	COMPOSITE
4 Conforja Equipetrol	CONFORJA EQUIPETROL
5 Industria de Máquina D`Andrea AS	IND. D`ANDREA
6 Mulching Six do Brasil	MULCHING SIX
7 Cerâmica e Velas de Ignição NGK do Brasil	NGK
8 POLIBRASIL	POLIBRASIL
9 Portos do Brasil AS	PORTOBRAS
10 União Brasileira de Mineração	UBM
11 Geochem Serviços Técnicos Ltda	GEOCHEM SERV.
12 AkzoNobel	AKZO
13 Paul Munroe Engineering	PAUL MUNROE ENG.
Universidades e Instituições de Pesquisa	Sigla
14 Fundação Oswaldo Cruz	FIOCRUZ
15 Univ. Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho	UNESP
16 Universidade Federal Fluminense	UFF
17 Fundação ABC - Pesquisa e Desenvolvimento Agropecuário	FUNDAÇÃO ABC
18 Universidade Federal do Paraná	UFPR
19 Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFRJ
20 Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS
21 Universidade Estadual de Campinas	UNICAMP
22 Universidae de São Paulo	USP
23 Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro	PUC/RIO
24 Com de Posquisa de Recursos Minerais	CPRM
25 GKSS Forschungszentrum	GKSS
26 Instituto de Texnologia Química de Valência	ITQ-VALÊNCIA

FONTE: IPEA 2013

4.3.5 Configuração da Rede PETROBRAS

Esta seção apresenta o mapeamento da rede de cooperação que orbita em torno da PETROBRAS, e os fatores que são predominantes na formatação da rede. Fatores como: capital técnico; acesso a novas tecnologias e a política institucional de inovações destas instituições e menor exigência nas negociações.

Segundo BAZZO e PORTO (2013, p. 193), parceiros periféricos da Petrobras integrantes da rede, não raro submetem-se a contratos e um ambiente de negócio com condições desfavoráveis. Parceiros periféricos não raro buscam a inserção em acordos de cooperação tecnológica e desenvolvimento científico, ou ainda a publicação de artigos científicos, em detrimento da participação nos direitos de propriedade industrial. Fato observado nos contratos¹⁶ e convênios¹⁷ assinados com as organizações periféricas que submetem-se a condições desfavoráveis se comparado as instituições que ocupam a região central da rede de cooperação.

As instituições que orbitam a região periférica da rede submetem-se a acordos desfavoráveis para usufruir de melhor reputação e para ter acesso a recursos. (AHUJA et al. 2009 apud BAZZO; PORTO. 2013, p. 181

Das cinco organizações mais próximas da PETROBRAS (UNICAMP, PUC/RJ, UFRJ, Braskem e USP), quatro permitiram, em algum momento, a participação de pesquisadores de suas instituições para o desenvolvimento de um novo produto ou processo para a empresa, sem declarar os direitos de propriedade industrial dessas instituições na titularidade do documento de patente. (BAZZO; PORTO, 2013, p. 193)

¹⁶ CONTRATO – Maior flexibilidade de gasto e remanejamento de verba Produção científica 100% PETROBRAS;

¹⁷ CONVÊNIO – Menor flexibilidade de gasto e remanejamento de verba Produção científica compartilhada

Segundo BAZZO e PORTO (2013, p. 189), o padrão da rede de relacionamentos da Petrobras (FIGURA 1), foi analisado em termos de padrão da rede, o qual se refere às medidas de coesão e centralidade. A coesão é expressa pelas medidas de tamanho, densidade e grau médio da rede e em termos de centralidade expressa pelas medidas de grau de centralidade, proximidade dos pontos e atores intermediários.

O tamanho da rede de relacionamentos da Petrobras é expresso pelo número de nós, no caso 27. Portanto a rede apresenta um total de 26 parceiros. A densidade é medida pela proporção de relações presentes dividido pelo número máximo de relações possíveis na rede (TABELA 6).

TABELA 6 - Grau de centralidade e grau de centralidade normalizado (1982 a 2000).

EMPRESA	GRAU	Nº DE GRAU
PETROBRAS	26.000	100.000
UNICAMP	4.000	115.385
UFRJ	3.000	11.538
FIOCRUZ	2.000	7.692
UFRGS	2.000	7.692
FUNDAÇÃO ABC	2.000	7.692
UFPR	2.000	7.692
UBM	2.000	7.692
GEOCHEM SERV.	2.000	7.692
USP	2.000	7.692
GREGO	1.000	3.846
CPRM	1.000	3.846
PUC/RJ	1.000	3.846
COMPOSITE	1.000	3.846
POLIBRASIL	1.000	3.846
CONFORJA EQUIPETOL	1.000	3.846
IND D´ ANDREA	1.000	3.846
NGK	1.000	3.846
PAUL MUNROE ENG	1.000	3.846
ITQ-VALÊNCIA	1.000	3.846
MULCHING SIX	1.000	3.846
GKSS	1.000	3.846
PORTOBRAS	1.000	3.846
BRASKEM	1.000	3.846
UFF	1.000	3.846
UNESP	1.000	3.846
AKZO	1.000	3.846

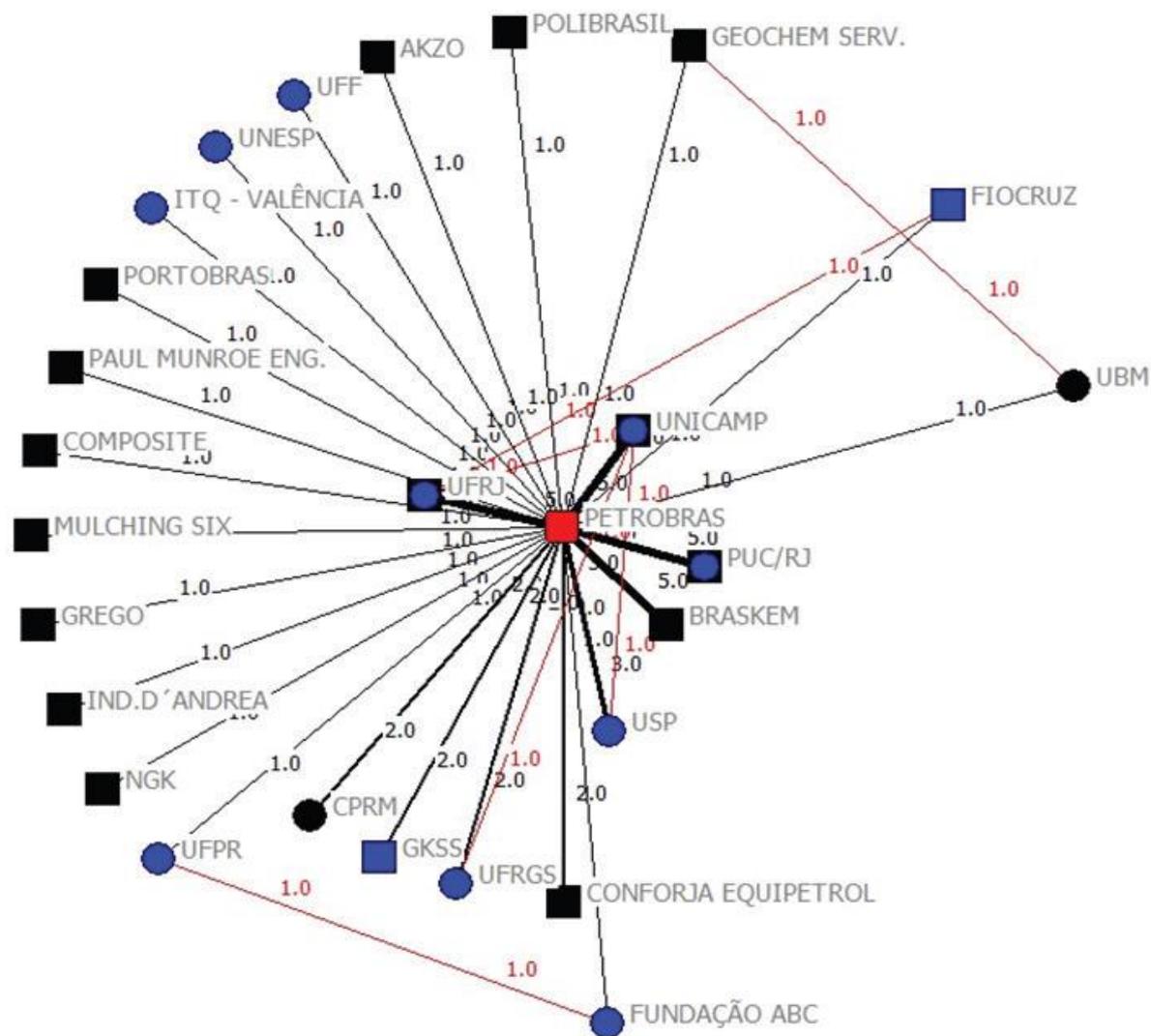
FONTE: IPEA 2013 ADAPTADO

A densidade da conexão é medida pela proporção de relações presentes dividido pelo número máximo de relações possíveis na rede.

O grau de centralidade normalizado de cada ator da rede está descrito no (TABELA 6). Os atores estão em ordem decrescente de grau de centralidade. A PETROBRAS, (grau 26) por ser o ator focal do estudo, tem obrigatoriamente relação com todos os atores da rede. Os demais atores apresentam grau de centralidade baixo. A UNICAMP tem quatro ligações com outros atores da rede, a UFRJ tem três ligações, a FIOCRUZ, UFRGS, Fundação ABC, UFPR, União Brasileira de Mineração, Geochem Serviços Técnicos e USP apresentam duas ligações e as demais instituições somente apresentam conexão com a própria PETROBRAS. Estes dados demonstram a baixa participação dos parceiros da PETROBRAS na rede. (BAZZO; PORTO, 2013, p. 193)

A (FIGURA 1) apresenta a Rede de cooperação da PETROBRAS resultante de patentes, no período de 1982 a 2000. Nessa abordagem considera-se que quanto mais conectada uma rede estiver, menor será a distância social entre os atores do grupo. Assim, um ator central está localizado a distâncias curtas de outros atores, potencializando a sua comunicação na rede. (BAZZO; PORTO, 2013, p. 193).

FIGURA 1- REDE DE COOPERAÇÃO DA PETROBRAS RESULTANTE DE PATENTES, NO PERÍODO DE 1982 A 2000.



LEGENDA:

- Identificação da Parceria por meio do Vínculo Profissional do Inventor
- Identificação da Parceria pelo Compartilhamento de Titularidade da Patente
- Identificação da Parceria pelo Compart. de Titularidade da Patente e Vínculo Prof. do Invento

■ PETROBRAS ■ Empresa ■ Instituição de Ensino e/ou Pesquisa

Conexões: — PETROBRAS – Parceiros — Parceiros – Parceiros

*Espessura da linha proporcional a frequência da relação.

FONTE: IPEA 2013

4.4 A PRODUÇÃO CIENTÍFICA BRASILEIRA NAS ÁREAS DE INTERESSE DA PETROBRAS

De acordo com a *(ISI) Web of Science*, a produção científica brasileira entre os anos de 2008 - 2012 manteve-se estável no ano de 2008 o país ocupava o 13º posição mundial no total de produção científica, nos anos seguintes manteve o mesmo patamar. Assim, esta seção observa a evolução da produção científica brasileira nas áreas de engenharia de petróleo, energia e combustíveis e em aplicações multidisciplinares do campo das geociências. Pois tais áreas apresentam relevância nos setores de Petróleo, Gás Natural e geração de energia. O autor utilizou a ferramenta de busca do portal ISI Web of Science,. A coleta de dados relativos, os artigos publicados nas áreas de engenharia de petróleo, energia e combustíveis e geociências. A metodologia utilizada: ver (NASCIMENTO, 2013).

4.4.1 A Produção Científica Nos Setores De Petróleo E Gás Natural

Entre os anos de 2001 a 2012, de acordo com o portal ISI/ Web of Science, foram publicados 3.774 artigos sobre engenharia de petróleo, energia e combustíveis e sobre geociências em que ao menos um dos seus autores informa o Brasil como o país de sua atuação profissional. Isto significa aproximadamente 1,7% do total de artigos indexados sobre esses temas no período, o que classifica o Brasil na 19º colocação como produtor de ciências na área petróleo, energia e combustíveis e sobre geociências.

O indicador utilizado pelo portal *(ISI) Web of Science* é conhecido como: H-index. Trata-se de um fator calculado a partir da lista de publicações enumeradas pela ferramenta de busca do portal *(ISI) Web of Science*. O indicador ranqueia e calcula o valor a partir das publicações em ordem decrescente conforme o número de citações. Sobre a metodologia utilizada pelo Indicador ver: (HIRSCH, 2005).

De acordo com o indicador H-index, a produção científica brasileira apresentou elevação significativa no cenário internacional nas áreas de engenharia de petróleo, energia e combustíveis e geociências. Em meio aos oito principais concorrentes: Estados Unidos, Noruega, Canadá, China, Rússia, Brasil, OPEP (Organização de Países Exportadores de Petróleo), e México. Sendo assim, o Brasil começou a década (2001-2002) em sexto; no biênio 2005-2006 ocupou a quinta colocação.

Dentre as Universidades brasileiras, USP, é a instituição que tem o maior volume de publicações científicas internacional. Entretanto, áreas científicas mais próximas a petróleo e gás natural, a principal parceira da PETROBRAS na publicação de artigos nessas áreas é a UFRJ. Segundo Nascimento (2013, p.219), um em cada cinco artigos com participação de pesquisador vinculado à PETROBRAS ou ao CENPES teve a coautoria de um ou mais pesquisadores vinculados à UFRJ.

A (TABELA 6) apresenta as Instituições brasileiras com maior número de coautorias com pesquisadores vinculados à PETROBRAS ou ao CENPES – 2001 a 2010.

TABELA 7 - INSTITUIÇÕES BRASILEIRAS COM MAIOR NÚMERO DE COAUTORIAS COM PESQUISADORES VINCULADOS À PETROBRAS OU AO CENPES – 2001 A 2010.

Instituição	Nº de coautorias com a PETROBRAS
UFRJ	27
Unicamp	12
USP	9
UFF	7
PUC-RJ	6
UFRGS	6
UFRN	6
UENF	5
UFPR	4
UFOP	3
UNESP	3

FONTE: PORTAL ISI/WEB OF SCIENCE

A PETROBRAS mantém acordos de cooperação de desenvolvimento tecnológico e científico com instituições internacionais, seja através do CENPES, ou da própria PETROBRÁS.

No que se refere as parcerias internacionais, os Estados Unidos são o país com mais elevado volume de produção científica com a PETROBRAS ou ao CENPES. A Tabela 7 mostra, de um lado, os seis principais países parceiros dos pesquisadores da PETROBRAS e do CENPES entre 2001 e 2010, e, de outro, os cinco principais países parceiros da base científica brasileira da área, entre 2009 e 2010.

TABELA 8 - PAÍSES COM MAIOR NÚMERO DE COAUTORIAS COM PESQUISADORES VINCULADOS À PETROBRAS OU AO CENPES E COM PESQUISADORES VINCULADOS A INSTITUIÇÕES BRASILEIRAS – 2001 A 2010.

País	Nº de coautorias com a PETROBRAS (2001-2010)	País	Nº de coautorias com brasileiros (2009-2010)
Estados Unidos	9	Estados Unidos	116
França	6	França	45
Alemanha	5	Inglaterra	38
Austrália	4	Alemanha	38
Inglaterra	4	Austrália	23
Noruega	4		

FONTE: PORTAL ISI/WEB OF SCIENCE

4.5 POLÍTICA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA O PRÉ-SAL

A exploração e produção de petróleo localizada na camada pré-sal, demanda tecnologia complexa. No atual cenário, nenhuma empresa possui “*know-how*” completo do ciclo de exploração e produção do petróleo abaixo da camada de sal. Somente a título de ilustração a Petrobras atualmente opera a exploração e produção de petróleo e gás natural no golfo do México com profundidade superior a 8000 metros de profundidade. “*A Petrobras informa que teve início hoje, 2/12, a produção do campo de St. Malo, localizado a aproximadamente 450 km ao sul de Nova Orleans, Louisiana, nos Estados Unidos. A profundidade de água é de cerca de 2.100 metros na área de Walker*

Ridge, no Golfo do México, e a profundidade do reservatório é de 8.077 metros.” (PETROBRAS, 2012)

Os estudos do IPEA sobre o impacto da PETROBRAS sobre o desenvolvimento produtivo e tecnológico de suas fornecedoras apresentam dados e argumentos que sugerem a necessidade de uma política de inovação tecnológica para o pré-sal (DE NEGRI et al, 2010 apud ARBIX; TOLEDO (2013, p. 382). Pois as Pesquisas desenvolvidas pela PETROBRAS e sua Rede de Cooperação por inovações tecnológicas, de produtos ou de processos, podem tornar-se dotações. *“Geram externalidades uma vez que estes conhecimentos tornam-se ativos tecnológicos ou dotações tecnológicas que elevam a competitividade da economia brasileira”* (DE NEGRI et al, 2010 apud ARBIX; TOLEDO (2013, p. 382).

Conforme apontado pelo IPEA, os países produtores de petróleo adotam o instrumento de graus de conteúdo nacional no setor petrolífero e parapetrolífero em algum grau, como exemplo: o México, onde o grau de nacionalização é da ordem de 70%, do total a Noruega, por sua vez a nacionalização no setor é de 50% do total. O Brasil apresentou um índice de nacionalização na ordem de 75,6% do total em 2008. Embora o índice de nacionalização do setor de petróleo e gás apresente índice elevado, isto não caracteriza desenvolvimento tecnológico das empresas brasileiras com capital nacional que atuam no setor. Ainda segundo o IPEA, o elevado índice é obtido através de aquisições e incorporações de empresas brasileiras de capital nacional com menor grau de desenvolvimento tecnológico. Entretanto, são as empresas multinacionais em sua maioria, que fornecem produtos e serviços de alta intensidade tecnológica.

No Brasil, no entanto, conteúdo nacional refere-se a empresas produzindo no país, sejam elas de capital nacional ou estrangeiro, conforme definido na Constituição. Isso significa que o conteúdo nacional pode ser atingido pela contratação de empresas atuando no Brasil independentemente da origem de seu capital. Esse instrumento de política industrial é bastante apropriado a estratégias de desenvolvimento cujos objetivos são internalizar empregos e parte dos recursos dispendidos com fornecedores, mas, do modo como está regulamentado no Brasil, inteiramente inadequado para uma política de inovação tecnológica. (ARBIX; TOLEDO, 2013, p. 383).

A relação entre o número total de contratos firmados com a PETROBRAS referente ao fornecimento de produtos, bens ou serviços, considerando o volume financeiro dos contratos da PETROBRAS com suas fornecedoras, indica que a diferença do conteúdo nacional entre empresas brasileiras de capital nacional e empresas brasileiras de capital estrangeiro, brasileiras de capital nacional é de R\$ 1.3 milhões, com as empresas brasileiras de capital estrangeiro abocanhando contratos no valor médio de R\$ 19.2 milhões (ARBIX;TOLEDO, 2013. p. 384).

5 CONCLUSÃO

A prospecção e a exploração de óleo e gás em bacias sedimentares em solo marinho apresentou nas últimas décadas grandes desafios científicos e tecnológicos para as empresas que desenvolvem equipamentos ou exploram petróleo, sobretudo em bacias offshore em águas ultraprofundas. O ambiente marinho é de difícil acesso, e o avanço na exploração *offshore* foi desenvolvido por grandes companhias do setor de petróleo e dominado por empresas dos Estados Unidos, Reino Unido, Holanda e Noruega. As petrolíferas para ter acesso aos reservatórios *offshores* constituíram redes de tecnologia complexa a fim de desenvolver conhecimento e tecnologia através da adoção de diversificadas trajetórias tecnológicas.

A produção em lâmina de águas profundas de grandes campos offshore, como Albacora (1984) e Marlin (1985), na bacia de campos, somente foi possível com um salto tecnológico, pois os equipamentos disponíveis na indústria mundial operavam somente em lâmina de água rasas. No início da década de 80 a indústria mundial fabricante de equipamentos não dispunha de tecnologia necessária para produção de óleo e gás em reservatórios *offshore* com profundidade superior a 400 metros de lâmina d'água. Tendo em vista que em campos de petróleo em mar aberto em operação no mundo como o Mar do Norte (Noruega e Reino Unido), na Venezuela, no Golfo do México, localizavam-se em águas rasas com profundidade inferior a 400 metros de lâmina de água.

A Petrobras desenvolveu o Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas (PROCAP), com a finalidade de produzir petróleo e gás em reservatórios localizados em lâmina de água com profundidade entre 400 e 3.000 metros. Este programa introduziu novas rotinas, procedimentos, práticas organizacionais com o objetivo de facilitar o compartilhamento do aprendizado e do conhecimento dentro Petrobrás.

O programa PROCAP, teve início em 1986 e foi consolidado em 2011. Programa de Capacitação Tecnológica em Águas Profundas, proporcionou a empresa importantes prêmios internacionais: Em 1992 Petrobras recebeu o prêmio da *Offshore Technology Conference* (OTC), referente ao conjunto de

tecnologias desenvolvidas para a o campo de Marlin. O mesmo programa, PETROBRAS recebeu em 2001 o prêmio da *Offshore Technology Conference* (OTC), em função das tecnologias desenvolvidas para a produção no campo de Roncador a uma numa profundidade superior a 1800 metros. A PETROBRAS finalizou o programa PROCAP em março de 2011, o programa proporcionou a empresa a liderança em tecnologia offshore.

Em 2006 a companhia obteve sucesso nas perfurações, encontrou petróleo leve e de boa qualidade no campo de TUPI. A província do Pré-sal representa para o Brasil uma nova fronteira exploratória um desafio sem precedentes; produzir óleo e gás em águas ultraprofundas abaixo da camada de sal com espessura superior a 2000 metros. Para tanto, a Petrobras/Cenpes implementou em 2006 o Programa Redes Temáticas com a finalidade de fomentar o desenvolvimento de pesquisa básica em parcerias com Universidades Nacionais, Institutos de pesquisa e Empresas de base tecnológica. A rede de tecnologia complexa, em parceria com universidades e instituições nacionais de pesquisa pelo modelo de parceria tecnológica.

Em dezembro de 2013, a Petrobras possuía 954 termos de cooperação tecnológica com 88 instituições de Ciência e Tecnologia brasileiras. Dentre os participantes destaca-se a Rede Galileu e os Núcleos Regionais de Competência. A Petrobras implantou em 2007 o Programa Tecnológico para o Desenvolvimento da Produção dos Reservatórios do Pré-sal (PROSAL). Com a finalidade de coordenar os diversos projetos de Pesquisa e desenvolvimento técnico necessário para viabilizar a exploração e produção na província do pré-sal. O PROSAL desenvolve projetos em parceria com universidades nacionais e internacionais e cadeia de fornecedores de produtos e serviços.

No que se refere a geração de conhecimento e tecnologia, os 191 coordenadores declarou em média de 8,4 artigos publicados e; 2,8 dissertações e 1,4 teses orientadas. Em relação a novas tecnologias geradas pelos projetos em cooperação entre os GP e a PETROBRAS. Foram desenvolvidas: 531 novas tecnologias apresentados pelos pesquisadores como os resultados dos respectivos projetos, 332 novos produtos, 253 novos processos.

Portanto, a rede tecnológica complexa estabelecida pela Petrobras/Cenpes, proporcionou ao Brasil as condições técnico/científica para além de romper as barreiras tecnológicas para a produção nas camadas pré-sal, tendo em vista que atualmente a Petrobrás explora óleo e gás em outras bacias sedimentares no mundo; na costa ocidental da África; no Golfo do México e no Mar Cáspio. Destaca-se ainda, a autossuficiência e a possibilidade do Brasil tornar-se um exportador líquido de petróleo. Embora a capacidade de investimento em pesquisa e inovação da empresa experimentou sensível redução em função da queda do valor das ações no mercado e do aumento da dívida líquida, este resultado em grande medida influenciado pelo cenário político e pela operação Lava Jato ainda em curso. Ainda, segundo divulgação pela Petrobras em 30 de dezembro de 2015 dos resultados de viabilidade técnica e econômica do pré-sal, a empresa através da adoção do uso de novas tecnologias reduziu o custo de produção a um patamar em torno de US\$ 8 por barril produzido no pré-sal. Além do aumento da produção na produção diária

Por fim, o referencial teórico: economia evolucionária neo-schumpeteriana, viabilizou as investigações a respeito do conhecimento, geração e uso de novas tecnologias na província do pré-sal.

Através dos fatos relacionados nesta dissertação, espera-se que o objetivo geral e os objetivos específicos possam ter sido contemplados. Referente aos objetivos específicos, o primeiro e o segundo foram sintetizados no quarto parágrafo; o terceiro objetivo específico foi considerado no sétimo parágrafo. Com relação a objetivo geral foi exposto no oitavo parágrafo.

REFERÊNCIAS

A criação da Empresa Brasileira de Administração de Petróleo e Gás Natural – Pré-Sal Petróleo S.A. (PPSA). Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/entidades-vinculadas-e-afins/ppsa>> Acesso em: 29/07/2015

Associação Brasileira Da Industria De Máquinas e Equipamentos. Disponível em <<http://www.abimaq.org.br>> Acesso em:30/07/2015

ARROW, K. J. The Economic Implications of Learning by Doing. **The Review of Economic Studies**, 29 (3), 155-173, 1962.

ATKINSON, A. B.; STIGLITZ, J. E. A New View of Technological Change. **The Economic Journal**, Vol. 79, No. 315, Sep., 1969.

BERGEK, A.; JACOBSSON, S.; CARLSSON, B.; LINDMARK, S.; RICKNE, A. Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. **Research Policy**, (37), 3, 407-429, 2008.

BRITTO, J. **Características Estruturais e Modus-Operandi das Redes de Firms em Condições de Diversidade Tecnológica**, Tese de Doutorado, Rio de Janeiro, IE/UFRJ, 1999.

BRITTO, J. Cooperação interindustrial e redes de empresas, In: HASENCLEVER, L.; KUPFER, D. **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**, Rio de Janeiro: Campus, p. 345-386, 2002.

CARLSSON, B.; STANKIEWICZ, R. On the nature, function and composition of technological systems. **Journal of. Evolutionary . Economy**, 1: 93-118, 1991.

CELSO FERNANDO LUCCHESI PETRÓLEO Estud. av. vol.12 no.33 São Paulo May/Aug. 1998

DALLA COSTA, A, J; ORTIZ NETO, J. B. A Petrobrás e a exploração de Petróleo Offshore no Brasil: um approach. **RBE**, Rio de Janeiro v. 61, n. 1, p. 95–109, Jan-Mar 2007.

DE NEGRI et al, **Poder de compra da PETROBRAS: impactos econômicos nos seus fornecedores. Relatório Final baseado nos Relatórios de Referência do Projeto** – Convênio PETROBRAS/IPEA, 2010.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories. *Science Policy Research Policy*, **North-Holland Publishing Company**, 11, p.147-162, 1982.

ETZKOWITZ H.; LEYDESDORDD L. (2000) **The Dynamics of Innovation: from National Systems and Mode 2 to Triple Helix of university-industry-government.** *Research Policy* 29, p. 109-123, 2000.

ETZKOWITZ, H. ; LEYDESDORFF, L. “**The dynamics of innovation: from National Systems and ‘mode 2’ to a triple helix of university-industry government relations,**” *Research Policy*, 29, p. 109-123, 2000.

ETZKOWITZ, H. E LEYDESDIRFF, L. The triple helix-university-industry-government relations: a laboratory for knowledge based economic development. **Easst Review** 14 (1995, n. 1) p.14-19.

Evolução Geológica Do Território Nacional. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/media/evolucao_geologica.pdf> Acesso em 02/09/2015

FREEMAN C. The National System of Innovation in Historical Perspective. Cambridge: **Journal of Economics** 19, n. 1, p 5-224. 2000.

FREEMAN, C. Networks of innovators: A synthesis of research issues, **Research policy**, vol. 20, Issue 5, 1991.

FREEMAN, C. The determinants of innovation: Market demand, technology, and the response to social problems. **Futures**, vol 11, Issue 3, p. 206-215, 1979.

Gestão de reservas de Libra deveria ser exclusiva do Estado, diz 'pai do pré-sal' Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2013/10/1363062-gestao-de-reservas-de-libra-deveria-ser-exclusiva-do-estado-diz-pai-do-pre-sal.shtml>> Acesso em: 18/03/2015

Legislação geral e pareceres. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/links-destaques/sobre/legislacao-1>> Acesso em: 24/07/2015

LEI Nº 9.279, de 14 de maio de 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9279.htm> Acesso em: 25/07/2015

LUCCHESI, C. F. Petróleo. **Estudos Avançados**. vol.12 n.33 São Paulo, May/Aug. 1998

LUNDEVALL, B. **National Innovation Systems - Analytical Concept And development Tool**. Tsinghua University, Copenhagen, Denmark, June, p. 27-29, 2005.

LUNDEVALL, B.-A. **Innovation policy in the Globalizing leaning economy in The Globalizing leaning economy**, edit. By Daniele Archibugi and Bengt-Ake Lundvall, Oxford: Oxford University Press, 2001.

LUNDEVALL, B.-Ä. **National Systems of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning**, London, Pinter Publishers, 1992.

LUNDEVALL, B-A. **The University in the learning economy Druid Working Papers**, Nº. 6, 2002.

MADDISON, A. **The World Economy: A Millenial Perspective**. OCDE, Paris, 2001.

MALERBA, F. ; ORSENIGO, L. "Knowledge, innovative activities and industrial evolution", **Industrial and Corporate Change**, v. 9, n. 2, p.289-314, jun. 2000.

MALERBA, F. "**How and Why Innovation Differs Across Sectors**", in Jan Fagerberg. (ed.), *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford: Oxford University Press, p. 380-406, 2004.

MORAIS, J. M. de. **Petróleo em águas profundas: uma história tecnológica da Petrobras na exploração e produção offshore**. Brasília: IPEA, Petrobras, 2013.

NELSON R. **National Innovation Systems: a Comparative Analysis**. New York: Oxford University Press, 1993

NELSON, R. ET WINTER, S. **An evolutionary theory of economic change**, Cambridge: The Belknap Press Of Havard University Press, 1992.

NELSON, R. **Understanding technical change as an evolutionary process**, Amsterdam: North-Holland, 1987.

NELSON, R. Why do firms differ and how does it matter? Strategic Mangement Journal Vol. 12; p. 61-74, 1991.

O homem que inventou o pré-sal levava mapa de campos da bacia de Santos no bolso Disponível em:

<<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2013/09/1345337-o-homem-que-inventou-o-pre-sal-levava-mapa-de-campos-da-bacia-de-santos-no-bolso.shtml>> Acesso: em: 18/03/2015

O petróleo no Brasil. Disponível em: <<http://blog.planalto.gov.br/o-petroleo-no-brasil>>. Acesso em: 11/08/2015.

ORTIZ NETO, J. B. **O processo de aprendizado tecnológico na trajetória do sistema de produção flutuante empreendido pela Petrobrás em seu programa de capacitação tecnológica em águas profundas – procap**. 204 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) – Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

PELAEZ, V. ; SBICCA, A. Sistemas de Inovação. In:PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. **ECONOMIA DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**. São Paulo: Hucitec, 2006, p. 415 – 448.

Preço histórico do petróleo. Disponível em: <http://inflationdata.com/Inflation/Inflation_Rate/Historical_Oil_Prices_Table.asp> Acesso em: 10/01/2016

Produção que operamos no pré-sal bate novo recorde e ultrapassa o patamar de 800 mil barris de petróleo por dia. Disponível em:

<<http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/producao-que-operamos-no-pre-sal-bate-novo-recorde-e-ultrapassa-o-patamar-de-800-mil-barris-de-petroleo-por-dia.htm>> Acesso em 09/08/2015

QUEIROZ, S. Aprendizado Tecnológico. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. **ECONOMIA DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA**. São Paulo: Hucitec, 2006, p. 193 – 211.

Resultados comprovam viabilidade técnica e econômica do pré-sal. Disponível em: <http://www.petrobras.com.br/fatos-e-dados/resultados-comprovam-viabilidade-tecnica-e-economica-do-pre-sal.htm> Acesso em 30/12/2015

Tecnologia e Inovação. Disponível em:

<http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/tecnologia-e-inovacao>

Acesso em: 18/03/2015

The New York stock Exchange. Disponível em: <https://www.nyse.com/quote/XNYS:PBR> Acesso em: 05/01/2016

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO)
<http://www.wipo.int/about-ip/en/> Acesso em: 30/12/201

