



Universidade Federal
do Rio de Janeiro

Escola Politécnica

**ANÁLISE DOS INVESTIMENTOS DA CLÁUSULA DE PESQUISA,
DESENVOLVIMENTO & INOVAÇÃO (PD&I) E O CRESCIMENTO TÉCNOLÓGICO
DO SETOR PETROLÍFERO BRASILEIRO**

Lucas Fernandes Oliveira

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia de Petróleo da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro.

Orientadora: Rosemarie Bröker Bone

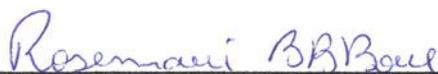
Rio de Janeiro
Março de 2020

ANÁLISE DOS INVESTIMENTOS DA CLÁUSULA DE PESQUISA,
DESENVOLVIMENTO & INOVAÇÃO (PD&I) E O CRESCIMENTO
TECNOLÓGICO DO SETOR PETROLÍFERO BRASILEIRO

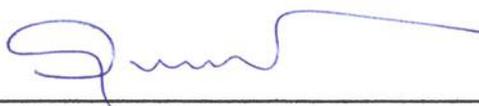
Lucas Fernandes Oliveira

PROJETO DE GRADUAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO CURSO
DE ENGENHARIA DO PETRÓLEO DA ESCOLA POLITÉCNICA DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE
ENGENHEIRO DO PETRÓLEO

Examinado por:



Professora Rosemarie Bröker Bone, Dra.



Professor Paulo Couto, Dr. Eng.



Professor Eduardo Pontual Ribeiro, PhD.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

MARÇO DE 2020

Fernandes Oliveira, Lucas

Análise dos Investimentos da Cláusula de Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação (PD&I) e o Crescimento Tecnológico do Setor Petrolífero Brasileiro / Lucas Fernandes Oliveira. - Rio de Janeiro: UFRJ / Escola Politécnica, 2019.

XIII, 95 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadora: Rosemarie Bröker Bone, D.Sc

Projeto de Graduação – UFRJ / Escola Politécnica / Curso de Engenharia de Petróleo, 2019.

Referências Bibliográficas: p. 93-95

1. Brasil. 2. Petróleo. 3. Gás Natural. 4. PD&I. 5. Empresas Operadoras. I. Bone, Rosemarie Bröker. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica. III. Análise Dos Investimentos Da Cláusula de Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação (Pd&I) e o Crescimento Tecnológico do Setor Petrolífero Brasileiro.

*O livro é nosso escudo e arma a inteligência
(Hino do Colégio Pedro II)*

Agradecimentos

Agradeço a todos que foram importantes nessa minha caminhada, sem vocês não teria atingido essa conquista. Em primeiro lugar, devo agradecer a Jesus Cristo pelo dom da vida, por abrir portas nas quais até eu já tinha perdido as esperanças.

Agradeço a minha família pela paciência e suporte nos momentos difíceis e estressantes.

À minha mãe Rosane, por ter me educado e ter cuidado de nós. Tenho muito orgulho de ser parecido com você. Muito obrigado por todo sacrifício que você fez por mim, sem seu carinho não chegaria tão longe.

A meu pai Benjamin, por ser meu exemplo e por todo esforço feito por nós. Cada momento que abdicamos da sua presença me ensinou muito sobre persistir nos meus objetivos assim como você.

A Júlia, meu amor e parceira de vida, por acreditar em mim e me motivar sempre. Obrigado por ser presente na realização dos pequenos desejos e dos grandes sonhos.

Aos meus amigos de faculdade: Alexandre Lima, Ana Jerdy, Elton Lima e Ronie Fiuza. Agradeço por cada momento de risada, por dividir as frustrações e as conquistas que a engenharia nos proporcionou.

À minha orientadora Rosemarie Bröker Bone, agradeço por ter confiado no meu trabalho logo no segundo período da faculdade. Obrigado pelas sugestões e indicações durante a vida acadêmica e fora dela também.

Obrigado a Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro pelo privilégio de graduar-me na maior escola de engenharia do país.

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro de Petróleo.

Análise dos Investimentos da Cláusula de Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação (PD&I) e o Crescimento Tecnológico do Setor Petrolífero Brasileiro

Lucas Fernandes Oliveira

Março/2020

Orientadora: Rosemarie Bröker Bone

Curso: Engenharia de Petróleo

Resumo: A inovação permite aos países serem mais competitivos, também possibilita a criação de novos negócios e empregos. O objetivo deste trabalho é verificar a importância da cláusula PD&I, determinar o foco tecnológico nacional das regiões e empresas e associar as pesquisas realizadas com o ganho de produtividade das petrolíferas selecionadas, em especial da Petrobras. O período analisado compreende de 1998 a setembro de 2019. Os dados foram extraídos da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

Primeiramente, fez-se um histórico do montante investido ao longo do intervalo supracitado, identificando os blocos que contribuem para a cláusula e a participação da Petrobras e das demais companhias privadas nacionais e internacionais.

No capítulo seguinte, analisou-se a participação da ANP como reguladora das pesquisas e inovações tecnológicas. Também, a partir dos projetos submetidos a ANP, foi possível inferir que a maioria das regiões está focada no desenvolvimento de inovações para a área do pré-sal. Salvo exceções, a Região Centro-Oeste pesquisa sobre o *shale gas* e a Região Nordeste sobre o fator de recuperação em bacias sedimentares consideradas maduras.

As universidades federais do eixo Rio-São Paulo concentram o maior número de pesquisas; entretanto, os centros de pesquisas isolados estão surgindo no cenário de investimento em PD&I a partir do crescimento da produção do pré-sal.

Acredita-se que a eficiência produtiva da Petrobras medida através das variáveis operacionais em contraste com os investimentos de PD&I seja seguida pelas demais empresas operadoras atuantes não só no mercado nacional, como também no mercado internacional petrolífero.

Palavras-chave: Brasil, PD&I, petróleo, gás natural, empresas operadoras.

Abstract of Undergraduated Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Engineer.

Analysis of Investment in the Research, Development & Innovation (PD&I) Clause and Technological Growth of the Brazilian Oil Sector

Lucas Fernandes Oliveira

March/2020

Advisor: Rosemarie Bröker Bone

Abstract: Innovation allows countries to be more competitive, it also enables the creation of new businesses and jobs. The objective of this work is to verify the importance of the RD&I clause, to determine the national technological focus of the regions and companies and to associate the researches carried out with the productivity gains of the selected oil companies, especially Petrobras. The analyzed period runs from 1998 to September 2019. The data were extracted from the National Agency of Petroleum, Natural Gas and Biofuels (ANP).

First, a history of the amount invested was made, identifying the blocks that contribute to the clause and the participation of Petrobras and the other national and international private companies.

In the next chapter, the participation of the ANP as a regulator of research and technological innovations was analyzed. From the projects submitted to ANP, it was possible to infer that most regions are focused on the development of innovations for the pre-salt area. With exceptions, the Midwest Region researches on shale gas and the Northeast Region on the recovery factor in sedimentary basins considered mature.

Federal universities on the Rio-São Paulo axis concentrate the largest number of researches, however research centers are emerging in the scenario of investment in R&D from the growth of pre-salt production.

It is believed that Petrobras' productive efficiency measured through operating variables in contrast to RD&I investments is followed by other operating companies operating not only in the domestic market, but also in the international oil market.

Keywords: Brazil, petroleum, natural gas, R&D, operator companies.

Sumário

Lista de Figuras.....	xii
Lista de Tabelas	xiii
1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 – Regras Gerais da Obrigação de PD&I e Destinação dos Recursos.....	2
1.2 - Objetivo.....	5
2 – INVESTIMENTOS EM PESQUISA, DESENVOLVIMENTO & INOVAÇÃO.....	7
2.1 Origem dos recursos da Cláusula PD&I	7
2.2 Correlação entre o Investimento PD&I e o Valor do Barril	11
2.3 Considerações Parciais 1	12
3 - A ANP e a PD&I	14
3.1 O papel da ANP	14
3.2 Prêmio de Inovação Tecnológica	16
3.3 - Programa De Recursos Humanos (PRH) da ANP	17
3.2.1 – Áreas Temáticas	20
3.2.2 – Reativação do PRH – ANP.....	22
3.3 – Considerações Parciais 2	24
4 – FOCO TECNOLÓGICO DOS INVESTIMENTOS EM PD&I	26
4.1 – Planejamento governamental para o setor petrolífero nacional.....	26
4.2 – Identificação do perfil tecnológico das regiões brasileiras	29
4.3 – Cenário Nacional	31
4.4 – Cenário Regional	35
4.4.1 - Região Norte	36
4.4.2 - Centro-Oeste	37
4.2.3 - Nordeste.....	39
4.2.3.1 - Alagoas	41
4.2.3.2 - Bahia.....	42
4.2.3.3 - Ceará	45
4.2.3.4. Maranhão.....	46
4.2.3.5. Paraíba.....	46
4.2.3.6. Pernambuco	47
4.2.3.7. Piauí.....	48
4.2.3.8. Rio Grande do Norte	48
4.2.3.9. Sergipe.....	49
4.4. Sudeste	50

4.4.1 - Espírito Santo	51
4.4.2 - Rio de Janeiro	52
4.4.3 - São Paulo	53
4.4.4 – Minas Gerais.....	54
4.5 - Sul.....	55
4.5.1 - Paraná	56
4.5.2 - Rio Grande do Sul.....	56
4.5.3 - Santa Catarina	57
4.6. Considerações Parciais 3	58
5 - EMPRESAS PETROLÍFERAS	62
5.1 – Empresas <i>versus</i> linhas de pesquisa.....	62
5.2 – Empresas no detalhe	63
5.2.1 - Petrobras.....	65
5.2.1.1 – Resultados da Petrobras.....	67
5.3 – Considerações Parciais 4	70
6 - CONCLUSÃO	71
ANEXOS.....	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93

Lista de Figuras

Figura 1- Percentagem do PIB gasto em pesquisa e número de pesquisas por mil empregos, 2019.....	2
Figura 2 - Distribuição das Empresas por Campo na Arrecadação de PD&I, 2017	8
Figura 3 - Obrigação de Investimento em PD&I, 1998-2019	9
Figura 4 - Percentagem de Investimentos conforme a Cláusula PD&I por empresa, 2019	10
Figura 5 - Número de premiações aos participantes do PRH, 2008-2013.....	18
Figura 6 - Distribuição dos PRHs por Estado, 2014	22
Figura 7- Mapa de Instituições Credenciadas, 2019	29
Figura 8 - Gráfico de Investimentos em PD&I, Produção Diária do Pré-sal, Dias de Perfuração no Pré-sal, Custo do Barril no Pré-sal e N ^o de Poços Perfurados Offshore	69

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Percentual de Obrigação em PD&I de acordo com o contrato de E&P	3
Tabela 2 - Percentagem de Investimento por Ente	4
Tabela 3 - Valor da PD&I, Volume Produzido, Preço Médio do Barril e Taxa de Câmbio R\$/US\$, 1998-2019	11
Tabela 4 - Projetos Autorizados, 2005-set/2019	15
Tabela 5 - Programas do PRH-ANP com registro de propriedade intelectual, 2009-2014	19
Tabela 6 - Avaliação dos Programas de Recursos Humanos da ANP, 2014	21
Tabela 7- Número de Bolsas, Período Máximo e Valor Mensal por categoria, 2019 ...	23
Tabela 8 - Empresas que investiram conforme a Resolução Técnica 05/2005	30
Tabela 9 - Projetos de PD&I da Região Norte, 2018-2019	36
Tabela 10 - Projetos de PD&I na Região Centro-Oeste, 2017-2019	37
Tabela 11 - Projetos de PD&I na Região Nordeste, 2017-2019	40
Tabela 12 - Projetos de PD&I na Região Sudeste, 2017-2019.....	50
Tabela 13 - Projetos de PD&I na Região Sul, 2017-2020	55
Tabela 14 - Investimentos da Petrobras em PD&I (R\$ milhões), 2005-2016.....	66
Tabela 15 - Produção de Petróleo e Gás Natural e o Número de Poços Perfurados, 2010-2019	67

1 - INTRODUÇÃO

A inovação tecnológica permite aos países serem mais competitivos, mais adaptáveis às mudanças socioeconômicas e a sustentarem padrões de vida melhores; também possibilita a criação de novos negócios e empregos e ajuda a direcionar às transformações sociais e globais para o bem comum (*OECD SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION OUTLOOK*, 2018). Nesse contexto, a inserção de tecnologias é peça fundamental porque ela propicia a eficiência produtiva necessária para operar na fronteira de possibilidades de produção (FPP) com o uso ótimo dos fatores sempre escassos, podendo assim aumentar a produtividade da indústria (OLIVEIRA e BONE, 2018). Na indústria petrolífera não é diferente, inovações tornaram possível a exploração e produção (E&P) de petróleo e gás natural em menor tempo, devido ao aumento da curva de aprendizado e, conseqüentemente, obteve-se um menor custo de produção; fato que é vital para o objetivo final das empresas, a lucratividade. Porém, para atingir a maturidade tecnológica é preciso investimentos em pesquisas e programas científicos, a fim de criar e desenvolver tais inovações. Uma pesquisa realizada pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em 2014 mostrou que o Brasil se encontra muito abaixo da média dos países membros. Também, se continuar com o ritmo de publicações poderá alcançar os países da OCDE somente daqui há 36 anos (OCDE, 2014, p. 7).

Conforme *Science, Technology and Innovation Policy – STIP* apontam a discrepância do Brasil em relação aos países membros da organização. O percentual do Produto Interno Bruto (PIB) dedicado ao desenvolvimento de pesquisa no Brasil é de 1,15% contra 1,6% da OCDE; para pesquisadores por mil empregados, a relação é ainda pior, são 1,49 pesquisadores/empregados contra 9 da OCDE. A figura 1 mostra o PIB gasto em pesquisa e número de pesquisadores por mil empregados das nações da OCDE. A barra preta é a média dos países da OCDE e a círculo preto é a posição indicada do Brasil, no qual a cor azul corresponde aos países mais bem ranqueados e o vermelho indica os piores países ranqueados.



Figura 1- Percentagem do PIB gasto em pesquisa e número de pesquisadores por mil empregos, 2019

Fonte: OCDE, 2019.

Obs.: o Brasil está identificado pelo círculo preto.

Diante de tal cenário, torna-se urgente investimentos em formação profissional e infraestrutura para que a mão de obra se qualifique a altura da complexidade do setor.

Sabe-se que inovar é transformar ideias em valores; logo a criação de novos produtos ocorre de acordo com a demanda e a necessidade de aprimoramento dos processos visa a eficiência produtiva, além de qualidade e quantidade do produto final.

A inovação de um produto ou processo é o último estado de uma rota que envolve despesas em pesquisas, infraestrutura e qualificação da mão de obra (NERI; OSÓRIO, 2016).

O setor petrolífero impulsiona a criação de novas tecnologias porque é sempre desafiado em virtude de áreas de difícil exploração e produção (E&P).

No Brasil, a cláusula contratual de Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação (PD&I) consta em lei específica, com o propósito de estimular as empresas a investirem. A PD&I tem por finalidade fomentar o desenvolvimento da indústria nacional visando soluções tecnológicas e a ampliação do conteúdo local (CL) de bens e serviços no processo produtivo (ANP, 2019b). Esta discussão torna-se mais importante no atual momento brasileiro, uma vez que o crescimento do setor de petrolífero nacional está pautado nas fronteiras produtivas do pré-sal.

1.1 – Regras Gerais da Obrigação de PD&I e Destinação dos Recursos

A Lei 9478/1997, artigo 8, inciso X coloca a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (ANP) como protagonista da PD&I:

Art. 8o A ANP terá como finalidade promover a regulação, a contratação e a fiscalização das atividades econômicas integrantes da indústria do petróleo, do gás natural e dos biocombustíveis, cabendo-lhe: (...)

X - Estimular a pesquisa e a adoção de novas tecnologias na exploração, produção, transporte, refino e processamento;(…)

De acordo com o modelo de contrato de (E&P) vigente, os percentuais sobre a receita bruta podem ser variados (ANP, 2017b). Considerando que existem no Brasil três tipos de contratos para a E&P de óleo e gás natural verifica-se que possuem obrigações de PD&I dentro do intervalo 0,5% a 1%, como poderá ser visto na Tabela 1.

Segundo o Regulamento Técnico da ANP Nº 3/2015, o modelo de concessão obriga a destinação de um por cento (1%) da receita bruta da produção de hidrocarbonetos quando há Participação Especial¹ em qualquer trimestre do ano. Nos contratos de Partilha de Produção e Cessão Onerosa, o valor a ser investido corresponde, respectivamente, a um por cento (1%) e meio por cento (0,5%).

Tabela 1 - Percentual de Obrigação em PD&I de acordo com o contrato de E&P

Fonte: Elaboração própria com base em ANP, 2017b.

Modelos de Contrato de Exploração e Produção	Percentual de Obrigação em PD&I
Concessão	1% quando há Participação Especial
Partilha da Produção	1%
Cessão Onerosa a Petrobras	0,5%

Os recursos provenientes da cláusula PD&I possuem prazo de validade, ou seja, devem ser aplicados até o dia trinta de junho do ano seguinte daquele em que foi gerado.

¹ O volume de hidrocarboneto a ser enquadrado como participação especial varia de acordo com o ano de produção, o detalhamento é feito no anexo I.

Conforme a norma técnica da ANP referida acima, os recursos devem ser investidos compulsoriamente em agentes de pesquisas habilitados pela agência reguladora. Os agentes receberão um valor (em moeda nacional) de acordo com o determinado nas respectivas modalidades do contrato de E&P.

Os recursos gerados em contratos de concessão, conforme demonstrado por Oliveira e Bone (2018), são deliberados de acordo com a rodada de licitação. Até a décima licitação definiu-se da seguinte forma: a) pelo menos cinquenta por cento dos investimentos serão aplicados em projetos ou programas executados por Instituições Credenciadas (universidades e instituições de ensino, a ser explicado no capítulo 3); b) o restante dos recursos poderá ser aplicado em projeto ou programa executado em instalações da própria empresa petrolífera, desde que localizada no Brasil, ou contratados junto as companhias nacionais.

Nos contratos de concessão da décima primeira à décima terceira rodadas de licitação e na primeira rodada referente aos contratos na modalidade Partilha de Produção há de ser observado o seguinte padrão de investimento: a) pelo menos 50% (cinquenta por cento) aplicados em projetos ou programas executados por Instituições Credenciadas; b) pelo menos 10% (dez por cento) dos recursos deverão ser aplicados em projetos ou programas executados por empresas brasileiras; c) 40% (quarenta por cento) restantes poderão ser aplicados em programas de PD&I executados pela própria empresa petrolífera e/ou companhias nacionais e/ou instituições credenciadas.

A partir da décima quarta rodada de concessão e da segunda rodada de partilha de produção é obrigatoriamente dividido da seguinte maneira: a) de 30% a 40% (trinta por cento a quarenta por cento) em universidades ou institutos de pesquisa e desenvolvimento nacionais credenciados pela ANP; b) de 30% a 40% (trinta a quarenta por cento) dos recursos serão aplicados em atividades de pesquisa e desenvolvimento e inovação que tenham por objetivo resultar em produtos ou processos com inovação tecnológica junto às empresas brasileiras; c) o concessionário poderá investir o restante do montante em instalações próprias, em empresas brasileiras e/ou em instituições credenciadas.

A cessão onerosa possui uma particularidade, os recursos na sua integralidade deverão ser aplicados em pesquisas realizadas pelas Instituições Credenciadas. A Tabela 2 resume os percentuais mínimos que poderão ser investidos em cada ente de acordo com os modelos de contrato existentes.

Tabela 2 - Percentagem de Investimento por Ente

Fonte: Resolução Técnica da ANP N° 03/2015.

Modelo de Contrato	Instituições Credenciadas	Empresa Petrolífera	Companhias Nacionais
Concessão até 10ª Rodada	No mínimo 50% (obrigatório)	Até 50% (facultativo)	Até 50% (facultativo)
Concessão 11ª a 13ª Rodada e 1ª Rodada Partilha de Produção	No mínimo 50% (obrigatório)	No mínimo 10% (obrigatório)	Até 40% (facultativo)
Demais Rodadas de Concessão e Partilha de Produção	30% - 40% (obrigatório)	30% - 40% (obrigatório)	20% - 40% (facultativo)
Cessão Onerosa	100% (obrigatório)		

A despeito do modelo de contrato, os investimentos são cruciais para o futuro do país e do setor. Eles geram condições de competitividade internacionais.

1.2 - Objetivo

O objetivo deste trabalho é verificar a importância da cláusula PD&I, determinar o foco tecnológico nacional das regiões e empresas e associar as pesquisas realizadas com o ganho de produtividade das empresas selecionadas, em especial da Petrobras. O período analisado compreende de 1998 ao terceiro trimestre de 2019. Os dados foram extraídos da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

Excetuando a Introdução e a Conclusão, no segundo capítulo, contextualizar-se-á sobre a importância do investimento em inovações científicas no setor petrolífero de 1998 a 2019 e a interferência da crise internacional de 2008 e de eventos a partir de 2018 (INVESTING, 2019).

Em momentos de crise, alguns setores de uma empresa sofrem perdas de investimentos e a PD&I está nesta lista. Infere-se a partir disso, que o setor de PD&I não é relevante. Porém, há um impasse em tal decisão, dado que os resultados da PD&I

proporcionam às empresas e país ganhos de competitividade, que em última análise permitem a manutenção do crescimento econômico.

No terceiro capítulo, analisar-se-á a participação da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) no processo de criação de tecnologias para o setor, através do seu papel regulador na cláusula PD&I e operadora do Programa de Recursos Humanos da ANP (PRH/ANP). O PRH foi criado em 1997, suspenso em 2015 e retomado em 2019. O objetivo será avaliar o seu grau de contribuição do para o avanço científico do país.

No capítulo subsequente, correlacionar-se-á a distribuição do montante da cláusula PD&I com as áreas de maior atividade exploratória e indicar-se-á o foco tecnológico brasileiro, procurando elencar as pesquisas realizadas em cada região do território nacional e a aptidão científica de cada estado. Os dados dos projetos submetidos e divulgados pela ANP serão a fonte principal de dados.

Por último, far-se-á uma investigação sobre os programas desenvolvidos pelas maiores empresas participantes da cláusula PD&I - principalmente a Petrobras, a fim de atestar a real contribuição na produtividade a que se propuseram.

2 – INVESTIMENTOS EM PESQUISA, DESENVOLVIMENTO & INOVAÇÃO

A disponibilidade de um volume de recursos relativamente constante garante a previsibilidade e a continuidade dos investimentos da cláusula PD&I, o que permite melhorar o planejamento, além de movimentar toda a cadeia do setor de petróleo e gás natural.

As previsões da ANP indicam aumento de arrecadação nos próximos anos. Estão previstas novas rodadas de Concessão (17ª e 18ª Rodadas de Licitação de Blocos) e de Partilha da Produção (7ª e 8ª Rodadas de Partilha de Produção – pré-sal e Leilão do Volume Excedente da Cessão Onerosa de Sépia e Atapu) até o fim de 2021.

Novas licitações são importantes para dinamizar o setor.

Segundo o Anuário Estatístico de 2019 da ANP, no final de 2018, 792 áreas estavam sob contratos: 335 blocos na fase de exploração, 84 campos em desenvolvimento da produção e 373 campos na etapa de produção. Porém, é importante salientar que o montante a ser destinado ao desenvolvimento de pesquisas e criação de novas tecnologias não depende só da quantidade de óleo extraído, o valor da *commodity* e a taxa de câmbio real/dólar são fatores imprescindíveis no cálculo final da receita gerada.

Nesse sentido, o presente capítulo busca explicar a origem desses recursos a partir da identificação dos campos que geram receita para cláusula PD&I e das empresas que possuem a obrigação de investir. Ademais, apresentar-se-á o histórico de investimentos ao longo dos anos (1998 a 2019), pontuando a participação da Petrobras e demais companhias. Por fim, explicar-se-á o peso do preço do barril e da taxa de câmbio sobre o valor final arrecadado.

2.1 Origem dos recursos da Cláusula PD&I

Antes de entender o rumo dos investimentos feitos com a cláusula PD&I é preciso identificar a origem desses recursos. No ano de 2019, dezessete empresas atuaram em áreas produtoras de petróleo e gás natural, e geraram contribuições a partir da cláusula PD&I, distribuídas em diferentes percentuais de participação, são elas: Brasoil, *China Southern Petroleum Exploration and Development Corporation* (CNODC), *China National Offshore Oil Corporation* (CNOOC), Enauta, Eneva, Equinor, Frade Japão, Geopark Brasil, *Oil and Natural Gas Corporation* (ONGC), Petrobras, Petrogal, Petrorio,

QPI Brasil, Repsol-Sinopec, Shell, Sinochem e Total (ANP, 2019a). A Figura 2 ilustra tais participações.

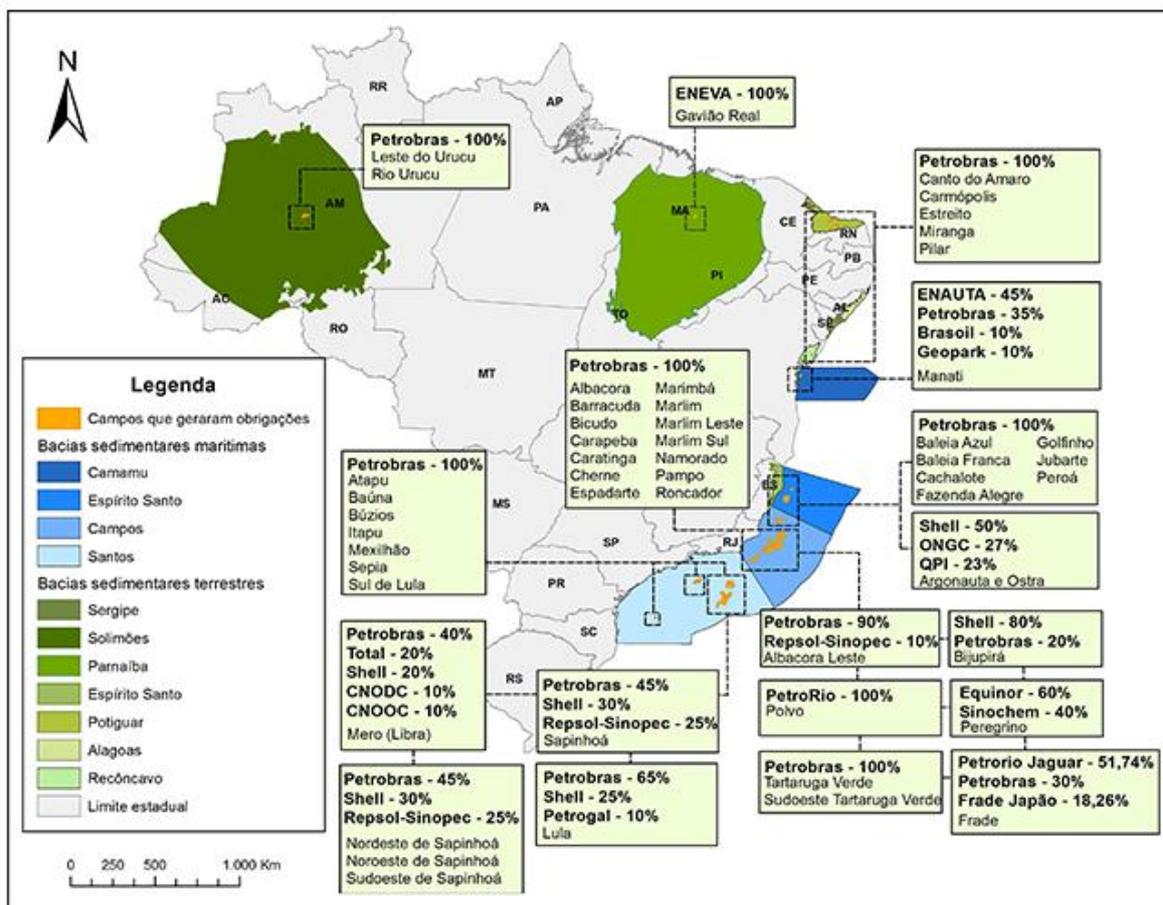


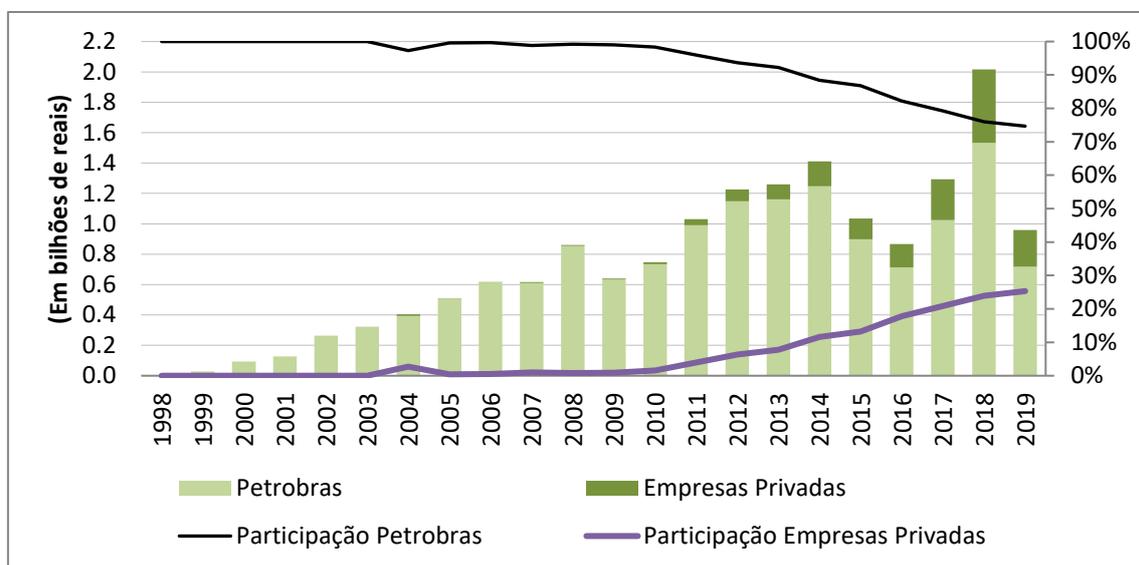
Figura 2 - Distribuição das Empresas por Campo na Arrecadação de PD&I, 2017

Fonte: ANP, 2019a.

São cinquenta e dois campos gerando obrigação de investimento pela cláusula PD&I, deles, dois em regime de partilha de produção – Libra e Lula (após a unitização da área concretizada em abril de 2019), cinco em regime de cessão onerosa e os quarenta e cinco restantes em regime de concessão. Nesse cenário, evidencia-se o protagonismo da Petrobras, desenvolvendo quarenta e seis campos; sendo trinta e sete com cem por cento de participação e como operadora em outros nove consórcios.

O total investido desde 1998 até o terceiro trimestre de 2019 foi de R\$ 16,9 bilhões, sendo R\$ 15 bilhões financiados pela Petrobras e R\$ 1,9 bilhões pelas demais empresas (ANP, 2019b).

Num breve histórico sobre a receita gerada pela cláusula PD&I, percebe-se grande dependência do desenvolvimento tecnológico do setor petrolífero nacional na estatal. A Figura 3 mostra as obrigações de investimento em PD&I de 1998 a 2019.



* até o segundo trimestre de 2019

Figura 3 - Obrigação de Investimento em PD&I, 1998-2019

Fonte: ANP, 2019b.

Conforme a Figura 3, verifica-se que desde 1998 até o ano de 2003 a Petrobras foi responsável por 100% dos investimentos; e levando em consideração todo o histórico, ela responde por noventa por cento do dinheiro investido. Cabe ressaltar que apesar da abertura da indústria petrolífera ter ocorrido em 1998, através da conhecida Lei do Petróleo (Lei 9478/1997), a primeira contribuição de uma empresa privada só se deu em 2004; isso se deve ao fato de que, em geral, há o período de cinco anos de exploração do ativo até que haja o desenvolvimento e produção de um campo.

A partir de 2011 já é possível notar uma transformação desse cenário pois a participação das companhias privadas está em forte ascensão, como pode ser observado pelo eixo secundário. No segundo trimestre de 2019, a participação privada é de vinte e cinco por cento. Atualmente, a estatal é responsável por 89,05% do total dos investimentos realizados e as demais empresas 10,95%.

No cenário dos contratos de E&P, a modalidade de concessão, a partir dos seus quarenta e dois campos, foi responsável pelo investimento de R\$ 16,7 bilhões ao longo de vinte e um anos. Mais recentemente, o regime de cessão onerosa gerou uma receita a ser aplicada conforme a cláusula PD&I, no valor total de R\$ 0,2 bilhões, montante

considerado baixo frente ao tempo de arrecadação de nove anos (2011 a 2019), mas explicado pelo número de campos que geram tal valor – somente dois (Búzios e Sul de Lula). Desde 2017, os contratos de partilha participam da obrigação com um total arrecadado de R\$ 73 milhões.

A Figura 4 mostra os Investimentos conforme a Cláusula PD&I por empresa com data de 2019.

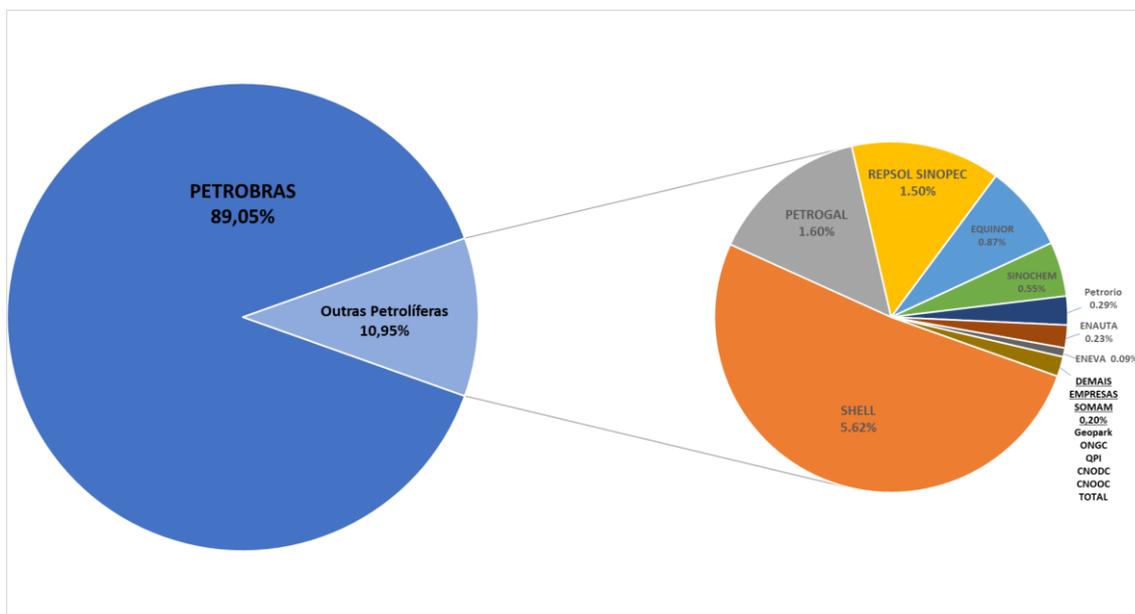


Figura 4 - Percentagem de Investimentos conforme a Cláusula PD&I por empresa, 2019

Fonte: ANP, 2019b.

Pode-se perceber que os investimentos se tornaram cada vez mais concentrados conforme apresentado na Figura 4: as quatro maiores investidoras são responsáveis por 97,83% do montante – Petrobras (89,05%), Shell (5,62%), Petrogal (1,60%), Repsol-Sinopec (1,50%) e Equinor (0,87%). Observando somente as empresas privadas, a concentração dos investimentos se mantém nas três citadas, juntas aplicaram R\$ 1,359 bilhões em programas de pesquisas de tecnologias num total de R\$ 1,713 bilhões investidos considerando as demais.

Acredita-se que o padrão supracitado deverá ser mantido nos próximos anos devido as expectativas em relação a produção de óleo e gás natural; os maiores campos produtores, que estão no pré-sal, serão desenvolvidos por essas quatro empresas. Vale ressaltar que o valor gerado está intrinsicamente ligado ao volume extraído, todavia espera-se que essa diferença de geração de recurso entre a Petrobras e as demais empresas diminua por conta dos leilões de campos já programados.

2.2 Correlação entre o Investimento PD&I e o Valor do Barril

Além do volume de hidrocarboneto produzido, outro fator de suma importância para a avaliação do montante investido em pesquisas através da cláusula é o preço da *commodity* e taxa de câmbio. Ao comparar o preço médio anual do barril de petróleo tipo Brent (INDEX MUNDI, 2019), o valor gerado pela obrigação e o volume produzido (ANP, 2019^a, 2019b) percebe-se o seu forte impacto no mercado. O preço do barril varia conforme o campo. A Tabela 3 mostra os valores anuais das variáveis indicadas.

Tabela 3 - Valor da PD&I, Volume Produzido, Preço Médio do Barril e Taxa de Câmbio R\$/US\$, 1998-2019

Fonte: Elaboração Própria com dados da ANP, 2019a e 2019b e Index Mundi, 2019.

Anos	Valor Gerado PD&I (R\$ bilhões)	Volume Produzido (milhões de boe*)	Preço Médio do Barril (US\$)	Taxa de Câmbio (R\$)
1998	0,002	36,79	12,72	1,16
1999	0,029	35,20	17,81	1,82
2000	0,094	36,69	28,27	1,83
2001	0,127	39,61	24,42	2,35
2002	0,264	42,20	24,97	2,93
2003	0,323	43,76	28,85	3,07
2004	0,404	45,09	38,30	2,92
2005	0,509	42,49	54,44	2,43
2006	0,617	39,30	65,39	2,18
2007	0,616	37,80	72,70	1,95
2008	0,861	35,28	97,64	1,84
2009	0,639	34,64	61,86	2,00
2010	0,747	582,29	79,64	1,76
2011	1,031	135,93	110,94	1,67
2012	1,227	111,18	111,97	1,95
2013	1,260	21,74	108,86	2,16
2014	1,412	20,34	98,94	2,35
2015	1,035	19,37	52,37	3,34
2016	0,869	18,53	44,05	3,48
2017	1,303	15,39	54,39	3,19
2018	2,033	6,46	71,07	3,65
2019	1,457	11,05	63,87	3,95

*boe = barris de óleo equivalente.

Em momentos de alta do preço do barril há maior investimento em pesquisas científicas para o desenvolvimento de tecnologia, a fim de aprimorar os recursos a serem usados na indústria de petróleo e gás natural. Em contrapartida, em momentos de crise, a PD&I

é a primeira a perder espaço dentre os demais setores de uma empresa, o que leva a se pensar em o quanto as empresas realmente consideram esta área importante para a sua competitividade (OLIVEIRA e BONE, 2018). Percebe-se que um preço do barril de petróleo menor de US\$ 45, leva a uma arrecadação inferior a meio bilhão de reais, para os anos de 1998 a 2004; no sentido oposto, quando a *commodity* esteve acima de US\$ 90, o montante gerado foi superior a um bilhão de reais, nos anos de 2011, 2012 e 2014. Entretanto, na faixa de US\$ 50 a US\$ 80, o valor da taxa de câmbio foi determinante para compor a receita final gerada. É evidente que o volume produzido também deve ser levado em consideração.

Como exemplo, comparando-se os anos de 2016 e 2017, o volume produzido no primeiro ano é maior em 3,2 milhões de boe do que o ano seguinte; todavia, a receita gerada para a cláusula PD&I é cerca de meio bilhão de reais menor; isso ocorre devido ao preço do barril do petróleo estar dez dólares mais barato. Outro fator que contribui para o valor final arrecadado é a taxa de câmbio R\$/US\$. Ao se relacionar o ano de 2014 ao de 2015, percebe-se uma diferença do valor destinado a PD&I de cerca de R\$ 400 milhões, apesar da diferença do preço da *commodity* ser, aproximadamente, de US\$ 45 /barril; isso ocorre devido à depreciação do real frente ao dólar americano, que no ano de 2015 fez com que a taxa ficasse R\$ 1 maior.

2.3 Considerações Parciais 1

A programação de novas rodadas de licitação de bloco exploratórios é importante para manter constante a estimativa de investimento através da cláusula PD&I e dinamizar o setor.

Atualmente, cinquenta e dois campos geram receita para investimento em pesquisas patrocinadas por dezessete empresas.

Além da Petrobras, que predomina no cenário de PD&I do país, outras quatro empresas são responsáveis por praticamente o restante do montante investido ao longo dos vinte e um anos; isso ocorre devido à participação nos consórcios do pré-sal.

Também, percebe-se que, no ano de 2019, a participação das empresas privadas chegou a um quarto de todo o montante aportado, embora a estatal ainda comande a área de PD&I do país. No horizonte de 21 anos (1998 a 2019) investiu 89,05% do montante total.

O volume produzido é importante para a receita gerada, porém evidencia-se não ser fator exclusivo, uma vez que o valor do barril de petróleo e a cotação da taxa de câmbio R\$/US\$ são fundamentais para o cálculo da receita final.

Apesar da quantidade de óleo equivalente produzida ter sido menor em alguns anos houve compensação pelo valor do barril de petróleo e pela taxa de câmbio com o dólar.

3 - A ANP e a PD&I

A ANP foi criada pela Lei 9478 de 1997. Desde 1998, exerce a função de reguladora, fiscalizadora do setor petrolífero nacional.

Neste capítulo discorrer-se-á sobre o papel da ANP na área de Pesquisa e Inovação. A agência além de fiscalizar o cumprimento de investimento da cláusula, é responsável por autorizar a execução de projetos de PD&I que contenham determinados tipos de despesas, a serem detalhadas a posteriori. Além disso, avalia a relevância das pesquisas através do Prêmio de Inovação Tecnológica. Ao longo de cinco edições já premiou mais de trinta entes do setor petrolífero, entre empresas e universidades.

Não obstante, ela também possui a função de fomentar a criação de novas tecnologias; diante disso, a criação do Programa de Recursos Humanos em 1999 foi essencial para a qualificação da mão de obra nacional e a sua análise é essencial, uma vez que parte dos recursos foi originária da cláusula PD&I. Desse modo, propõe-se dimensionar a importância desse aparato para a indústria petrolífera, como também mapear as áreas temáticas mais estudadas. Por fim, salientar a importância do PRH, que no ano de 2019 foi reativado após quatro anos de suspensão; nessa nova fase, a empresa pública FINEP – Financiadora de Estudos e Projetos tornou-se gestora dos recursos.

3.1 O papel da ANP

A Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, segundo a Lei 9478 de 1997, possui como atribuição principal estimular a pesquisa e a adoção de novas tecnologias para o setor. Entretanto, ao se tratar da cláusula PD&I, a agência não se limita a isso, ela também fiscaliza, autoriza e avalia os projetos submetidos.

O processo de fiscalização tem como objetivo verificar o cumprimento da obrigação contratual de investimento em PD&I por parte das empresas petrolíferas. De forma geral, a contratação e/ou execução dos projetos por parte das companhias petrolíferas não requer autorização; entretanto, para a realização de determinadas despesas faz-se necessária prévia autorização. O Capítulo 5 do Regulamento Técnico ANP 3/2015 (a ser explicado no capítulo 4 deste trabalho) estabelece as seguintes categorias de programas que precisam ser submetidos a ANP para autorização:

- A. Programa tecnológico para desenvolvimento e capacitação técnica de fornecedores;
- B. Projeto específico de melhoria de infraestrutura laboratorial;

- C. Projeto para estudo de bacias sedimentares de nova fronteira que envolva a atividade de aquisição de dados;
- D. Projeto específico de tecnologia industrial básica;
- E. Programa específico de formação de recursos humanos;
- F. Projeto específico de engenharia básica não rotineira;
- G. Projeto específico de apoio a instalações laboratoriais de PD&I.

O critério para conceder a execução do projeto submetido leva em consideração o mérito, a relevância e a contribuição da inovação a ser criada para o setor petrolífero. É preciso adequar as informações contidas no plano de trabalho e enquadrar tais disposições conforme a RT 03/2015. A aprovação tem validade de um ano a partir da publicação, porém a empresa solicitante não possui a obrigação de executar o projeto autorizado pela ANP.

Foram autorizados 1685 projetos de 2005 até 30 de setembro de 2019, dos quais cerca de 1300 foram efetivamente contratados. A tabela 4 consolida os projetos e valores homologados por ordem de número de projetos do maior ao menor.

Tabela 4 - Projetos Autorizados, 2005-set/2019
 Fonte: Elaboração Própria com dados da ANP, 2019b.

Empresa Petrolífera	Nº Projetos Autorizados	%	Valores Autorizados (R\$)	%
PETROBRAS	1477	87.66%	5,299,564,983.85	90.156%
SHELL	74	4.39%	361,114,135.08	6.143%
QUEIROZ GALVÃO	32	1.90%	9,621,165.41	0.164%
EQUINOR	23	1.36%	49,298,092.37	0.839%
PETROGAL	24	1.42%	73,747,953.46	1.255%
SINOCHEM	13	0.77%	19,869,172.67	0.338%
REPSOL	17	1.01%	45,755,092.67	0.778%
CHEVRON	9	0.53%	6,365,973.55	0.108%
GEOPARK	3	0.18%	672,903.42	0.011%
BP	2	0.12%	2,321,857.73	0.039%
ONGC	2	0.12%	503,790.00	0.009%
PARNAÍBA GÁS NATURAL	2	0.12%	5,566,580.70	0.095%
BRASOIL	2	0.12%	236,250.00	0.004%
QPI	2	0.12%	192,288.56	0.003%
FRADE JAPÃO	1	0.06%	3,157,523.11	0.054%
RIO DAS CONTAS	1	0.06%	111,100.61	0.002%
TOTAL	1	0.06%	92,197.97	0.002%
SOMATÓRIO	1685	100.00%	5,878,191,061.15	100.00%

A Petrobras detém posição de destaque com mais de 90% do total, seguida da Shell com 6,14%. É importante salientar a presença de um expressivo número de empresas privadas nesta listagem. Isso, certamente, é um indicativo de novos entrantes no país como fomentadores da PD&I.

3.2 Prêmio de Inovação Tecnológica

A ANP anualmente premia projetos desenvolvidos no país por instituições de pesquisas credenciadas, empresas brasileiras e/ou empresas petrolíferas com recursos da cláusula de PD&I presentes nos contratos de E&P de hidrocarbonetos. O objetivo é reconhecer os trabalhos que representam inovação tecnológica para o setor de petróleo, gás natural e biocombustíveis. A avaliação é feita com base nos critérios de originalidade, relevância, aplicabilidade e funcionalidade da tecnologia; além disso, em caso de empate, leva-se em conta a produção científica (ANP, 2019d).

A cerimônia de entrega do Prêmio ANP de Inovação Tecnológica é realizada anualmente no Rio de Janeiro. São cinco categorias de premiação: (a) Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural desenvolvido exclusivamente por Instituição Credenciada; (b) Exploração e Produção de Petróleo e Gás Natural desenvolvido exclusivamente por Empresa brasileira; (c) Transporte, Dutos, Refino, Abastecimento e Biocombustível desenvolvido por Instituição Credenciada e/ou Empresas; (d) Segurança e Meio Ambiente desenvolvido por Instituição Credenciada e/ou Empresas; e (e) Indústria 4.0 desenvolvida por Instituição Credenciada e/ou Empresas.

Além disso, homenageia-se os profissionais especialistas do setor em dois reconhecimentos: Personalidade Inovação do Ano e Menção Honrosa – Inovação Operacional.

O prêmio criado em 2014 já teve seis edições. Até 2017 havia três categorias: (a) Inovação Tecnológica desenvolvida no Brasil por Instituição Científica e Tecnológica; (b) Inovação Tecnológica desenvolvida no Brasil por micro, pequena ou média fornecedora; e (c) Inovação Tecnológica desenvolvida no Brasil por empresa fornecedora de grande porte. Nesse período, destacou-se a Pontifícia Universidade Católica-Rio (PUC-Rio) como a instituição credenciada mais premiada; o seu trabalho foi reconhecido três vezes consecutivas pelo desenvolvimento de inovações tecnológicas.

Em 2014, a PUC-Rio criou um sistema de monitoramento óptico direto no arame; em 2015, um sistema autônomo de limpeza e inspeção de *risers*; em 2017, ferramentas tipo

pigs instrumentadas para inspeção de dutos submarinos de produção de petróleo e gás natural em águas profundas. Em 2018, na categoria Projetos desenvolvidos por Instituição Credenciada e/ou Empresa Brasileira, na área específica Aumento do Fator de Recuperação de Petróleo e Gás, ganhou prêmio em parceria com a Shell pelo desenvolvimento de cápsulas com rigidez controlável para o controle de mobilidade.

As instituições federais também foram premiadas pelas inovações científicas geradas. A Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) ao longo dos anos foi recompensada com cinco prêmios, sendo três voltados para tecnologias *offshore* e submarinas, um sobre pesquisas em segurança, meio ambiente e saúde e a última na produção de biodiesel – projeto esse que teve as coparticipações da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e da Universidade Federal de Viçosa (UFV); todos em parceria com a Petrobras e uma delas com a Statoil. A Universidade de São Paulo (USP) junto com a Petrogal foi contemplada pela tecnologia de purificação de gases poluentes e captura de dióxido de carbono na produção de petróleo em águas ultraprofundas; já no projeto junto com a Transpetro desenvolveu o premiado centro de simulações de manobras do tanque para a busca de soluções para o escoamento da produção de petróleo e gás natural. A Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) possui o reconhecimento no tema exploração, devido as metodologias criadas para a integração de simulação numérica de reservatórios e sísmicas em 4D (ANP, 2019d).

A maioria dos trabalhos estão relacionados as tecnologias empregadas em água ultraprofundas com ênfase no pré-sal brasileiro.

Dessa forma, as premiações das grandes empresas petrolíferas como Shell, Petrogal e Petrobras vem sendo cada vez maiores, porque para atuarem no pré-sal é necessário transpor as limitações tecnológicas. Paralelamente, as empresas de serviço também fazem parte do crescimento científico do setor, a exemplo da Schlumberger que venceu duas vezes e a NOV uma vez (ANP, 2019d).

Grandes personalidades do meio acadêmico, assim como da indústria foram lembrados pelos serviços prestados para o setor de E&P. No anexo II estão compilados os resultados dos anos de 2015 a 2019.

3.3 - Programa De Recursos Humanos (PRH) da ANP

O Programa de Recursos Humanos (PRH) da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) data de 1999, e tem por objetivo fomentar a formação de mão de obra especializada em áreas consideradas estratégicas e imprescindíveis ao

desenvolvimento do setor petrolífero brasileiro. Foram investidos R\$ 378,55 milhões na concessão de 8.290 bolsas de estudos em 55 programas de nível superior (graduação, mestrado e doutorado), durante o período de 1999 a 2014. O recurso gerado com a cláusula para PD&I, através de aporte financeiro feito pelas empresas, contribuiu com R\$ 116,7 milhões, ou seja, cerca de 30% do total no período de 2009 a 2014 (ANP, 2019b).

O programa, apesar de suspenso em 2015, disseminou conhecimento enquanto ativo. Prova disso é o número de publicações em periódicos durante o período de vigência: 862 trabalhos editados no Brasil e 1843 no exterior. Adicionalmente, aumentou a empregabilidade do setor petrolífero aos alunos/bolsistas dos PRHs: dois mil foram absorvidos pela indústria, onde 440 somente na Petrobras (PRH-ANP, 2014).

A partir desse contexto, ao se confrontar o desempenho da produção científica durante o período de investimento proporcionado pela cláusula para PD&I em relação ao período anterior (1999-2008) vê-se resultado positivo e muito significativo. Desde a sua criação até o ano de 2008, os projetos do programa PRH-ANP receberam 64 prêmios nacionais; já durante o período 2009-2013 foram premiados 196 projetos. A Figura 5 mostra a evolução dos prêmios recebidos.



Figura 5 - Número de premiações aos participantes do PRH, 2008-2013

Fonte: PRH-ANP, 2014.

Obs.: alunos/bolsistas mais docentes/pesquisadores.

Somando-se aos reconhecimentos em congressos acadêmicos e exposições da indústria, os registros de patentes são outro indicador de inovação tecnológica. No período de 2009 a 2014, nove programas obtiveram propriedade intelectual sobre as suas inovações tecnológicas, num total de 36 patentes. Dessas 36 patentes, 25 no Brasil

e 11 no exterior (ANP, 2019b). A Tabela 5 especifica a área de conhecimento de alguns PRHs de maior relevância nacional por patente registrada.

Tabela 5 - Programas do PRH-ANP com registro de propriedade intelectual, 2009-2014

Fonte: Elaboração própria com base em PRH-ANP, 2014.

PRH	Nome do Programa	Instituição	No Brasil	No Exterior
PRH 01	Programa Químico do Petróleo e Biocombustíveis	UFRJ	8	5
PRH 09	Formação de Recursos Humanos em Engenharia Mecânica e Química com Ênfase em Petróleo e Gás (MECPETRO)	UFSC	1	0
PRH 16	Engenharia de Energia e Petróleo	UNIFEI	2	0
PRH 24	Programa Interdisciplinar em Engenharia de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis	UFPR	4	3
PRH 27	Estudos Ambientais em Áreas de Atuação da Indústria do Petróleo, Gás e Biocombustíveis	FURG	2	3
PRH 30	Programa Multidisciplinar	UFRN	2	0
PRH 34	Formação de Engenheiros na área de Automação, Controle e Instrumentação para a Indústria do Petróleo e Gás	UFSC	2	0
PRH 35	Integridade Estrutural em Instalações na Indústria do Petróleo, Gás e Biocombustíveis	UFRJ	3	0

PRH 37	Engenharia Mecânica para Uso Eficiente de Biocombustíveis	UFRJ	1	0
Total			25	11

Verifica-se a presença da UFRJ em dezessete patentes e a Região Sul, onde se encontram as instituições Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade de Santa Catarina (UFSC) e Universidade Federal do Rio Grande (FURG) com um total de quinze patentes. Neste último caso, um número considerado representativo, dada a baixa ou nula atividade petrolífera nos seus respectivos estados do sul do país.

De acordo com dados do Anuário Estatístico de 2019 da ANP (2019a), há poucos registros de desenvolvimento e produção nos campos da região sul. Existem três poços ativos no estado do Paraná: a) dois poços em terra no campo de Barra Bonita esperando o início da produção de gás natural e b) um em fase de exploração no campo de Cavalomarinho. Todos com o *status* de Acumulação Marginal, ou seja, baixa produtividade devido ao avançado estado de depleção. Apesar disso, o interesse na Bacia de Pelotas vem diminuindo pois não recebeu ofertas na 14ª. rodada de licitação (2017) onde foi licitada sob o regime de concessão (REUTERS, 2017), somado a Petrobras estar vendendo a sua participação nos ativos da região (PETROBRAS, 2019).

Considerando as reservas provadas, que se referem às reservas economicamente exploráveis dadas as condições tecnológicas e financeiras do momento, têm-se no estado do Paraná em 2013, 31,1 milhões de barris de óleo e 1058 milhões de metros cúbicos de gás natural. Já no estado de Santa Catarina, as últimas reservas provadas somaram 5,3 milhões de barris de petróleo e 230 milhões de metros cúbicos de gás natural, no mesmo ano. Atualmente, não há qualquer indício de reservas provadas nos campos localizados nestas duas regiões (ANP, 2019a). Porém, o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) vem renovando a oferta destas áreas no intuito de atrair investidores com baixa capacidade tecnológica frente aos poucos desafios tecnológicos a serem enfrentados. Com isso, buscar-se-ia reativar economicamente o entorno das áreas da região sul, sem sucesso.

3.2.1 – Áreas Temáticas

O PRH engloba diversas áreas do setor petrolífero. As ementas dos cinquenta e seis projetos participantes são divididas em áreas temáticas, quais sejam: (a) Meio Ambiente; (b) Regulação e Planejamento do Setor; (c) Automação e Controle; (d)

Engenharia de Reservatórios; (e) Engenharia *Offshore*; (f) Química do Petróleo e (g) Geologia e Geofísica.

Os programas são avaliados de acordo com três critérios definidos pela ANP: Fatores Gerenciais – 35 pontos, Fatores Empresariais – 35 pontos e Fatores Acadêmicos – 30 pontos. O fator gerencial leva em consideração o cumprimento dos procedimentos previstos no Manual do PRH e o comprometimento institucional do corpo docente e discente com as pesquisas realizadas. O fator empresarial avalia o grau de interação do programa com a indústria de petróleo e gás natural através da criação de parcerias científicas com as empresas petrolíferas, da presença de alunos em eventos e estágios promovidos pelas companhias e da absorção desses recursos humanos no setor. Por último, o fator acadêmico trata de publicações lançadas e apresentações escritas e orais de temas relevantes para o setor.

Desse modo, o PRH que obtiver a pontuação mais próxima dos cem pontos é a mais bem ranqueada do país; a avaliação de 2014 com base nos dados de 2013 colocou o PRH-19 da USP como a primeira colocada. A tabela 6 mostra os dez programas mais bem avaliados; cabe ressaltar que dez programas (47 a 56) foram criados no ano de 2014, por isso não foram contabilizados.

Tabela 6 - Avaliação dos Programas de Recursos Humanos da ANP, 2014

Fonte: PRH-ANP 2014.

Posição	PRH	Sigla	Gerenciais	Empresariais	Acadêmicos	TOTAL
1	19	USP-EP-PNV	30.61	35	28.64	94.2
2	35	UFRJ-COPPE-PEMM	32.9	30.69	28.2	91.8
3	24	UFPR-DEMEC	31.67	32.21	27.39	91.3
4	9	UFSC - CTC/EMC	28.47	33.08	27.67	89.2
5	15	UNICAMP-CEPETRO	30.23	30.51	28.2	88.9
6	37	UFRJ-DEM	28.43	30.48	30	88.9
7	27	FURG-DEGEO	32.75	28.08	28	88.8
8	1	UFRJ - IQ	32.33	33	22.67	88
9	36	UFRN-PPDG	29.67	32.69	23.64	86
10	4	USP - IEE - PIPEG	28.8	31.17	26	86

Os programas de recursos humanos estão concentrados na região sudeste (25 projetos) e na região nordeste (22 projetos). Atrás está o sul com sete projetos e o norte com apenas um. Quando a análise é estadual, fica evidente o protagonismo do Rio de Janeiro que possui dezesseis programas; destaca-se também a grande participação do

Rio Grande do Norte com sete PRHs. A figura 6 detalha ainda São Paulo com 6 projetos, Bahia 4, Rio Grande do Sul, Pernambuco e Paraíba com 3, Florianópolis, Paraná, Minas Gerais e Ceará com 2 e por último, os estados do Pará, Maranhão, Alagoas, Sergipe e Espírito Santo com um único programa.



Figura 6 - Distribuição dos PRHs por Estado, 2014

Fonte: Relatório de Gestão de PRH/ANP, 2014.

3.2.2 – Reativação do PRH – ANP

Considerando a importância de capacitar profissionais para responder aos novos e expressivos desafios tecnológicos e regulatórios desta indústria, a ANP retomou o programa em 2019. A partir desse ano, o PRH-ANP oferecerá cerca de mil bolsas de estudo, sendo 880 no primeiro ano. As bolsas serão destinadas à graduação, mestrado, doutorado, pós-doutorado, coordenador, apoio técnico, pesquisador visitante, bem como taxa de bancada – que visa contribuir com as despesas destinadas à melhoria e

à manutenção das atividades e serviços necessários ao desenvolvimento do programa, podendo ser utilizada para a aquisição de bens de capital.

Serão contemplados até cinquenta e cinco programas nas áreas interesse da indústria do petróleo, gás natural e biocombustíveis. Os investimentos, de cerca de R\$ 170 milhões, serão realizados ao longo de cinco anos (2019-2023). Além disso, há a preocupação de democratizar o acesso aos ganhos tecnológicos por todo o país, para um mínimo de quatro programas de PRH por região, desde que atingida a pontuação mínima, conforme o edital 01/2018 PRH-ANP.

As bolsas serão custeadas com recursos da cláusula de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) que consta dos contratos de E&P de petróleo e gás natural. As empresas participantes firmarão contratos de transferência de recursos com a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), responsável pelo repasse às instituições de ensino superior que integrem o PRH-ANP.

A ANP firmou parceria com a FINEP para atuar como Gestor Técnico e Financeiro na execução do PRH-ANP. O Gestor assinará instrumento jurídico junto às Instituições selecionadas, a fim de realizar os repasses financeiros, a implementação das bolsas, a autorização das despesas e a análise das prestações de contas técnica e financeira (ANP, 2019e).

Estão habilitadas a se inscrever instituições de ensino de natureza pública ou privada sem fins lucrativos, que ofereçam cursos de graduação e pós-graduação com ênfases em exploração, desenvolvimento e produção, transporte, refino e processamento de gás natural, direito e regulação, tecnologias digitais, automação e controle, biocombustíveis de demais energias renováveis, eficiência energética, sistemas submarinos, economia de baixo carbono, nanotecnologia e novos materiais e biotecnologia (ANP, 2019e). A Tabela 7 mostra o quantitativo de bolsas, período e valor mensal a ser dispendido.

Tabela 7- Número de Bolsas, Período Máximo e Valor Mensal por categoria, 2019

Fonte: Elaboração Própria com dados do Edital PRH-ANP 01/2018, 2019.

Tipos de Bolsa	Nº de Bolsas	Período Máximo (Meses)	Valor Mensal
-----------------------	---------------------	-------------------------------	---------------------

Graduação (a partir do 5º período, inclusive)	440	24	R\$ 600,00
Mestrado	165	24	R\$ 2.230,00
Doutorado	55	48	R\$ 3.280,00
Pós-Doutorado	55	12	R\$ 6.110,00
Coordenação	55	60	R\$ 2.800,00
Pesquisador Visitante	55	30	R\$ 7.750,00
Apoio Técnico	55	60	R\$ 820,00

A ajuda de custo oferecida pelo PRH é um valor importante e bem acima do mercado. A disparidade financeira cresce de forma exponencial de acordo com as modalidades quando comparados às bolsas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ); o valor é R\$ 200 maior na categoria graduação, no mestrado paga-se R\$ 880 a mais para os alunos do PRH do que os do CNPq, no doutorado a diferença sobe para R\$ 1080, o pós-doutorado do PRH paga R\$ 2110 superior do que a mesma categoria do CNPq e, por fim, o pesquisador visitante recebe R\$2550 a mais nessa equiparação.

3.3 – Considerações Parciais 2

A atuação da ANP frente ao setor de Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação, conforme detalhado nesse capítulo, está dividida em quatro vertentes. Nesse sentido a agência fiscaliza a utilização dos recursos pelas empresas participantes da cláusula e autoriza gastos referentes a formação de recursos humanos, melhorias de infraestrutura laboratorial e apoio a novas instalações, programas de tecnologia industrial básica ou engenharia não rotineira etc. Nos quinze anos em que a cláusula está em vigor, 1685 projetos foram autorizados o que dispendeu um montante de R\$ 5,8 bilhões. A Petrobras é a principal empresa executora das pesquisas, com 1477 programas.

Além disso, a ANP premia as melhores inovações desenvolvidas durante o ano com base na originalidade, relevância, aplicabilidade e funcionalidade de cada tecnologia. A PUC-Rio é a maior vencedora dentre as universidades privadas. A UFRJ conquistou cinco prêmios sendo três voltados para a exploração *offshore*; destaca-se também a

USP com duas engenharias voltadas para a produção de óleo em águas ultraprofundas. A maioria dos trabalhos são focadas no pré-sal brasileiro.

O último enfoque da ANP está direcionado no Programa de Recursos Humanos da ANP. Este programa é fundamental, uma vez que parte dos seus recursos teve como origem a cláusula PD&I. O programa cumpriu com o objetivo de qualificar a mão de obra e fomentar as pesquisas do setor de óleo e gás, desde a criação em 1998 até sua suspensão em 2015 houve a publicação de 2,7 mil periódicos e duas mil pessoas foram absorvidas no mercado de trabalho. Por ser considerado importante, em 2019 foi reativado sob a gestão do FINEP.

4 – FOCO TECNOLÓGICO DOS INVESTIMENTOS EM PD&I

Após analisar o contexto histórico de investimento dos recursos da cláusula PD&I e apontar outros caminhos utilizados para direcionar esse montante, vide PRH-ANP, é preciso analisar o teor das pesquisas realizadas e em andamento.

Nesse propósito, a primeira seção desse capítulo é dedicada a investigar o planejamento governamental estipulado para o desenvolvimento tecnológico do setor de petróleo e gás natural, pois espera-se que o foco científico de cada região esteja debruçado sobre essas recomendações.

Em seguida, criou-se uma ferramenta de busca interativa de dados submetidos a ANP segundo a resolução técnica vigente – RT nº 03/2015, que está disponível *online* no site da ANP na seção Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I).

No subcapítulo 4.2, o objetivo será identificar o perfil tecnológico de cada região e estado da federação a partir das pesquisas que estão sendo desenvolvidas por instituições de ensino públicas e privadas nacionais credenciadas; para tanto, buscou-se os projetos realizados através da cláusula PD&I submetidos a ANP.

4.1 – Planejamento governamental para o setor petrolífero nacional

O setor de petróleo e gás natural brasileiro representa aproximadamente 14% do Produto Interno Bruto (PIB), além disso é intensivo em capital e tecnologia, sobretudo para exploração e produção (E&P) em águas profundas (MCTIC, 2018). Nessa perspectiva, o governo federal através do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicações definiu o Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para Petróleo e Gás Natural, a fim de promover o conhecimento científico e o desenvolvimento socioeconômico nacional.

O principal desafio tecnológico estipulado no documento é a criação de um ambiente de inovação para a cadeia produtiva petrolífera. Para cumprir tal estimativa, categorizaram-se as principais ações a serem tomadas para cada um dos quatro segmentos a seguir: (a) Exploração e Produção em terra de petróleo e gás natural; (b) Produção de gases em reservatórios não convencionais (*shale gas*); (c) Exploração e Produção *offshore* de petróleo e gás natural; e (e) conteúdo local e competitividade de fornecedores. O escopo do presente trabalho se aterá aos três primeiros segmentos mencionados.

No primeiro segmento, a principal missão é identificar e desenvolver tecnologias específicas para o ambiente terrestre nacional, proporcionando condições mais favoráveis a atuação de operadores de pequeno e médio porte, pois por serem campos maduros já não há interesse dos maiores *players* do setor.

O aumento da competitividade será alcançado por meio do fomento de projetos de PD&I na área de recuperação avançada de petróleo (em inglês – *Enhance Oil Recovery*) e da elaboração de estudos para identificar as demandas e gargalos tecnológicos que afetam a produtividade das empresas (MCTIC, 2018).

O segundo segmento refere-se ao *shale gas*, também chamado de gás não convencional ou gás de folhelho. Ele encontra-se aprisionado em rochas sedimentares de baixa permeabilidade. A extração desses gases é realizada por técnicas de fraturamento hidráulico (*fracking*, em inglês), que consiste na injeção de água com um agente de sustentação e produtos químicos em altíssima pressão de forma a causar fraturas e espaços abertos no folhelho que são preenchidos pela areia. Esse processo aumenta a porosidade e a permeabilidade da rocha permitindo um maior escoamento do gás extraído juntamente com os demais hidrocarbonetos.

A ANP aponta que as maiores incidências de gás de folhelho encontram-se nas Bacias Sedimentares do Parnaíba (Maranhão e Piauí), Recôncavo (Bahia), São Francisco (Bahia e Minas Gerais), Parecis (Mato Grosso) e Paraná (desde Mato Grosso do Sul até o Rio Grande do Sul) (MCTIC, 2018).

A meta para desenvolver a exploração do gás não convencional depende de aparato legal. Por exemplo, o Ministério Público de Cascavel em razão dos potenciais riscos à sociedade vem inviabilizando a extração; porém, a sua preocupação é viabilizar tecnologias ambientalmente seguras e de alta produtividade (MCTIC, 2018).

O desenvolvimento de estudos considerando aspectos legais, ambientais, tecnológicos e econômicos endossará a articulação dos setores empresariais, órgão governamentais e instituições científicas, com o intuito de criar um ambiente favorável para a E&P do *shale gas*.

O terceiro segmento considera a área do pré-sal, a exploração em águas profundas exige um grande desenvolvimento tecnológico sobretudo para a redução dos custos de produção inerentes a estas áreas.

As fábricas submarinas (*subsea factory*), onde grande parte dos equipamentos que estão na superfície (em plataformas e embarcações) tenderão a ficar localizados no leito do mar, demandam um conjunto de inovações radicais que, por sua vez, privilegia parcerias internacionais de longo prazo (CGEE, 2016).

Nesse ponto, o impulso na indústria petrolífera nacional pelo governo federal será primordial para que os resultados tenham um efeito *crowding out* sobre todos os agentes da economia.

Os principais entraves tecnológicos estão relacionados as altas pressões e temperaturas, a presença de gases corrosivos e aos problemas logísticos em função da distância da costa brasileira para fins de escoamento da produção. Tal cenário pode ser revertido a partir do fomento de projetos de PD&I em materiais especiais para essas características; articulações de fábricas submarinas, por meio de tecnologias mecatrônicas, umbilicais, *risers* resistentes e flexíveis, sistemas de bombeamento submerso e outros equipamentos submarinos; além da criação de tecnologias digitais para manufatura, visualização avançada e realidade aumentada que replica um modelo digital das plataformas através do uso de um óculos especial. (MCTIC, 2018).

Diante do foco tecnológico do setor petrolífero nacional apresentado pelo MCTIC, a cláusula PD&I é um dos instrumentos imprescindíveis para a implementação de planejamento supracitado.

As universidades públicas e particulares e institutos de pesquisa são responsáveis, junto às empresas petrolíferas, a desenvolverem estudos a partir de incentivo financeiro proveniente das obrigações. Segundo a ANP (ANP, 2019b), até 30 de setembro de 2019, foram credenciadas 150 instituições, elas englobam 898 unidades de ensino, caracterizados por laboratórios ou grupos de estudo, dispostos em vinte e três estados. Para fins de exemplo, a UFRJ é uma instituição credenciada com 157 unidades de

A partir de tal acervo bibliográfico criou-se uma ferramenta de dados dinâmicos publicada na página eletrônica PowerBi: <https://bit.ly/37a4ISm>.

O objetivo é fornecer a qualquer interessado uma visualização interativa da PD&I no Brasil.

A submissão de projetos está em constante processo de atualização. A presente análise se baseia em dados divulgados até 30 de setembro de 2019.

As pesquisas financiadas que seguiram a Resolução Técnica (RT) 05/2005 até 2014 totalizaram 10103 projetos. A partir de 2015 foram submetidas 1420 pesquisas sob a nova RT 03/2015 (ANP, 2019b). A transição regulatória, além de realizar mudanças de conceitos, proporcionou melhorias nos procedimentos de tratamento das informações dos projetos. Por esse motivo, aqueles compilados sob a RT 05/2005 se apresentam resumidos e, por isso, de difícil análise; a pesquisa mais longa durou 268 meses e a de menor duração foi executada em dois meses, além disso outros onze estudos não possuíam informações consistentes sobre o período de realização. Novamente, evidencia-se o predomínio da Petrobras no desenvolvimento tecnológico do setor petrolífero brasileiro, onde ela capitaneou sozinha 9823 projetos – o que corresponde a 97,2% do total. A Tabela 8 mostra o número total de projetos desenvolvidos por empresa até o ano de 2014. Estão em ordem alfabética, com exceção da Equinor (ex Statoil).

Tabela 8 - Empresas que investiram conforme a Resolução Técnica 05/2005

Fonte: ANP, 2019.

Empresa Responsável	Nº de Projetos
BG	85
BG; Chevron; Repsol-Sinopec; Shell; Statoil	1
BG; Repsol-Sinopec	1
BG; Repsol-Sinopec; Statoil; Petrobras	1
BP	1
Brasoil	3
Chevron	15
Frade Japão	2
Geopark	6
Maersk	2
ONGC	2
Petrobras	9823
Petrogal	18
PGN	3

QPI	3
Queiroz Galvão	36
Repsol-Sinopec	41
Shell	15
Sinochem	13
Sinochem; Statoil	2
Equinor	28
Equinor; Petrobras	2

Em contrapartida, os projetos submetidos sob a RT 03/2015 dispõem de profundo detalhamento e podem ser categorizados de acordo com o perfil de pesquisa; desse modo, gerou-se uma ferramenta de busca dinâmica na qual é possível encontrar dados sobre projetos, executados ou em andamento, de acordo com a região/estado e área/tema/subtema.

Analisou-se no total 1420 pesquisas sendo 451 realizadas somente por empresas, ou seja, sem a participação de nenhuma instituição de ensino. Há seis estudos realizados por centros de estudos da marinha, todos patrocinados pela Petrobras; vale ressaltar que quatro projetos iniciados entre julho e agosto de 2019 junto a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) possui o maior valor dentre todos analisados (num total de 11523 projetos), R\$ 418 milhões para cinco anos de duração. Tal número chama atenção, uma vez que foi empregado um montante imensamente maior do que o usual para a aquisição de dados meteorológicos e oceanógrafos em áreas onde há atividades de E&P ou distribuição e logística do óleo e gás natural.

Existe um projeto cujo objetivo é a formação internacional de alta qualidade de estudantes brasileiros nas modalidades mestrado profissional e doutorado pleno na indústria de óleo e gás, realizado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) em parceria com a Petrogal no valor de R\$ 9 milhões.

A seguir, as análises seguirão com o detalhamento de nível nacional e regional, este último por estados da federação.

4.3 – Cenário Nacional

A priori, antes de definir o perfil tecnológico de cada região do país, faz-se necessário discorrer sobre o histórico dos investimentos nacionais ao longo dos anos, com o intuito de ter uma visão holística sobre o cenário de PD&I do país. Dessa maneira, os

programas submetidos sob a Resolução Técnica da ANP 03/2015 foram divididos de acordo com os seus respectivos temas.

Em 2016 iniciaram nove projetos – todos já concluídos; por se tratar de um pequeno número de dados não se torna possível definir um perfil absoluto orientado para o setor petrolífero. Porém, em cinco oportunidades foram abordados os temas:

- (a) Exploração – Horizonte do Pré-sal, Águas Profundas, Bacias Maduras e Novas Fronteiras Exploratórias;
- (b) Produção – Horizonte do Pré-sal, Águas Profundas, Bacias Maduras e Novas Fronteiras Exploratórias, Engenharia de Poço, Materiais;
- (c) Segurança e Meio Ambiente.

Ao contrário do esperado, não houve nenhum investimento da Petrobras.

A Petrogal e Repsol patrocinaram três pesquisas cada, Equinor (antiga Statoil) duas e a Shell apenas uma.

Em 2017, registrou-se grande número de pesquisas – totalizaram 326, o tema mais abordado foi Produção – Horizonte do Pré-sal, Águas Profundas, Bacias Maduras e Novas Fronteiras Exploratórias com 63, dentre as quais 25 já encerraram e 38 ainda estão em andamento. Em seguida, está o tema Exploração – Horizonte do Pré-sal, Águas Profundas, Bacias Maduras e Novas Fronteiras Exploratórias com 42, dentre as quais 13 encerraram e 29 estão em andamento; e Refino também com 42 pesquisas, dentre as quais 20 já encerraram e 22 estão em andamento. Segurança e Meio Ambiente também é tema de grande preocupação – dos 30 iniciados, 10 já finalizados; outro tema de grande foco é Materiais, das 28 pesquisas iniciadas nesse ano 4 terminaram e 24 ainda estão em andamento – percebe-se que o estudo de análise de tubulações e conexões utilizadas pela indústria requer um tempo de investigação maior, em média duram trinta e seis meses. O tema Distribuição, Logística e Transporte tem grande duração de pesquisa – uma média de 44 meses, dos 21 iniciados em 2017, dois foram finalizados – correspondente a menos de 10%. Recuperação Avançada de Petróleo teve 20 pesquisas no período, dentre as quais doze ainda estão em andamento, o tema é o que possui um maior orçamento por projeto – em média R\$ 8 milhões, aproximadamente; engenharia de poço teve quatorze pesquisas lançadas e dentre elas seis já finalizadas. Três temas desenvolveram onze projetos cada, são eles: Avaliação da Conformidade, Monitoramento e Controle (somente um encerrado), Combustíveis e Lubrificantes (dez encerrados), e Produção e Processamento (cinco encerrados). Há nove projetos classificados com o tema Utilização, todos ainda em

andamento; outros três temas possuem cinco pesquisas no período: Petroquímicas 1ª e 2ª Geração (três já finalizados), Aspectos Econômicos da Regulação da Indústria do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (dois finalizados) e Biocombustíveis Avançados (2ª, 3ª e 4ª Geração) – (dois finalizados). As três pesquisas com o tema Biodiesel ainda estão em andamento; por último, os últimos cinco temas possuem somente uma pesquisa realizada no ano de 2017, são eles: Aspectos Jurídicos da Regulação da Indústria do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (em andamento), Bioquerosene de Avião (em andamento), Energia a Partir de Outras Fontes de Biomassa (finalizado), Hidrogênio (finalizado), Movimentação e Armazenamento (em andamento) e Outras Fontes Alternativas (finalizado).

No ano de 2018, o valor total investido em pesquisas através da cláusula de PD&I foi mais que o dobro do ano anterior – ao redor de R\$ 2 bilhões. O tema mais estudado novamente foi Produção, dessa vez o número mais que dobrou em comparação ao ano anterior – são 166 projetos, dentre os quais 18 foram encerrados e 148 estão em andamento; Exploração vem logo em seguida com 101 pesquisas dentre as quais 98 continuam em exercício; e Materiais deu um salto no número de estudos, chegando a 74 ao longo do período avaliado e 71 ainda em execução. Segurança e Meio Ambiente continua entre os cinco temas de maior interesse da indústria petrolífera nacional, são 57 pesquisas e sendo três já finalizadas; Engenharia de Poço teve 50 projetos iniciados, dentre os quais 46 ainda estão em exercício; no tema Refino realizou-se 35 projetos, tendo seis já terminados; em Avaliação da Conformidade, Monitoramento e Controle 29 projetos iniciaram, dentre os quais somente um foi finalizado; e Recuperação Avançada de Petróleo teve 22 projetos nesse ano e 19 ainda estão em execução. Dois temas tiveram nove projetos iniciados e ainda em andamento: Utilização e Outras Fontes Alternativas, além desse o tema Combustíveis e Lubrificantes tiveram 8 projetos todos em andamento. Dois temas iniciaram com 6 projetos, são eles: Produção e Processamento (4 em andamento) e Distribuição, Logística e Transporte (todos em andamento); Cinco projetos em dois temas iniciaram em 2018: Petroquímica 1ª e 2ª Geração (2 encerrados e 3 em execução) e Energia Solar (todos em andamento); e outros três temas iniciaram com 4 pesquisas: Biodiesel (todos em andamento), Aspectos Econômicos da Regulação da Indústria do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (todos em andamento), e Movimentação e Armazenamento (1 já finalizado). Biocombustíveis Avançados (2ª, 3ª e 4ª Geração) deram início a 3 pesquisas, sendo uma já encerrada; Aspectos Jurídicos da Regulação da Indústria do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis teve 2 projetos submetidos e ainda estão em exercício; e por

último, o tema Energia a Partir de Outras Fontes de Biomassa possui um projeto e Hidrogênio também com um projeto, todos em execução.

No ano de 2019, por ter compilado dados até setembro possui o menor número de projetos submetidos em relação ao ano anterior – 484 contra 601. O tema Produção – Horizonte do Pré-sal, Águas Profundas, Bacias Maduras e Novas Fronteiras Exploratórias consolidou-se como principal foco tecnológico nacional pelo terceiro ano seguido – foram 134 projetos iniciados e um finalizado; assim como a Exploração em segundo lugar, que iniciou 97 projetos - todos em andamento; Materiais segue sendo uma grande fonte de interesse 62 projetos, tendo sido finalizado somente 1. Segurança e Meio Ambiente segue com um alto número de estudos submetidos – 39 projetos, todos em andamento; Engenharia de Poço vem em seguida com 35 projetos iniciados e ainda em andamento; Refino e Avaliação da Conformidade, Monitoramento e Controle tiveram 22 projetos iniciados e ainda em execução nesse ano; Recuperação Avançada de Petróleo mantém a média de 21 projetos iniciados e somente um já encerrado; Produção e Processamento teve 13 projetos iniciados; Distribuição, Logística e Transporte iniciou 9 projetos; Biodiesel e Petroquímica (1ª e 2ª Geração) iniciaram 5 projetos cada; Outras Fontes Alternativas, e Combustíveis e Lubrificantes iniciaram 4 projetos, ainda em exercício; Biocombustíveis (2ª, 3ª e 4ª Geração) e Bioetanol tiveram iniciados 3 projetos cada; Energia a Partir de Biomassa iniciou 2 projetos ainda em execução; por último Energia Solar e Aspectos Econômicos da Regulação da Indústria do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis iniciaram um projeto cada.

Os temas que recebem maior investimento através da cláusula PD&I estão ligados ao *Upstream* do setor de petróleo e gás natural, fato que corrobora para o alto grau de capital dispendido em tais assuntos. O objetivo é aumentar a produção, e consequentemente a produtividade das empresas de forma imediata. Dessa forma, infere-se que o perfil tecnológico brasileiro está pautado na E&P de óleo e gás natural devido ao grande número de pesquisas alocadas ao longo dos anos nos seguintes temas: Produção, Exploração, Engenharia de Poço e Recuperação Avançada de Petróleo; como também em temas transversais que servem de suporte para o incremento do volume recuperado, são eles: materiais e segurança e meio ambiente.

Além disso, outro fator que confirma o objetivo é o alto valor dispendido nas pesquisas em volume de hidrocarboneto produzido. Ou seja, o elevado número de projetos dedicados a protótipos de tecnologias totalizou 75 ao longo dos últimos quatro anos num total de R\$ 461,17 milhões; sendo produção e engenharia de poço os temas mais investigados, vinte e quatro e dezesseis, respectivamente. Vale destacar de igual forma,

a preocupação em criar valor tanto material quanto intelectual para as universidades brasileiras e às pessoas que atuam diretamente na indústria. Porque, além das pesquisas aplicadas que são o grande foco desses projetos, há investimento em infraestrutura visando qualificar os estudos para minimizar a defasagem entre o ganho de *expertise* esperado pelo montante aplicado e o nível de tecnologia gerado pelos bens e serviços durante a execução. Portanto, as empresas identificaram a necessidade de qualificar a ciência brasileira dado que não está totalmente formada para atender a demanda do setor petrolífero.

Por outro lado, temas que são gargalos para o desenvolvimento do setor petrolífero brasileiro não parecem ser de grande interesse das empresas, o que de fato torna-se prejudicial, uma vez que não adianta ter alta produção se a distribuição não acompanha no mesmo passo; dessa forma, há um fator de inutilização do produto que gera custo de estocagem. A regulação do setor através de estudos econômicos e jurídicos; o abastecimento focado no refino, e combustíveis e lubrificantes; e o gás natural com a movimentação e armazenamento, e produção e processamento não receberam investimentos como desejável para alavancar o *Downstream*. Há uma falta de interesse do setor petrolífero nacional e governamental em fomentar a discussão esses temas. Tal desinteresse pode ser confirmado pelo fato de que entre os anos de 2017 a 2019 houve uma redução drástica no número de pesquisas em relação ao refino brasileiro, passando de 42 para 35 e chegando a 22 projetos em setembro de 2019.

A seguir apresenta-se o cenário regional e seus desdobramentos estaduais.

4.4 – Cenário Regional

As universidades e unidades de ensino são os únicos agentes de pesquisa capazes de serem classificadas de acordo com as respectivas regiões territoriais, as empresas vão no caminho oposto, uma vez que o exato local de atuação não pode ser definido. Portanto, o objeto de estudo deste subcapítulo são os 958 (67,5% do total) investimentos feitos em faculdades e institutos de pesquisas no desenvolvimento de tecnologias voltadas para o setor petrolífero e áreas correlatas. Para todas as regiões do país (Norte, Centro-oeste, Nordeste, Sul e Sudeste) buscar-se-á responder a seguinte pergunta: existe um padrão de pesquisa por região, se sim - ele segue o planejado pelo governo federal e está relacionado ao desenvolvimento do setor petrolífero local? Tal tarefa será cumprida a partir da correlação das pesquisas com as atividades afins da indústria de óleo e gás nas regiões.

4.4.1 - Região Norte

Segundo ANP (2019a), a Bacia do Solimões possui 43,5 milhões de barris de óleo e 38,9 bilhões de metros cúbicos (m³) de gás natural em reservas provadas. A produção no ano de 2017, executada exclusivamente pela Petrobras – segundo anuário estatístico de 2019 (ANP, 2019b) foi de 7,46 milhões de barris de petróleo e 5,2 bilhões de m³ de gás natural. Os campos do Leste de Urucu e do Rio do Urucu, no estado do Amazonas, geraram expressivas receitas para investimentos na cláusula para PD&I, porém até o final de 2017 não haviam projetos de pesquisas gerados pela cláusula; ou seja, o dinheiro proveniente da produção dos campos não estava sendo direcionado para a tecnologia para a região.

Vale ressaltar que todos os investimentos proveem de receita da Petrobras. Totalizaram quatro pesquisas, sendo todas elas executadas pela Universidade Federal do Pará a partir de 2018. Houve um montante total de R\$ 25,2 milhões investidos, sendo R\$ 18,8 milhões em exploração e R\$ 6,4 milhões em engenharia de poço. A Tabela 9 resume os projetos supracitados.

Tabela 9 - Projetos de PD&I da Região Norte, 2018-2019

Fonte: Elaboração Própria com dados da ANP (2019).

TEMAS	Instituição Credenciada	Nº de Projetos
Exploração - horizonte pré-sal, águas profundas, bacias maduras e novas fronteiras exploratórias	UFPA	3
Engenharia de poço	UFPA	1

A LAPAEX – Laboratório de Pesquisa Aplicada e Exploração de Óleo e Gás da UFPA possui três pesquisas em andamento relacionadas ao tema Exploração, cujos objetivos são: (a) estudos de métodos eletromagnéticos aplicados à exploração de hidrocarbonetos; (b) desenvolvimento de algoritmo para geração de imagem sísmicas em profundidade a partir de dados 2D e 3D; e (c) sísmica aplicada na previsão de pressão e geomecânica de um reservatório produtivo de óleo e gás.

O projeto de engenharia de poços desenvolvimento pelo LCPETRO – Laboratório de Ciência e Engenharia de Petróleo também da UFPA recebeu aporte financeiro para a melhoria de infraestrutura, englobando reformas e aquisição de novos equipamentos, para o desenvolvimento de pesquisa em estimulação de poços em formações carbonáticas.

Apesar da bacia de Solimões ser explorada durante 30 anos e ser considerada madura, não há investimento com o intuito de melhorar a recuperação avançada de petróleo, pelo contrário, as pesquisas realizadas na região buscam investigar formações carbonáticas que estão ligadas ao pré-sal. Dessa forma, pode-se concluir que há uma fuga de tecnologia já que não é aplicada na resolução de gargalos do estado de Amazonas ou da região norte como um todo. Outro fator interessante, é a necessidade de reformar o espaço físico dos laboratórios, um quarto do montante total foi destinado para essa finalidade.

4.4.2 - Centro-Oeste

Na região Centro-Oeste não existe nenhuma reserva provada e, conseqüentemente, qualquer atividade petrolífera. Entretanto, há 15 projetos patrocinados pela Petrobras e executados pela Universidade Federal de Goiás (UFG), Universidade de Brasília, Universidade Federal do Mato Grosso e Senai-MS, conforme a Tabela 10.

Tabela 10 - Projetos de PD&I na Região Centro-Oeste, 2017-2019

Fonte: Elaboração Própria com dados da ANP (2019).

TEMAS	Instituição Credenciada	Nº de Projetos
Avaliação Da Conformidade, Monitoramento E Controle	UFG	6
Exploração - Horizonte Pré-sal, Águas Profundas, Bacias Maduras e Novas Fronteiras Exploratórias	UFG	1
Exploração - Horizonte Pré-sal, Águas Profundas, Bacias Maduras e Novas Fronteiras Exploratórias	UnB	3
Materiais	UFG	1
Exploração - Horizonte Pré-sal, Águas Profundas, Bacias Maduras E Novas Fronteiras Exploratórias	UFMT	1

Produção - Horizonte Pré-sal, Águas Profundas, Campos Maduros e Novas Fronteiras Exploratórias	UnB	1
Avaliação Da Conformidade, Monitoramento e Controle	UnB	1
Biocombustíveis Avançados (2ª, 3ª, 4ª Geração)	SENAI-MS	1

A região Centro-Oeste tem como foco o controle e monitoramento de processos industriais, visando à confiabilidade nos instrumentos de medição de nível, temperatura e pressão – são sete projetos; justifica-se a *expertise* em avaliação e monitoramento de processos, por possuir *agrobusiness* pujante. Porém, atualmente, o país não se limita a produzir tecnologias de acordo com as atividades-fim executadas em cada localidade, a ciência cruza as fronteiras territoriais e há estudos relacionados a E&P de hidrocarbonetos.

4.4.2.1 - Goiás

No estado de Goiás existe oito projetos em duas distintas unidades de ensino da Universidade Federal de Goiás. O Instituto de Química possui todos os seus seis estudos voltados para a avaliação de conformidade, por isso, é considerada especialista no desenvolvimento de métodos analíticos que buscam criar uma metodologia de controle de qualidade das frações de hidrocarbonetos existentes na produção. A Petrobras é a responsável pela aplicação de recursos no projeto.

O investimento em infraestrutura, já descrito no cenário nacional, é expressivo, pois há necessidade de criar laboratórios que acolham os estudos. São R\$ 16 milhões investidos nesses oito projetos, sendo R\$ 8,2 milhões para a construção do laboratório de petroleômica e para a aquisição de equipamentos (R\$ 5,8 milhões e R\$ 2,4 milhões, respectivamente).

O Centro Regional para o Desenvolvimento Tecnológico e Inovação possui dois projetos voltados para o estudo geológico de bacias sedimentares com foco no pré-sal visando caracterizar os reservatórios.

4.2.2.2 – Distrito Federal

No Distrito Federal, a Universidade de Brasília (UnB) possui cinco projetos, sendo três voltados para o tema Exploração, um para a Produção e o último para a Avaliação da conformidade, monitoramento e controle. O Instituto de Geociências possui duas pesquisas para conhecer geologicamente a bacia dos Parecis na região do Mato Grosso, através de dados sísmicos e dados geológicos de poços exploratórios; a Petrobras procura expandir sua fronteira petrolífera através dessas pesquisas. O grupo de automação e controle possui dois projetos, o primeiro voltado para o controle do processamento do petróleo nas plantas sob a responsabilidade da Petrobras e o segundo para o desenvolvimento da simulação e otimização de petróleo com o patrocínio da Repsol.

4.2.2.3 – Mato Grosso

No Mato Grosso, a Petrobras no ano de 2019 possui um projeto de prospecção da bacia de Parecis, além do investimento com a UnB. Realizou um investimento de R\$ 815 mil no Laboratório de Paleontologia, com o objetivo de estudar as amostras retiradas com enfoque bioestratigráfico e paleambiental.

4.2.2.4 – Mato Grosso do Sul

A Sinochem investiu no Senai-MS para a realização de um estudo voltado para os biocombustíveis. O objetivo é desenvolver o etanol a partir de resíduos de milho e, para isso, aplicou o montante de R\$ 3,2 milhões. Portanto, a região é marcada pela transferência de tecnologia, pois as pesquisas realizadas e as tecnologias geradas não são aplicadas somente na região. Servem para o conhecimento dos reservatórios do pré-sal, processamentos de petróleo e otimização de simuladores. Entretanto, deve-se destacar também o esforço da Petrobras em ampliar o espaço de produção para o interior do território nacional, numa clara tentativa de expansão do seu *portfólio*. Pode-se concluir que há uma clara intenção em gerar valor tecnológico para a própria região centro-oeste e demais.

4.4.3 - Nordeste

A região Nordeste desenvolve 126 projetos em nove universidades federais e seis instituições de ensino privada, são elas: Universidade Federal de Alagoas, Universidade Federal da Bahia, Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal de Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal de Pernambuco,

Universidade Federal do Piauí, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Universidade Federal de Sergipe, Instituto Tartarugas do Delta, ITP – Núcleo de Estudo em Sistemas Coloidais, Senai-BA, Senai-PE e Senai-RN. Identifica-se que os maiores agentes responsáveis pelas pesquisas através da cláusula PD&I são as universidades federais. A Petrobras até o ano de 2019 foi responsável por 90,4% do total; a Repsol e a Shell possuem cada uma somente um único projeto.

A Tabela 12 mostra os projetos desenvolvidos na região nordeste e no anexo III está o detalhamento das universidades e centros de pesquisa.

Tabela 11 - Projetos de PD&I na Região Nordeste, 2017-2019

Fonte: Elaboração Própria com dados da ANP (2019).

TEMAS	Nº de Projetos
Avaliação Da Conformidade, Monitoramento E Controle	3
Biodiesel	4
Distribuição, Logística E Transporte	1
Energia A Partir De Outras Fontes De Biomassa	1
Engenharia De Poço	14
Exploração - Horizonte Pré-sal, Águas Profundas, Bacias Maduras E Novas Fronteiras Exploratórias	29
Materiais	17
Movimentação E Armazenamento	2
Petroquímica de 1ª e 2ª geração	1
Produção - Horizonte Pré-sal, Águas Profundas, Campos Maduros E Novas Fronteiras Exploratórias	31
Recuperação Avançada De Petróleo	11

Refino	6
Segurança E Meio Ambiente	6

4.2.3.1 - Alagoas

O estado de Alagoas possui em reservas provadas, segundo o Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis 2019 publicado pela ANP (ANP, 2019a), 3,2 milhões de barris de petróleo em terra e 0,3 milhões barris de petróleo em mar; além de 875 milhões de metros cúbicos em terra e 341 milhões de metros cúbicos em mar. A produção total dos 137 poços *onshore* e um único *offshore*; em 2018, totalizou 972 mil barris de óleo e 467,5 milhões de metros cúbicos de gás natural. O campo de Pilar gera receita para a cláusula para PD&I; há oito projetos em desenvolvimento, todos patrocinados pela Petrobras e capitaneados por duas unidades de ensino pertencentes a UFAL: Laboratório de Síntese de Catalisadores – LSCat e Laboratório de Computação Científica e Visualização - LCCV/UFAL.

O Laboratório de Computação Científica e Visualização é o grande protagonista científico do estado, ao desenvolver setes estudos em parceria com o CENPES, sendo dois sobre o comportamento de dutos enterrados, submetidos a cargas extremas e fadigas – tema Exploração, e quatro voltados para o estudo de revestimento e estrutura de poços, especificamente direcionados a perfuração de poços profundos em rochas salinas (pré-sal) – tema Engenharia de poço e um último sobre a elaboração de uma plataforma colaborativa para a criação de projetos em engenharia naval e submarina - tema Produção. Esse último estudo é o que possui o maior aporte financeiro, são R\$ 10,8 milhões investidos num total de R\$ 37,6 milhões.

O Laboratório de Síntese de Catalisadores – LSCat dedica-se a área *downstream*, ao pesquisar aditivos para a utilização no refino do petróleo. A Petrobras procura desenvolver novas tecnologias a serem aplicadas no tratamento do óleo bruto.

O LCCV/UFAL é especialista em estabilização de poços e todas as engenharias correlatas ao tema. Logo infere-se que há transferência de tecnologias para as demais regiões do país principalmente causada pelo interesse no pré-sal brasileiro. Além disso há os seguintes fatos: (a) o número de poços no estado, desde 2009 até 2018, reduziu em 25% – de 182 para 138; (b) duas pesquisas estão voltadas para a área *offshore* e estudo de *risers* e linhas de ancoragem, porém só há um poço com dessa característica na região; e (c) não existe refinarias em Alagoas.

4.2.3.2 - Bahia

A Bahia é o estado brasileiro especializado na criação de protótipos e unidades pilotos voltados para a E&P de gás e petróleo, com grande enfoque para o pré-sal brasileiro. Esse foco tecnológico é liderado pelo Senai-Ba, precursor de tecnologias com inteligência artificial, que possui sinergia com os principais *players* do setor nacionais como, Petrobras, Shell e Repsol-Sinopec.

A Bahia situa-se entre duas bacias sedimentares. A Bacia de Camamu que produz gás natural e a Bacia do Recôncavo onde ocorre a produção dos campos maduros *onshore*. Possui em reservas provadas 144,7 milhões de barris de petróleo e 12.283 milhões de metros cúbicos de gás natural (ANP, 2019a), a produção anual em 2018 foi de 11,800 milhões barris distribuídos em 1235 poços terrestres e 6 poços marítimos (campo de Manati) (ANP, 2019a). Os campos de Manati e Miranga geram obrigação de investimento pela cláusula de PD&I. São 34 pesquisas desenvolvidas no estado pela UFBA (14) e o Senai-Ba (20). O estado possui o maior valor por projeto – R\$ 8 milhões. Este montante é resultado de projetos de automação desenvolvidos pelo Senai-Ba.

Diferentemente das universidades, o Senai-Ba não faz pesquisas científicas com perfil acadêmico, mas sim desenvolvem e validam protótipos ou unidades pilotos com significativa aplicabilidade direta na indústria. No total são vinte projetos em seis temas distintos: os dois maiores são E&P, cada um com sete pesquisas cada; o tema movimentação e armazenamento possui dois projetos e engenharia de poço o mesmo número; avaliação da conformidade, monitoramento e controle tem um e materiais também um.

O Senai-Ba é conhecido por ser um centro de excelência computacional. Em agosto de 2019 lançou em parceria com a Repsol Sinopec Brasil o supercomputador AIRIS (sigla para *Artificial Intelligence RSB Integrated System*), considerado o computador mais potente da América Latina. Segundo Mariano Ferrari (2019), CEO da empresa, o computador soluciona problemas complexos com significativa redução de tempo de processamento, com isso acelerando a tomada de decisões, reduzindo os custos e contribuindo para tornar as operações mais seguras. Em operações complexas como as do pré-sal brasileiro, essa imensa capacidade de processamento é de fundamental importância pois permitirá que sejam geradas imagens sísmicas de melhor qualidade. Considerado um grande avanço na área de PD&I, a supermáquina processa 800 trilhões de operações em ponto flutuante de precisão dupla por segundo (em inglês *Floating-point operations per second* - FLOPS), numa comparação didática equivale a cinco mil

computadores pessoais trabalhando em conjunto caso isso fosse possível. Tal empreendimento totalizou R\$ 30,6 milhões e incluiu dois projetos da cláusula PD&I submetidos a ANP e classificados no tema exploração do horizonte do pré-sal e águas profundas.

Além da petrolífera espano-chinesa, a Petrobras vem investindo em supermáquinas a partir do dispêndio de R\$ 44,5 milhões (projetos nº 20648-2 e nº 21531-9) para a instalação e comissionamento de uma infraestrutura computacional de alto desempenho destinada a suportar pesquisas na área de geofísica, geologia e engenharia de reservatórios. Cabe salientar que, apesar de serem projetos de exploração são classificados no tema Produção – o que ilustra uma classificação pouco precisa ao ser informada pelas companhias à ANP.

Dessa maneira, estão sendo desenvolvidos quatro estudos com o uso do AIRIS, um para a geração de imagens sísmicas 3D e outro para a simulação de reservatórios em parceria com a Repsol e Petrobras, respectivamente – no total de R\$ 7,5 milhões; e dois projetos capitaneados pelas Shell também para a geração de imagens sísmicas. Todos os seis projetos citados são para exploração do horizonte do pré-sal.

O SENAI CIMATEC, como também é conhecido, tornou-se referência do setor de petróleo e gás natural para a quarta revolução industrial, cuja motriz é a eficiência e redução de custos e tempo através da automação de tarefas, controle de dados e conectividade. Dessa maneira, está em andamento a criação de um protótipo digital da plataforma P50 em Albacora Leste (primeiro projeto onde há um claro investimento no campo onde a receita foi gerada). O protótipo é conhecido como *Digital Twin* com o objetivo de gerar avisos antecipados de falha e fazer manutenção preditiva sem que haja riscos a operação. A pesquisa tem duração de doze meses, com término esperado para abril de 2020, num custo de R\$ 9,5 milhões.

O Senai-Ba possui grande *expertise* em automação. Em parceria com a *Shell*, vem criando três protótipos de robôs com utilizações diferentes: o primeiro, no valor de R\$ 2,1 milhões, desenvolveu uma ferramenta adaptada a um *ROV* (Veículos Remotamente Operados, em inglês *Remotely Operated Vehicles*) para inspeção e limpeza de juntas flexíveis em *risers*(tema produção) ; a segunda, no valor de R\$ 16 milhões, criou um sistema robótico para limpeza e inspeção de cascos de *FPSOs* (Unidade Flutuante de Produção, Estocagem e Descarregamento, em inglês *Floating Production Storage Offloading*) (tema avaliação da conformidade, monitoramento e controle); por último, o projeto, no valor de R\$ 32,8 milhões, projetou uma garagem móvel para

lançamento/recuperação de *AUVs offshore* (sigla para veículos autônomos submarinos, em inglês *Autonomous Underwater Vehicle*), o que permitirá recarga submarina e conexão com a superfície (tema produção).

A Petrobras participa da criação de robôs na área de engenharia de poços, onde tem-se dois projetos: o primeiro voltado para inspeção submarina e avaliação técnico-econômica de automatização de operações com *ROV* no valor de R\$ 8,2 milhões; e outro, no valor de R\$ 13,3 milhões, para a criação de um protótipo de BOP (Preventor de erupção, em inglês *Blowout Preventor*) elétrico, visando a disponibilidade e confiabilidade do equipamento.

Seguindo por outro caminho, a Universidade Federal da Bahia além de desenvolver ferramentas experimentais como o Senai-Ba, ela foca em pesquisas acadêmicas de longo prazo. Ademais, os temas exploração (2 projetos), materiais (1 projeto), engenharia de poço (2 projetos) e avaliação, conformidade e monitoramento (1 projeto), a UFBA pesquisa sobre a recuperação avançada de petróleo (3 projetos), segurança e meio ambiente (3 projetos) e distribuição, logística e transporte (1 projeto); tais temas possuem uma duração superior em comparação aos primeiros listados.

Em média, as pesquisas realizadas pelo Senai-Ba têm duração de dois anos, enquanto os laboratórios da UFBA realizam projetos de três anos. Outro fator importante é a necessidade de investimento na infraestrutura dos laboratórios, das seis infraestruturas empregadas para o desenvolvimento dos estudos, quatro receberam montante para equipamentos e reformas.

O Laboratório de Propriedade Óticas recebeu R\$ 4 milhões submetidos em três projetos destinados a desenvolver uma ferramenta que previne a incrustação de carbonato de cálcio nas instalações de produção de petróleo, considerado um problema da E&P da área do pré-sal brasileiro. Desse montante, R\$ 450 mil foram para compra de equipamentos. Porém, encontra-se mal classificado. O tema indicado foi materiais ao invés de distribuição; o segundo projeto de duração de três anos desenvolve um protótipo classificado em biodiesel no valor de R\$ 2,2 milhões; no tema de distribuição, logística e transporte há o único objeto classificado de maneira correta custou R\$ 1,2 milhões com duração de dois anos.

O Centro de Capacitação Tecnológica em Automação Industrial (CTAI) possui três projetos em parceria com a Petrobras no montante total de R\$ 3,7 milhões para o estudo do bombeio centrífugo submerso. Nota-se a transferência de tecnologias para as outras

regiões do país, porque no estado só há seis poços *offshore* todos surgentes, ou seja, quando não há a necessidade de uso de bombas.

O Laboratório de Nanotecnologia Supercrítica desenvolve pesquisa sobre o mecanismo de SWAG (sistema de injeção de água alternada com gás carbônico, em inglês, *simultaneous water and gas*), para recuperação avançada de petróleo em reservatório carbonáticos e arenito. É considerado relevante no enfoque pré-sal, onde a Petrogal atua e é responsável pelo investimento. O projeto, assim como os demais desse tema, tem quatro anos. Foram investidos R\$ 14,5 milhões, sendo R\$ 9 milhões para a implantação da infraestrutura física e operacional do laboratório.

Além desses projetos, vale destacar a grande preocupação do estado com o meio ambiente. Metade dos projetos da região sobre esse tema estão na Bahia. Há dois projetos submetidos a ANP voltados para o acompanhamento do coral-sol na Baía de Todos os Santos totalizando R\$ 21 milhões, sendo R\$ 8 milhões para a implementação da infraestrutura. O terceiro projeto está voltado para a prospecção de microrganismos e enzimas que atuam na degradação de parafinas e recuperação de áreas degradadas, num montante total de R\$ 6 milhões. Este último encontra-se na Bacia do Recôncavo, onde há uma alta incidência de precipitação de parafinas na região.

4.2.3.3 - Ceará

No estado do Ceará, segundo ANP (2019a), há 41,2 milhões de barris de petróleo e 354 milhões de metros cúbicos de gás natural, sendo produzidos, em 2018, aproximadamente dois milhões de barris e 35,7 milhões de metros cúbicos de gás natural ao longo dos 207 poços *onshore* e 28 poços *offshore*. Na região existe vinte e quatro projetos patrocinados por três empresas – Petrobras (20), Petrogal (2) e Repsol (2) – e executados por nove laboratórios diferentes. O foco tecnológico do estado está no tema materiais com onze pesquisas em desenvolvimento e em produção com sete estudos também em execução. Outras áreas também em andamento são refino (3), biodiesel, exploração e recuperação avançada de petróleo, todos com um projeto; total investido de R\$ 56,5 milhões.

Novamente, percebe-se investimento por parte das empresas petrolíferas na infraestrutura dos laboratórios, a fim de viabilizar a produção científica. Somente na inovação tecnológicas de materiais, cinco dos onze projetos submetidos foram destinados a investir em edificação de novas áreas, reformas e equipamentos, totalizando 28% do montante.

A Petrobras possui três linhas de pesquisa com o Laboratório de Pesquisa e Tecnologia em Soldagem (LPTS), principal parceiro cearense: técnicas de alternativas de soldagem para manutenção de equipamentos e tubulações, metodologias de união de tubos considerando diferentes níveis de contaminação de gás e avaliação de inibidores de corrosão para sistemas de aço carbono submetidos a meios contendo oxigênio e gás carbônico (O_2 e CO_2), respectivamente, com a influência da salinidade, pressão e temperatura.

Outro tema de interesse é a produção, dos sete projetos quatro são desenvolvidos pela Petrobras, dois pela Repsol e outro pela Petrogal. A Petrobras possui quatro projetos que não se interligam: (a) estuda abordagens para diminuir incertezas nos simuladores geomecânicos voltados para o pré-sal; (b) classifica o petróleo segundo propriedades petrofísicas das rochas reservatório; (c) analisa a queda de *risers* após a ruptura; e (d) analisa incertezas em campos de óleo e gás com presença de falhas e danos. A Repsol, por sua vez, investiu através de dois projetos R\$ 3 milhões na implantação de uma estrutura laboratorial junto ao Grupo de Pesquisa em Termofluidodinâmica Aplicada da UFC. O objetivo é estudar a fase líquida do óleo em altas pressões e temperaturas. A Petrogal investiu R\$ 5 milhões no centro de excelência de geofísica do petróleo para simular numericamente a invasão de água em poços produtores nos campos do pré-sal.

4.2.3.4. Maranhão

A Bacia do Parnaíba, no estado do Maranhão, possui uma reserva provada de 173 milhões de barris de petróleo e 20,6 bilhões de metros cúbicos de gás natural em 2018 (ANP, 2019a) e uma produção de quinze mil barris (ANP, 2019a) no mesmo ano. Apesar do campo de Gavião Real contribuir com a cláusula para PD&I, não registra nenhuma pesquisa junto a ANP.

4.2.3.5. Paraíba

No estado da Paraíba, a Bacia Paraíba-Pernambuco não há reserva de hidrocarboneto; porém na Universidade Federal de Campo Grande possui sete projetos em parceria com a Petrobras. O principal tema de pesquisa do estado é a exploração com quatro projetos em andamento, todos iniciados em 2018 após o incremento da receita da cláusula PD&I alavancada pelo aumento da produção de hidrocarboneto, principalmente pré-sal, e do preço do barril de petróleo. O Laboratório de Pesquisa em Fluidos de Perfuração (PEFLAB) recebeu R\$ 4,9 milhões para examinar e avaliar a contaminação de fluidos de perfuração de poços do pré-sal (um para infraestrutura do laboratório e outro para a

pesquisa). A UFCG não está somente focada em tecnologia para as bacias de Campos e Santos. O Laboratório de Petrofísica recebeu investimento de R\$ 4,2 milhões a fim de estudar as propriedades do reservatório de rochas siliciclásticas da Bacia Rio do Peixe, com o intuito de expandir a fronteira produtiva para a Paraíba.

Ademais, houve um projeto com o tema avaliação, conformidade e monitoramento encerrado em 26 de dezembro de 2019; não há como dimensionar o valor obtido com tal pesquisa, pois há uma cláusula de confidencialidade que dura cinco anos após o seu encerramento. O Laboratório de Engenharia de Pavimentos desenvolve pesquisa em método de dimensionamento de asfaltos, no tema materiais (mais uma vez classificado imprecisamente); o orçamento do estudo foi de R\$ 2,2 milhões. Há o projeto capitaneado pelo Laboratório de Experimentação Numérica de Processos sobre o tema de Petroquímica de 1ª e 2ª geração – valor total R\$ 1,1 milhão.

4.2.3.6. Pernambuco

No estado de Pernambuco não possui atividade petrolífera devido à falta de indícios de hidrocarbonetos. Entretanto, estão em desenvolvimento doze projetos totalizando R\$ 34,5 milhões, sendo um pouco mais de R\$ 32 milhões investidos pela Petrobras e R\$ 2,4 milhões pela Shell. São cinco projetos em exploração, quatro em produção e nos temas de engenharia de poço, materiais e recuperação avançada de petróleo um projeto cada. O Senai-PE e a Universidade Federal do Pernambuco são os dois agentes responsáveis pelas pesquisas no estado.

A Shell em parceria com o Senai-PE desenvolveu três projetos, todos já finalizados, a fim de criar um dispositivo tecnológico de uma *FPSO* conhecido como *Digital Twin*. O dispositivo é uma representação digital da plataforma com o intuito de analisar preventivamente dados e comportamentos que possam levar ao vazamento na plataforma.

O Senai possui *expertise* na área, pois a unidade da Bahia (Senai-Ba) desenvolveu a mesma linha de pesquisa com a Repsol-Sinopec, apesar de finalizado não há divulgação da ANP ou das partes envolvidas sobre os resultados e estão asseguradas pela cláusula de confidencialidade, com duração de cinco anos.

A Petrobras em estados onde não há reserva de hidrocarbonetos (Mato Grosso e Paraíba), preocupa-se em entender as bacias sedimentares da região e explorar o potencial dos recursos. No total são nove projetos em andamento junto a UFPE sendo quatro para entendimento das bacias de Araripe, Jatobá e Tucano Norte compreendidas

em Pernambuco. Um projeto com o Laboratório de Paleontologia e três com o Laboratório de Geologia Sedimentar e Ambiental – valor total de R\$ 13 milhões; três pesquisas no tema produção no valor de R\$ 9 milhões com o Laboratório de Métodos Computacionais em Geomecânica. O objetivo é analisar experimentalmente e numericamente o efeito da injeção de fluidos reativos em rochas carbonáticas do pré-sal; há um estudo em engenharia de poços para inovar o teste de confiabilidade para equipamentos aplicados à construção de poços para uso em outras regiões, pois não há poços perfurados no estado; há uma pesquisa de materiais dedicada a determinar a influência do campo magnético na incrustação de carbonato e sulfatos na parede dos dutos de petróleo, também para o pré-sal.

4.2.3.7. Piauí

O Piauí não possui reservas de petróleo ou gás natural comercializável; entretanto, há registro de três projetos desenvolvidos no estado. A Shell em 2017 investiu no estudo do comportamento migratório das tartarugas-de-couro e do peixe camurupim. O projeto teve duração de dezoito meses e custou R\$ 2 milhões. Em agosto de 2019, a Petrobras investiu R\$ 1,875 milhões junto ao Laboratório de Geoquímica Orgânica, cujo objetivo foi utilizar hidrocarbonetos neutros e ácidos na avaliação de sistemas petrolíferos na Bacia de Potiguar. Toda tecnologia gerada tem como destino o Rio Grande do Norte.

Percebe-se a necessidade de investir em polos onde não há pesquisas sobre bacias sedimentares. Isso se deve ao tema de exploração e os laboratórios estarem saturados. Em 2018, por exemplo, cento e dez novos projetos iniciaram, com isso quatro novos estados estrearam no estudo dos sistemas petrolíferos do pré-sal e da bacia Sergipe-Alagoas – Ceará, Minas Gerais, Pará e Paraíba. Até setembro de 2019, mais quatro outros passaram a estudar o tema exploração (Distrito Federal, Espírito Santo, Mato Grosso e Piauí). Dentre esses, quatro não possuem atividades exploratórias; tal motivo corrobora a premissa de que a arrecadação pela cláusula PD&I é capaz de incentivar a pesquisa e inovação em estados onde não há campos produtores de petróleo e gás natural.

4.2.3.8. Rio Grande do Norte

O Rio Grande do Norte, em 2018 possuía 198,4 milhões de barris e 3,5 bilhões de metros cúbicos de gás natural em reservas provadas na Bacia de Potiguar (ANP, 2019a), no mesmo ano foram produzidos 14,7 mil barris de petróleo e 3,5 bilhões de metros cúbicos de gás natural (ANP, 2019b) distribuídos ao longo dos 9 campos

marítimos e 86 campos terrestres. Os campos de Canto do Amaro e Estreito geram obrigações de investimentos.

São vinte e cinco patrocinados pela Petrobras, sendo vinte e três em parceria com a UFRN e dois com o Senai-RN e um pela Shell também com a universidade federal. Por se tratar de uma bacia madura em atividade petrolífera contínua desde 1976, o maior interesse é aumentar a recuperação de petróleo. Dessa forma, são nove projetos empregados no tema produção, sete para exploração, dois para materiais e outros dois para refino, engenharia de poço, segurança e meio ambiente e energia a partir de outras fontes de energia possuem um projeto cada.

4.2.3.9. Sergipe

O estado do Sergipe possui em reservas provadas 173,5 milhões de barris de petróleo e 1.1168 milhões de metros cúbicos de gás natural, em 2018 produziu 6,6 milhões de barris de petróleo e 781,3 milhões de metros cúbicos de gás natural através de 1147 poços (1120 perfurados em terra e 27 em mar) (ANP, 2019a). O campo de Carmópolis produz volume suficiente para gerar receita para cláusula PD&I. Dessa maneira, a Petrobras, detentora de 100% do campo, é obrigada a investir um centésimo da receita bruta em inovações científicas. O Instituto de Tecnologia e Pesquisa é responsável por quase a totalidade dos doze projetos desenvolvidos no estado, com exceção de um executado pela Universidade Federal de Sergipe (UFS).

O Núcleo de Estudos em Sistemas Coloidais recebeu investimento para aprimorar a estrutura física do laboratório, R\$ 16,8 milhões, que foram aplicados na preparação do espaço para as pesquisas. São cinco projetos em três temas distintos: (a) em engenharia de poço, o primeiro projeto com o intuito de entender a incrustação de sais minerais em águas saturadas de carbono em contato com o material do interior da tubulação no valor total de R\$ 5,3 milhões. O segundo projeto estuda o comportamento reológico das frações de petróleo no valor total de R\$ 1,5 milhões; (b) no tema recuperação avançada de petróleo, a Petrogal investiu R\$ 15,8 milhões no estudo sobre o comportamento do petróleo do pré-sal brasileiro em presença de gás carbônico (CO₂), além dela, a Petrobras investiu R\$ 1,6 milhões para a avaliação das biomassas; (c) a Petrobras investiu R\$ 6,1 milhões para desenvolver tecnologias que desidratem gás natural com alto teor de gás carbônico em sistemas de alta pressão. Percebe-se que a partir de 2018, quando houve um alto número de pesquisas realizadas nos principais polos científicos do país, São Paulo recebeu noventa e três pesquisas e Rio de Janeiro cento e sessenta e dois. Percebeu-se a necessidade de construir centros de tecnologia

em estados onde não há atividades petrolíferas, como é o exemplo de Sergipe e outros estados. Ademais, tal fato justifica o alto aporte financeiro em infraestrutura.

Existe ainda um projeto patrocinado pela Petrobras junto ao Laboratório de Microestruturas e Propriedades Mecânicas da UFS que tem por objetivo entender o mecanismo de dano por tensão e corrosão em arames de armaduras de *risers* flexíveis num montante de R\$ 500 mil.

Evidencia-se que após o início da produção nos campos do pré-sal houve um aumento na receita, tal acontecimento acarretou num crescimento exponencial das pesquisas através da cláusula PD&I. A fim de inovar investiu-se em equipamentos de ponta que suportem as demandas científicas; dessa maneira, houve grande investimento em infraestrutura laboratorial, primeiro no eixo Rio-São Paulo por causa da proximidade à grande fronteira tecnológica do pré-sal (Campo de Campos e Santos) e após isso, devido ao alto fator de utilização empregados a esses laboratórios, as empresas buscaram novos centros de pesquisa fora dessa zona. Esse fenômeno está explicitado nos estados do Ceará e Sergipe 33% dos projetos foram para aquisição de equipamentos e reformas do espaço, seguidos por Bahia com 24% Rio Grande do Norte 20%.

4.4.4 Sudeste

A região Sudeste devido a sua infraestrutura e proximidade com as Bacias de Campos e Santos concentra a maioria dos projetos nacionais, correspondendo a 70% dos 958 projetos possíveis de catalogação. São 669 projetos distribuídos nos quatro estados de acordo com o tema, conforme detalhado na Tabela 12.

Tabela 12 - Projetos de PD&I na Região Sudeste, 2017-2019

Fonte: Elaboração Própria com dados da ANP (2019).

Temas	Nº de Projetos
Aspectos econômicos da regulação da indústria do petróleo, gás natural e biocombustíveis	8
Avaliação da conformidade, monitoramento e controle	30
Biocombustíveis Avançados (2ª, 3ª, 4ª Geração)	7
Biodiesel	8
Bioetanol	3
Combustíveis e lubrificantes	7

Distribuição, logística e transporte	9
Energia a partir de outras fontes de biomassa	2
Energia solar	6
Engenharia de poço	45
Exploração - horizonte pré-sal, águas profundas, bacias maduras e novas fronteiras exploratórias	94
Hidrogênio	1
Materiais	92
Movimentação e armazenamento	2
Outras fontes alternativas	7
Petroquímica de 1ª e 2ª Geração	8
Produção - horizonte pré-sal, águas profundas, campos maduros e novas fronteiras exploratórias	169
Produção e processamento	20
Recuperação avançada de petróleo	38
Refino	33
Segurança e meio ambiente	60
Utilização	20

4.4.4.1 - Espírito Santo

O estado do Espírito Santo possui reservas provadas de 1,1 bilhões de barris de petróleo e 31,7 milhões de metros cúbicos de gás natural (ANP, 2019a) e uma produção de 118,7 milhões de barris e 3,4 bilhões de metros cúbicos de gás natural (ANP, 2019b) - dados do ano de 2018.

A região compreende as bacias do Espírito Santo e Campos, apesar de ser o segundo maior produtor de hidrocarboneto do país desde 2010, não recebe volume de pesquisa correspondente com a sua produção do pré-sal. A primeira pesquisa só iniciou em julho de 2018. Tal fato deve-se ao protagonismo do estado do Rio de Janeiro nos estudos dessa fronteira tecnológica. Porém, os campos de Baleia Azul, Baleia Franca, Cachalote, Fazenda Alegre, Golfinho e Jubarte geram receita de investimento pela cláusula PD&I.

São dezessete projetos submetidos a RT N° 03/2015 sob a execução da Universidade Federal do Espírito Santo em parceria com a Petrobras, num valor total de R\$ 36

milhões. Vale ressaltar que, assim como Goiás, Mato Grosso, Pará, Paraíba e Santa Catarina iniciados nas pesquisas através da cláusula PD&I recentemente, a empresa é a única petroleira a investir neles.

A produção de petróleo é a linha de pesquisa chefe da faculdade capixaba. São onze projetos sendo quatro com tema no processamento do óleo; o Núcleo de Estudos em Escoamento e Medição de Óleo e Gás encabeça as principais pesquisas desse tema sobre escoamentos multifásicos. Ademais, há dois projetos voltados para a engenharia de poço e um único projeto nos temas de refino, exploração, recuperação avançada de petróleo, refino e segurança e meio ambiente.

4.4.4.2 - Rio de Janeiro

As reservas provadas do estado estão nas Bacias de Campos e Santos e no ano de 2018 totalizaram 11,2 bilhões de barris de petróleo e 230 bilhões de metros cúbicos de gás natural (ANP, 2019a); no mesmo período houve uma produção de 663 milhões de barris de óleo e 20,2 bilhões de metros cúbicos (ANP, 2019a) distribuídos nos 54 campos, dos quais 26 geram receitas para PD&I.

O Rio de Janeiro é o grande concentrador de polos científicos do Brasil, 28% dos projetos sob a RT nº 03/015 estão em desenvolvimento na região - ou seja 403 pesquisas. Até setembro de 2019 foram investidos R\$ 1,75 bilhões em 158 unidades de pesquisa pertencentes a 15 instituições credenciadas (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas – CBPF, Centro de Tecnologia Mineral – CETEM, Fundação Getúlio Vargas – FGV, Instituto Nacional de Tecnologia – INT, Instituto SINTEF do Brasil – IsdB, Laboratório Nacional de Computação Científica - LNCC, Organização Nacional da Indústria de Petróleo – ONIP, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio, Senai-RJ, Universidade do Estado Norte Fluminense – UENF, Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Fundação Centro Universitário Estadual da Zona Oeste – UEZO, Universidade Federal Fluminense – UFF, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ e Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro). Todas são patrocinadas por oito empresas petrolíferas (Equinor, Petrobras, Petrogal, Enauta Repsol, Shell, Sinochem e Total).

O tema de investimento na região é a produção. São 102 projetos; em seguida está a exploração com 62 projetos, materiais com 54 projetos, segurança e meio ambiente com 33 projetos e engenharia de poço com 31 projetos completam os cinco temas mais pesquisados pelo estado.

A UFRJ é líder nas pesquisas no estado e país, no total são 200 projetos com um aporte financeiro de R\$ 787 milhões, tendo a Petrobras participante de R\$ 444 milhões de sua receita bruta, a Shell com R\$ 284 milhões e as demais empresas R\$ 59 milhões, aproximadamente. A companhia holandesa criou uma forte parceria com a UFRJ ao desenvolver 26 pesquisas junto aos laboratórios. Assim como o perfil do estado, o tema de estudo da instituição está relacionado a produção, seguido por materiais e exploração. Cabe ressaltar que o tema de recuperação avançada de petróleo é o que teve maior arrecadação por projeto, em média R\$ 7,9 milhões.

São 115 unidades de pesquisas envolvidas nas inovações tecnológicas motivadas pela cláusula PD&I; porém, algumas delas desenvolvem grande número de pesquisas: o Laboratório de Ensaio Não Destrutivos, Corrosão e Soldagem – LNDC possui treze pesquisas em torno da exploração (9), produção (2) e refino (2); o Laboratório de Macromoléculas e Colóides na Indústria de Petróleo possui nove estudos sendo todos relacionados a produção; o LTEP - Laboratório de Tecnologia de Engenharia de Poços também estuda a produção de hidrocarboneto, onde dos sete projetos, seis são dedicados a produção e um à engenharia de poço; e o Laboratório ATOMS - Termodinâmica Aplicada e Simulação Molecular, com o mesmo número de projetos, investiga o processamento (2) e armazenamento do óleo (2) e também a engenharia dos poços produtores (3).

A PUC-Rio, é a segunda que mais recebe investimentos das empresas. São 113 estudos que aportam R\$ 547 milhões. Novamente, o tema produção é o principal, com 30 projetos, seguido de exploração com 22 e engenharia de poço com 16. Diferentemente da UFRJ, a PUC-Rio possui menos laboratórios. São 35 laboratórios, sendo que alguns laboratórios acumulem significativas pesquisas. Destaca-se nesse contexto o Instituto TECGRAF de Desenvolvimento de *Software* Técnico-Científico na criação de tecnologia em 29 projetos, com 9 em exploração, 8 em produção e 12 nas demais áreas; e o Grupo de Tecnologia e Engenharia de Petróleo desenvolve 10 estudos no tema engenharia de poço.

4.4.4.3 - São Paulo

São Paulo possui 642 milhões de barris de petróleo e 28 bilhões de metros cúbicos de gás natural em reservas provadas, segundo o anuário estatístico brasileiro da ANP (2019a), a produção registrada no ano de 2018 foi de 116 milhões de barris de petróleo e 6 bilhões de metros cúbicos. A receita gerada por nove campos aporta investimentos através da cláusula para PD&I, parte desse valor volta para as instituições credenciadas do próprio estado. Até setembro de 2019 foram investidos R\$ 671 milhões em 12

instituições credenciadas, e destaca-se a UNICAMP com 72 pesquisas e a USP com 52.

São 189 estudos sendo realizados no estado, sendo o tema produção, o principal – corresponde a 24% do total; em seguida está o tema de exploração com 27 pesquisas, segurança e meio ambiente com 21 estudos e materiais com 18.

O principal tema de pesquisa da Unicamp é produção. São 28 pesquisas, seguindo pela exploração com 13 e a recuperação avançada de petróleo com 8 estudos. O que a classifica como principal centro de ciência paulista em *EOR*, uma vez que em todo estado são desenvolvidas nove pesquisas.

A USP possui a maior gama de estudo no tema produção. São 12, porém também é a especialista em segurança e meio ambiente com 10 estudos financiados pela cláusula. Por último, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas possui 17 projetos financiados sendo a especialidade a análise de aspectos econômicos da regulação da indústria do petróleo, gás natural e biocombustíveis com seis estudos.

Os temas que definem o perfil tecnológico da região são produção (45) e exploração (27), porém o estado se destaca no tema segurança e meio ambiente, com 21 investigações científicas em andamento.

4.4.4.4 – Minas Gerais

Minas Gerais não possui atividade petrolífera exploratória e tampouco de produção; apesar disso, é o quarto maior estado em número de projetos. São 60 no total, ficando atrás somente do Rio de Janeiro, São Paulo e Rio Grande do Sul. Tal fator está atrelado à proximidade das bacias de Campos e Santos. Assim como no cenário nacional, os dois principais temas abordados são produção e no horizonte do pré-sal, águas profundas, campos maduros e materiais – 20 e 15, respectivamente. Além desses dois grandes temas, existe cinco estudos voltados para segurança e meio ambiente e o mesmo número para avaliação da conformidade, monitoramento e controle; seguido a esses ainda há três sobre recuperação avançada de petróleo, dois sobre refino, produção e processamento, e utilização; e um único projeto para os temas de exploração, engenharia de poço, energia a partir de outras fontes de biomassa, biodiesel, combustíveis e lubrificantes, e petroquímica de 1ª e 2ª geração.

Ao focar na perspectiva das companhias petrolíferas percebe-se que a Petrobras segue o mesmo padrão científico, uma vez que ela é responsável por todos os projetos, excetuando dois patrocinados pela Shell em recuperação avançada de óleo.

Financeiramente as empresas aportaram R\$ 133 milhões e R\$ 8,2 milhões, respectivamente.

As instituições participantes das pesquisas fomentadas pela cláusula PD&I são entes federais. A Universidade Federal de Uberlândia é o maior braço de pesquisa do estado – são vinte e três divididos em seis laboratórios, o tema principal é a produção (10) e material (8); a Universidade Federal de Minas Gerais vem logo em seguida com 17 pesquisas desenvolvidas em dez laboratórios; porém, o tema materiais detém o maior número de pesquisas (5); A Universidade Federal de Viscosa e Universidade Federal de Itajubá (Unifei) possuem sete projetos cada, sendo suas especializações em materiais (5) e produção, respectivamente. Além dessas há a Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) com quatro pesquisas e Universidade Federal de São João del Rei com um estudo. O Senai-MG é a única instituição de pesquisa fora do viés acadêmico das universidades, desenvolve somente um projeto em materiais – principal foco dessa instituição como já apontado anteriormente.

4.4.5 - Sul

Na região sul possui 144 projetos sendo a Petrobras, a patrocinadora de 88%. São 26 projetos no estado do Paraná, 39 em Santa Catarina e 79 no Rio Grande do Sul. A Tabela 13 mostra os projetos desenvolvidos de 2017 a 2020.

Tabela 13 - Projetos de PD&I na Região Sul, 2017-2020

Fonte: Elaboração Própria com dados da ANP (2019).

Tema	Nº de Projetos
Avaliação da conformidade, monitoramento e controle	11
Combustíveis e lubrificantes	1
Distribuição, logística e transporte	1
Energia a partir de outras fontes de biomassa	1
Engenharia de poço	4
Exploração - horizonte pré-sal, águas profundas, bacias maduras e novas fronteiras exploratórias	41
Materiais	25
Outras fontes alternativas	5
Petroquímica de 1ª e 2ª Geração	2
Produção - horizonte pré-sal, águas profundas, campos maduros e novas fronteiras exploratórias	25
Recuperação avançada de petróleo	4
Refino	4
Segurança e meio ambiente	20

4.4.5.1 - Paraná

No estado do Paraná situa-se a Bacia do Paraná, cuja última reserva provada data de 2013, com 6 bilhões de boe (ANP, 2019a). Possui 26 projetos patrocinados pela Petrobras (21), Repsol (2), Shell (2) e Equinor (1) em 4 instituições: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade Estadual de Maringá (UEM) e a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

A UFPR possui 11 projetos sendo 5 sobre fontes alternativas patrocinados pela Petrobras – único agente do estado a realizar tal pesquisa, quatro sobre exploração – dois patrocinados pela Shell e dois pela Petrobras um sobre materiais e um sobre avaliação da conformidade, monitoramento e controle – os dois com investimento da Petrobras. A UTFPR possui 13 projetos, sendo 6 voltados para a produção, o que configura em uma transferência de tecnologia, uma vez que não há poços em produção na região sul; os temas avaliação da conformidade, monitoramento e controle, exploração e recuperação avançada de petróleo possuem dois projetos cada; e os temas de materiais e engenharia de poço possuem um estudo cada. Seguido as duas maiores instituições de ensino do estado estão as universidades estaduais de Maringá e de Ponta Grossa. A primeira desenvolve experimentos para a criação de energia a partir de outras fontes de biomassa com patrocínio de meio milhão de reais da Petrobras; já a segunda, avalia a fragilidade dos materiais, como o aço inoxidável, a partir da influência do hidrogênio nas microestruturas.

4.4.5.2 - Rio Grande do Sul

A Bacia de Pelotas está localizada no Rio Grande do Sul e não há reserva provada de hidrocarboneto, mesmo assim o estado é o maior detentor de pesquisas através da cláusula da região com 79 projetos, ficando atrás somente do Rio de Janeiro e São Paulo no cenário nacional. As empresas Petrobras, Petrogal e Shell incentivam o desenvolvimento de inovações com as seguintes instituições: Senai-RS, Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Pontifícia Universidade Católica-RS (PUC-RS), Universidade de Caxias do Sul (UCS), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos) num montante total de R\$ 500 milhões.

O perfil tecnológico do Rio Grande do Sul está pautado na E&P no horizonte do pré-sal, águas profundas, bacias maduras e novas fronteiras exploratórias. São 24 (E) e 18(P) projetos, respectivamente. Além desses, outros dois temas registram pesquisas: materiais (14) e segurança e meio ambiente (12). Temas transversais, tais como:

avaliação de conformidade, monitoramento e controle (4), refino (4), petroquímica 1ª e 2ª geração (2) e distribuição, logística e transporte (1) são menos estudados.

A Universidade Federal do Rio Grande do Sul por ser a maior instituição de ensino superior do estado possui o maior número de estudos realizados conforme a cláusula PD&I com 49. O foco está na produção de petróleo e gás; realizado pelo Laboratório de Metalúrgica Física (LAMEF), com o propósito de ampliar o conhecimento, avaliar e criar soluções para o problema de fadiga e corrosão dos dutos flexíveis sob tensão na presença de meios envolvendo CO₂. O grande motivador é o ambiente hostil do pré-sal, onde a Shell investiu grande parte em um único projeto no valor de R\$ 16 milhões (ANP, 2019a) e a Petrobras R\$ 41,8 milhões distribuídos em 14 projetos. Além disso, outros 12 projetos voltados para o entendimento das formações estratigráficas situadas em diversas regiões do país, desde as bacias marginais como Parnaíba, Solimões e Chapada do Diamantina até as principais localizadas no pré-sal; são R\$ 33,6 milhões investidos pela Petrobras e a companhia holandesa. O LAMEF protagoniza os esforços empregados e pode ser considerado o maior centro de pesquisa metalúrgica da região sul; possui 9 dos 10 projetos submetidos a RT N° 03/2015 (num total de 24). O principal objetivo é experimentar o fenômeno de corrosão nas ligas metálicas causado pelo transporte de gás carbônico, por ser algo novo no cenário brasileiro, o CO₂ é o tema da maioria dos estudos relacionados ao pré-sal.

A Unisinos destaca-se com o foco de pesquisa nas bacias sedimentares marginais brasileiras, sendo a totalidade dos seus projetos. A Petrobras busca aprimorar o entendimento dos modelos geológicos das rochas geradoras, assim como das Bacias de Pelotas e Sergipe-Alagoas através de inovações tecnológicas aplicadas às ferramentas de visualização imersiva. A fim de realizar tal esforço foi investido R\$ 55,8 milhões (ANP, 2019a), sendo R\$ 13,4 milhões em atualização da infraestrutura e aquisição de um sistema integrado de múltiplos sensores.

4.4.5.3 - Santa Catarina

O estado de Santa Catarina detém a Bacia do Paraná com reserva provada registrada até 2013 (ANP, 2019a); porém, nunca houve atividade de E&P na região. Há 39 projetos, sendo 5 executados pela Fundação CERTI (Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras), 2 pela Universidade Regional de Blumenau - FURB, 5 pelo Senai-SC, um pela Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC e 26 pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. A Petrobras investiu no total de R\$

130,6 milhões. Os principais temas são: exploração, materiais e segurança e meio ambiente.

Novamente, o Senai destaca-se como um grande centro de desenvolvimento de protótipos automotivos; a unidade de Santa Catarina recebeu um aporte financeiro de R\$ 37,5 milhões para o desenvolvimento de três estudos – todos voltados para a manutenção de equipamentos e materiais. O primeiro é a criação de um robô controlado remotamente, a fim de acessar e executar revestimento de equipamentos de difícil acesso, evitando a exposição de trabalhadores a ambiente insalubres e com alto risco de acidentes; o segundo desenvolve uma máquina *Laser* para a limpeza e pintura das instalações em plataformas, navios e óleo dutos; o terceiro desenvolve uma metodologia de tomada de decisão para a fabricação de peças.

A UFSC, assim como as demais universidades federais, recebe o maior número de estudos por estado da federação. São 26 estudos em um montante de R\$ 67,7 milhões. O principal tema é a exploração com 9 projetos submetidos. O grande foco dos laboratórios catarinenses é a expansão do potencial petrolífero nas bacias do Parnaíba e Parecis, a partir do entendimento das estruturas estratigráficas; além disso, avalia experimentalmente trocadores de calor e desenvolve tecnologias que ajudam na caracterização dos diversos reservatórios brasileiros.

Destaca-se também os cinco estudos de segurança e meio ambiente, onde a maior preocupação da Petrobras é monitorar e gerenciar áreas contaminadas por hidrocarbonetos, visando desenvolver uma cadeia produtiva do setor de óleo e gás sustentável; outro estudo é aprimorar o tratamento de remoção de compostos orgânicos na água produzida pelas plataformas *offshore*. Além desses, há quatro relacionados aos temas materiais, três em engenharia de poços, dois em avaliação da conformidade, monitoramento e controle, 2 em recuperação avançada de petróleo e 1 único em combustíveis e lubrificantes.

4.5. Considerações Parciais 3

O crescimento econômico de um país deve estar atrelado ao investimento em bens de capital humano, físico e financeiro. No setor petrolífero, o aprimoramento tecnológico, do espaço físico e humano, para a exploração de reservas petrolíferas a partir do financiamento de receita vinda da cláusula para PD&I é um caminho promissor.

O investimento em pesquisas deve promover o retorno dos benefícios financeiros à sociedade, quando agrega valor para uma maior produtividade. Porém, a falta de

inovações pode gerar a fuga de receitas petrolíferas do país em busca de conhecimento de nível internacional. Como analisado nesse capítulo, as companhias que investem através da cláusula PD&I não têm interesse em qualificar os recursos humanos, uma vez que dos 1420 submetidos conforme a RT da ANP Nº 03/2015 apenas um tem o objetivo de apoiar os estudantes brasileiros através de bolsas de mestrado e doutorado. Por outro lado, houve grande preocupação no investimento em infraestrutura, com a compra de equipamentos e reformas dos laboratórios. Tal fato colocou a Petrobras como a protagonista no investimento e construção de laboratórios em estados sem atividades petrolíferas, inclusive.

Observando o cenário nacional como um todo, fica evidente o imediatismo do setor em desenvolver tecnologias voltadas para a produção de petróleo e gás natural e, conseqüente, rápido retorno financeiro.

Nesse capítulo coube também investigar o perfil tecnológico de cada região do país, para tanto foi criada uma ferramenta *online* ilustrativa que ajudará ao leitor a entender melhor os números que envolvem a cláusula PD&I. As regiões e os estados da federação foram separados e as instituições de pesquisas identificadas. A partir disso, os resultados observados por região mostram que:

a) a região Norte apesar de ter uma atividade bastante consolidada na bacia de Solimões, a qual é considerada madura, não possui pesquisas voltadas para o aprimoramento do fator de recuperação da região. Pelo contrário, a UFPA em parceria com a Petrobras busca desenvolver tecnologias para a exploração e produção do pré-sal brasileiro.

b) a região Centro-Oeste por não deter *expertise* na E&P de petróleo e gás natural, é um grande polo de pesquisa em avaliação da conformidade, monitoramento e controle de processos industriais, a UFG é a responsável por seis dos setes projetos classificados nesse tema da região. Em concordância com o planejamento estipulado pelo governo federal, a UnB e a UFMT desenvolvem sob demanda da Petrobras estudos sobre a Bacia de Parecis, que possui potenciais acumulações de *shale gas*; a Petrobras tem como preocupação contínua a expansão da sua fronteira petrolífera. O Senai de Mato Grosso do Sul, por sua vez, aproveita o conhecimento adquirido no *agrobusiness* e desenvolve, em parceria com a Sinochem, biocombustíveis usando o milho como matéria prima.

c) a região Nordeste concentra suas pesquisas em dois temas distintos: melhoria da produção de petróleo com foco em métodos e processos de escoamento para os

campos maduros, principalmente das bacias do Recôncavo e Potiguar; e no tema ciências de materiais com foco na corrosão e proteção de tubos para o pré-sal. O alto valor da cláusula gerado pelos campos do pré-sal, como visto no capítulo dois possibilitou o surgimento de polos de pesquisas em lugares que anteriormente não havia investimento; isso foi devido ao alto fator de utilização empregado nos laboratórios próximos ao eixo Rio-São Paulo. Os estados do Ceará, Pará, Paraíba e Piauí começaram a receber projetos a partir do ano de 2018; além disso, um alto montante foi direcionado para a reforma da infraestrutura, chegando a 33% do total, em alguns casos.

Cabe destacar o Senai, que se especializou na criação de tecnologias voltadas para a Indústria 4.0: supercomputadores, protótipos digitais e unidades pilotos para a E&P de gás e petróleo, com grande enfoque para o pré-sal brasileiro. Esse foco tecnológico tem como protagonista o Senai-Ba, considerado precursor de tecnologias com inteligência artificial. Possui sinergia com os principais *players* do setor nacionais, tais como: Petrobras, Shell e Repsol-Sinopec. Há outras unidades do Senai com o mesmo viés tecnológico (Senai-PE e Senai-SC).

d) a região Sudeste possui a maior quantidade de estudos 669 no total. A maioria das pesquisas, seguindo a cartilha planejada pelo governo federal estão direcionadas para o pré-sal brasileiro; a proximidade locacional é uma forte variável para que este seja o foco da região. Além disso, a região é especialista na recuperação avançada de petróleo, onde se busca o aprimoramento do fator de recuperação de óleo e a contribuição para o aumento da sua produção. Corresponde a 60% de todas as pesquisas no tema quantificadas no país, sendo 25 só no Rio de Janeiro e 9 em São Paulo. O Estado do Espírito apesar de ser um dos maiores estados produtores, iniciou os estudos com fomento da cláusula a partir de 2018, devido ao número de iniciativas saturar os laboratórios dos outros estados;

e) a região Sul possui uma grande *expertise* no tema exploração com os estudos geológicos de bacias sedimentares, apesar de não haver atividades petrolíferas na região. Há uma grande investigação em temas referentes a produção em poços ultraprofundos e materiais para o escoamento desse óleo a grandes distâncias da costa. Isso configura uma transferência de tecnologias para os campos da Bacia de Santos e Campos devido a produção de hidrocarbonetos no pré-sal.

Vale considerar o baixo número de projetos que não impactam diretamente na extração de hidrocarbonetos, estes patrocinados pela Petrobras e relativos às energias alternativas e a distribuição, logística e transporte.

O *downstream* detém pouco destaque nas pesquisas identificadas por este trabalho, o que os tornam carentes de incentivos. Porém, para que o país possa atender a demanda interna de derivados e alcance a autossuficiência planejada, terá que aumentar os investimentos no refino nacional.

5 - EMPRESAS PETROLÍFERAS

Este capítulo busca analisar os investimentos da cláusula PD&I pela perspectiva das empresas; conforme apresentado no capítulo dois, são dezessete empresas que são obrigadas a investir um percentual da receita bruta. A partir disso será possível traçar um perfil tecnológico para cada uma delas.

Analisou-se somente as cinco maiores empresas executoras de pesquisas no país. A partir da origem geradora dos recursos, contextualizar-se-á a produção nacional dessas empresas e a participação no cenário científico nacional. Será possível observar onde elas atuam e/ou possuem interesse em explorar.

Em seguida, o foco se voltará para a Petrobras, por ser a única empresa que permite correlacionar os investimentos em pesquisa com o incremento da produção. Dessa maneira, será realizado um paralelo entre o montante investido, a produção anual e o número de poços perfurados para atestar não somente o ganho de produtividade como também o de efetividade.

5.1 – Empresas *versus* linhas de pesquisa

Observa-se por meio da análise dos projetos submetidos a RT 03/2015 que as empresas privadas estão preocupadas em investir o montante da cláusula PD&I em tecnologias que estão de acordo com a necessidade das suas atividades petrolíferas no Brasil.

A Petrobras, por outro lado, além de focar na área do pré-sal é a única responsável por ter linhas de pesquisa em outras áreas, como por exemplo, meio ambiente e segurança e outras fontes alternativas. Além disso, procura explorar bacias que não possuem atividades, como o caso do Mato Grosso com a Bacia de Parecis, Paraíba e Pernambuco, na tentativa de expandir sua fronteira de atuação.

Nesse capítulo, será demonstrada na primeira seção a relação das tecnologias investidas das empresas com a área de atuação, após isso se validará o ganho produtivo dessas companhias a partir dos resultados obtidos através das pesquisas. Por fim, será destacada a trajetória de inovação da Petrobras e o sucesso na exploração da área do pré-sal.

A priori é necessário apontar, mais uma vez, que as pesquisas realizadas possuem prazo de confidencialidade de cinco anos. Dessa forma, torna-se difícil a mensuração

da real efetividade das tecnologias desenvolvidas. Diante disso, elegeu-se as companhias com maior arrecadação da cláusula PD&I, conforme especificado no segundo capítulo, e a Petrobras, visando elencar o tema da pesquisa de cada uma delas e associar aos seus respectivos ganhos produtivos. A estatal terá uma seção exclusiva para uma análise mais profunda, devido ao tamanho de sua atuação já constatado nesse trabalho.

5.2 – Empresas no detalhe

A Shell possui participação em três campos que geram obrigações de investimento em estudos científicos – Argonauta e Ostra (50%) e Bijupirá (80%). São 139 projetos e um total investido de R\$ 1,15 bilhões divididos em: R\$ 616 milhões para pesquisa, R\$ 354 milhões em desenvolvimentos experimentais e criação de protótipos ou unidades pilotos, R\$ 122 milhões em reformas de infraestrutura de laboratórios (construção, reformas e compras de equipamentos) e R\$ 60 milhões em estudos sobre o meio ambiente.

Ao focar no perfil tecnológico, identifica-se a região sudeste como a maior parceira da petrolífera com 90 projetos, logo após estão 29 pesquisas desenvolvidas pela própria companhia, 14 na região nordeste e 6 no sul. Os temas mais investigados são Produção (33), Exploração (30) e Recuperação Avançada de Petróleo (*EOR*) (18); onde destaca-se o polo tecnológico criado no Rio de Janeiro para a investigação de técnicas do último assunto, só na UFRJ foram investidos R\$ 82 milhões.

A Repsol-Sinopec é a segunda companhia privada que mais possui projetos realizados através da cláusula PD&I. Ela possui 10% de participação no campo de Albacora Leste e um quarto do consórcio de Sapinhoá, campos que geram receita de pesquisa. São 43 pesquisas realizadas no Brasil, num montante total de R\$ 232 milhões. A empresa possui um perfil tecnológico voltado para a criação de protótipos, o que demanda aporte financeiro maior do que o dispendido em pesquisas, onde foram gastos R\$ 88 milhões (11 projetos) contra R\$ 87 milhões (20 projetos).

Ao analisar a atuação da empresa por temas, os três principais são: Produção (14), Exploração (11) e *EOR* (7). No âmbito científico por região de desenvolvimento, o Sudeste é a região que possui mais projetos – 21 no total e a região nordeste 6, além disso a Repsol por contra própria desenvolve outros 13 estudos

A Petrogal possui um décimo do consórcio do campo de Lula, já investiu R\$ 170 milhões em 24 projetos em execução ou já terminados. Foram gastos R\$ 71 milhões nos cinco

estudos de desenvolvimentos experimentais e unidades pilotos e R\$ 57 milhões nas dez pesquisas realizadas. Além disso, é importante ressaltar que a empresa é a única a investir em bolsas de mestrado e doutorado internacionais com R\$ 9 milhões. O foco tecnológico da petrolífera está baseado nos temas: Produção (7), Exploração e EOR (5). A região sudeste possui nove estudos, mas a empresa criou dois centros específicos de recuperação avançada de petróleo: na UFBA (3 pesquisas) e em Sergipe no ITP (Núcleo de Estudos em Sistemas Coloidais) com duas pesquisas.

Por último, está a Equinor (ex-Statoil), que opera o campo de Peregrino, com uma participação de 60%. Ela possui 19 estudos sendo 16 pesquisas e três desenvolvimentos experimentais e protótipos ou unidades pilotos. Novamente, a norueguesa tem como principal tema Produção (10) seguida pela Exploração (6) e a Recuperação avançada de óleo (3), repetindo o padrão de pesquisa já identificado nas demais petrolíferas internacionais. A região sudeste, outra vez, é o local que recebe o maior investimento. São oito pesquisas no Rio de Janeiro e quatro em São Paulo.

As companhias privadas de grande porte internacional que atuam no Brasil buscam o polígono do pré-sal. Dessa maneira, possuem interesse nos mesmos temas. Todas as empresas revisadas abrangem:

- a) Produção: a completção de poços horizontais de longo alcance e grande eficiência, segmentos de integridade estrutural e prevenção em corrosão, segmentos de automação e controle instrumentado e sistema de bombeamento submersíveis.
- b) Exploração: novas técnicas sísmicas e engenharia de reservatórios submarinos.
- c) Recuperação Avançada de Petróleo: estabilização de emulsão óleo-água, estudo de polímero e injeções alternadas de água e carbono (em inglês, *water alternating gas - WAG*).

Outro tema de interesse das companhias é o desenvolvimento de unidades pilotos automotivos com atuação em águas ultraprofundas e protótipos digitais para prever falhas e aumentar o ciclo de vida dos equipamentos nas plataformas. São vinte e nove projetos no total, onde a Shell e a Repsol têm uma atuação mais forte.

Cabe ressaltar que Shell, Repsol, Petrogal e Equinor desenvolveram, até o terceiro trimestre de 2019, 225 pesquisas, onde 74 já foram finalizadas. Entretanto, a tentativa de correlacionar o ganho de produtividade dessas empresas a partir das inovações tecnológicas é ineficiente, uma vez que não há como mensurar o impacto delas, porque

a divulgação dos resultados está protegida por um termo de confidencialidade de cinco anos. Por este motivo, a Petrobras passa a ser o foco de análise a partir do subcapítulo 5.2.1

5.2.1 - Petrobras

A inovação tecnológica da indústria do petróleo brasileira está pautada, como visto no primeiro capítulo, em grande parte nas contribuições da Petrobras; ela atua sozinha ou como operadora de consórcios na exploração e produção (E&P) da maioria dos campos de alta produtividade que geram obrigações frente a cláusula de PD&I. Tal obrigação a torna uma das maiores investidoras em pesquisa e desenvolvimento entre as principais empresas de petróleo do mundo.

A Petrobras desenvolve o trabalho de inovação de forma sistemática, com o intuito de aumentar o campo de conhecimento científico e tecnológico e/ou utilizar essas informações adquiridas na criação de novos processos.

A sua jornada científica iniciou em 1963, com a fundação do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (CENPES), instalação dedicada de pesquisa e desenvolvimento no Rio de Janeiro. Em decorrência da sua expansão em 2010, ela é uma das maiores instalações deste tipo no setor de energia e a maior do hemisfério sul, com laboratórios especialmente dedicados às tecnologias do pré-sal. Em 31 de dezembro de 2018, o CENPES registrou 1.300 funcionários, dos quais 90,2% dedicam-se à pesquisa e desenvolvimento (PETROBRAS FORM-20F/SEC, 2019).

As tecnologias digitais têm sido cada vez mais consideradas nas atividades de PD&I. Atualmente, cerca de 27% do portfólio de pesquisa e desenvolvimento incluem tecnologias digitais, tais como: *big data*, computação de alto desempenho e inteligência artificial. Visam soluções no desenvolvimento dos negócios (PETROBRAS FORM-20F/SEC, 2019).

Em 2018, foi realizada pesquisa e desenvolvimento por meio de projetos conjuntos com mais de 120 universidades e centros de pesquisa no Brasil e no exterior; também participou em parcerias na troca e assistência tecnológicas com empresas de serviços do campo petrolífero, de tecnologia de pequeno porte e outros operadores.

As despesas com pesquisa e desenvolvimento não se restringem aos percentuais obrigatórios da cláusula de PD&I. Em 2014, a empresa gastou cerca de R\$ 4,43 bilhões, equivalentes a 0,76% das receitas de vendas. No ano seguinte foram gastos R\$ 2,48

bilhões, ou 0,65% das receitas de vendas. Em 2016, os investimentos diminuíram 17%, devido à queda da receita bruta dos campos de petróleo, motivada, em parte, pelo fraco desempenho do preço do barril de petróleo. Portanto, foram dispendidos R\$ 2,06 bilhões, ou seja 0,64% das receitas de vendas (PETROBRAS FORM-20F/SEC, 2017). Em 2017 houve um maior investimento por parte da estatal, quando foi dispendido R\$ 2,25 bilhões, já em 2018, o gasto com PD&I totalizou R\$ 2,53 bilhões.

A Tabela 14 mostra os investimentos por área de atuação de 2005 a 2018, porém nos últimos dois anos não houve detalhamento das áreas onde houve investimentos.

Tabela 14 - Investimentos da Petrobras em PD&I (R\$ milhões), 2005-2016

Fonte: Elaboração própria com base em Petrobras 2019.

	E&P	Abastecimento	Gás e Energia	Biocombustíveis	Corporativo	Outros	Total
2005	604	217	87	8	655	12	1582
2006	1365	556	308	8	623	28	2888
2007	1763	675	371	8	635	32	3484
2008	1949	596	158	12	967	43	3724
2009	1002	647	122	8	888	28	2695
2010	1724	836	288	4	1045	24	3921
2011	2931	1105	272	118	1290	20	5736
2012	2130	899	142	134	1195	8	4509
2013	2063	955	225	63	1144	16	4466
2014	2166	757	335	59	1014	4	4336
2015	679	462	209	36	1097	4	2485
2016	781	225	67	4	986	-	2063
2017							2256
2018							2532

As despesas com pesquisa e desenvolvimento aumentaram 9%, de R\$ 2,1 bilhões em 2016 para R\$ 2,3 bilhões em 2017, impulsionadas pelos efeitos da conversão cambial quando expressas em dólares estadunidenses. O ano de 2011 foi o que registrou maior volume de investimentos R\$ 5,7 bilhões, por outro lado, em 2016, após a crise financeira de 2008, teve-se o pior resultado com R\$ 2,1 bilhões.²

O foco científico da Petrobras é a exploração, desenvolvimento e produção de petróleo e corporativo. No corporativo dedica-se ao investimento em qualificação de funcionários, através de bolsas de mestrado e doutorado. Também atua no abastecimento, onde

² Dólares (US\$) convertidos em Reais (R\$) a partir da média da taxa de câmbio do ano de 2019 – R\$ 3,95/US\$ (Banco Central, 2020)

contempla as atividades de refino, logística, transporte e comercialização de derivados e petróleo cru; e por fim, na área de gás e energia, que engloba o transporte e a comercialização de gás natural.

5.2.1.1 – Resultados da Petrobras

Dado o cenário de investimento em PD&I da Petrobras ao longo de 2005 a 2018, é possível correlacionar o montante aplicado com a produção e a partir disso, inferir o ganho de produtividade. Dessa maneira, observa-se que nos últimos dez anos a produção da companhia cresceu exponencialmente; na comparação anual, a produção de petróleo aumentou 40% e a produção de gás natural quase dobrou com um incremento de 92%. Ademais, o grau de aprendizagem na atividade de E&P é uma forma de mensurar os resultados obtidos pelo desenvolvimento de novas tecnologias; isso pode ser visto com a redução de número de poços, que graças ao aumento de volume recuperado, tornou a atividade petrolífero muito mais efetiva. A Tabela 15 relata esses valores ao longo da década.

Tabela 15 - Produção de Petróleo e Gás Natural e o Número de Poços Perfurados, 2010-2019

Fonte: Elaboração própria com base em ANP, 2019c.

Ano	Petróleo (MMbbl)	Gás Natural (MMm ³)	Nº de Poços Perfurados Mar	Nº de Poços Perfurados Terra
2010	674.59	22.08	149	539
2011	697.18	23.36	161	380
2012	696.89	25.37	155	513
2013	687.51	26.45	153	365
2014	749.58	29.4	122	396
2015	822.05	33.12	90	506
2016	862.29	35.59	68	151
2017	897.16	38.1	54	154
2018	878.33	38.69	46	89
2019	945.11	42.43	31	94

Além disso, outros resultados alcançados pela Petrobras dimensiona o ganho tecnológico. No período de três anos encerrado em 31 de dezembro de 2018, as operações de PD&I receberam 186 patentes no Brasil e 94 no exterior, cobrindo todas as áreas de atividades (PETROBRAS FORM-20F/SEC, 2019).

A Petrobras ao desenvolver e implementar soluções inovadoras permite a continuidade da exploração em águas ultraprofundas. Esforço recompensado, em 2015, ao receber o prêmio *Offshore Technology Conference Distinguished Achievement Award for*

Companies, Organizations, and Institutions (Prêmio OTC Conquista Notável para Companhias, Organizações e Instituições), considerado o maior reconhecimento dado a uma empresa operadora *offshore*. Foi um conjunto de tecnologias voltado para o pré-sal que viabilizou resultados expressivos de produtividade. Os principais estão a seguir:

a) A melhor compreensão dos modelos geológicos e o entendimento da natureza através do imageamento sísmico e modelos numéricos 3D. Eles garantiram um elevado índice de sucesso exploratório e um planejamento mais adequado para a obtenção de maiores volumes recuperáveis nos reservatórios;

b) A completação inteligente nos poços satélites permitiu o aumento do fator de recuperação final de óleo e gás natural. O resultado foi uma produção diária de petróleo no pré-sal ultrapassando 41 mil barris por dia, em 2010, para o patamar de 1,34 milhões de barris por dia em janeiro de 2017, ou seja, um crescimento de quase 33 vezes. No final de 2018 o volume diário era de 1,5 milhões de barris. (PETROBRAS, 2019a);

c) A separação de dióxido de carbono a 2.200 metros de profundidade com injeção de CO₂ em reservatórios de produção. Este procedimento não só elevou a produtividade dos poços como também reduziu a emissão de gases de efeito estufa (GEE);

d) Recorde de profundidade de l'âmina d'água (2103m) na perfuração de poço submarino com a técnica *Pressurized Mud Cap Drilling* (PMCD). Durante o processo de construção de um poço, um fluido denominado lama de perfuração é empregado dentro do poço para manter a pressão e evitar que suas paredes desmoronem, além de levar o cascalho do poço para a superfície. Em alguns trechos de rocha com fraturas ou cavernas, a lama de perfuração se infiltra na rocha – fenômeno conhecido como "perda de circulação", dificultando ou mesmo impedindo o avanço do poço. O uso da tecnologia PMCD viabiliza a perfuração nesse cenário e reduz o tempo perdido com as paradas obrigatórias. A média de construção no pré-sal da Bacia de Santos até 2010, era de aproximadamente 310 dias; com o avanço no conhecimento da geologia e a introdução dessas tecnologias, a duração, em 2015, chegou a 128 dias; nos primeiros cinco meses de 2016, caiu para 89 dias; e em 2018 permaneceu abaixo dos 100 dias. (PETROBRAS, 2019).

e) A aplicação de *risers* flexíveis com sistema integrado de monitoramento dos arames de tração permitiu identificar os rompimentos, através da emissão de sinais de alerta para ações de manutenção a fim de evitar a propagação de danos. O resultado foi a redução gradativa do custo médio de extração do petróleo nessa região ao longo

dos últimos anos. O custo médio passou de US\$ 9,1 por barril de óleo equivalente (boe) em 2014, para US\$ 8,3 em 2015, atingiu um valor inferior a US\$ 8 por barril no primeiro trimestre de 2016 e no final de 2018 chegou a menos de US\$ 7 por barril (PETROBRAS, 2019).

Cabe ressaltar, ademais, a alta produtividade dos poços do pré-sal. Segundo dados divulgados pela Petrobras, em 1984, a petrolífera produzia 500 mil barris diariamente por meio de 4108 poços na camada do pós-sal; já em 2018 a produção diária dos 77 poços do pré-sal é de 1,5 milhão de barris (PETROBRAS, 2019a).

Analisar os investimentos em PD&I através da produção diária do pré-sal e dos resultados operacionais obtidos é relevante para embasar a eficiência produtiva da Petrobras. A Figura 8, a título de exemplo, correlaciona os parâmetros supracitados com o custo do barril, o tempo médio de perfuração de um poço no pré-sal e o número de poços perfurados *offshore*.

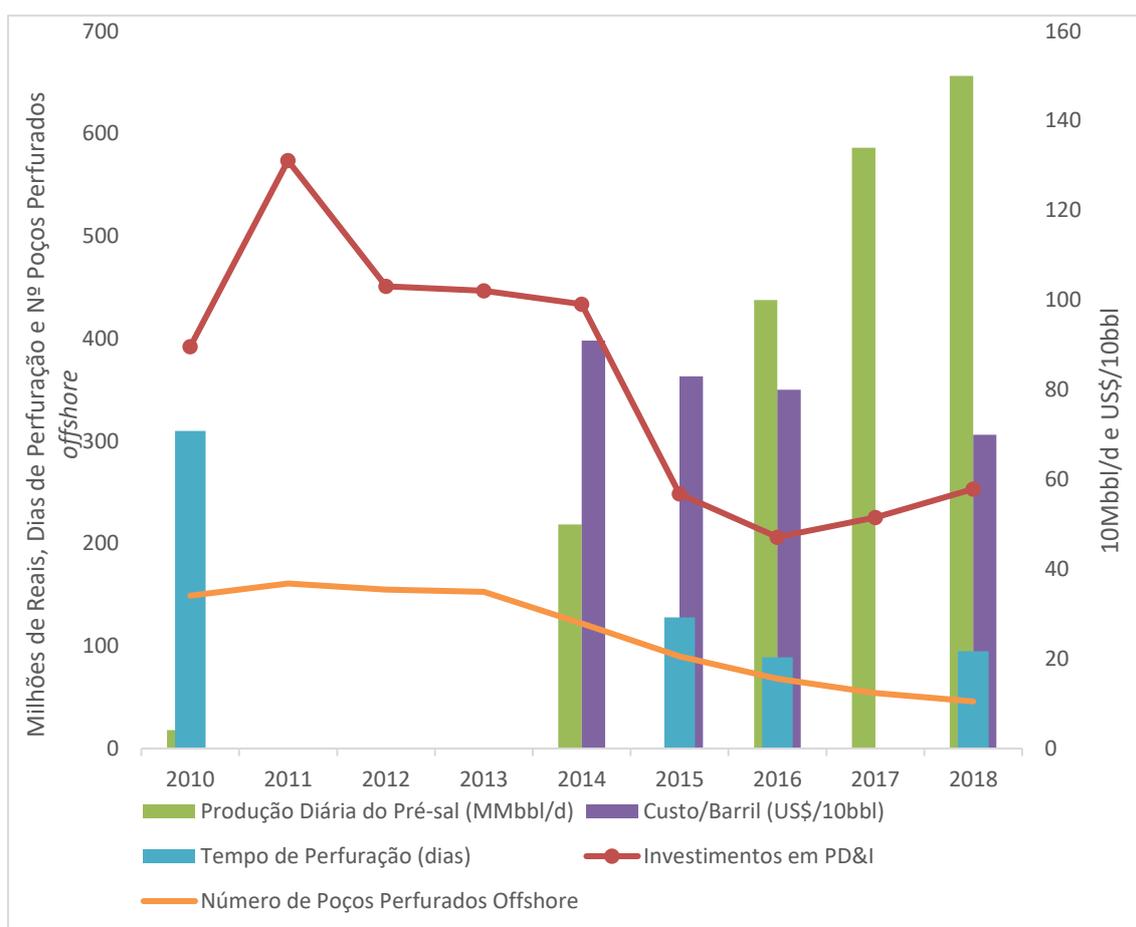


Figura 8 - Gráfico de Investimentos em PD&I, Produção Diária do Pré-sal, Dias de Perfuração no Pré-sal, Custo do Barril no Pré-sal e Nº de Poços Perfurados *Offshore*

Fonte: ANP, 2019a e Petrobras, 2019a.

Percebe-se que a produção de petróleo dos poços do pré-sal em larga escala vai no sentido oposto do número de poços *offshore* perfurados, enquanto em 2018 a média diária de um poço foi de 1,5 milhões de barris, o número de poços perfurados no mar foi de 48. Além disso, o custo por barril produzido e o tempo de perfuração de poços no pré-sal vem decrescendo ao longo dos anos o que mostra o aumento da *expertise* da empresa considerando a distância da costa brasileira e os desafios tecnológicos. Nesse sentido, os investimentos em PD&I possibilitaram o crescimento exponencial da curva de aprendizagem e a eficiência produtiva da Petrobras.

5.3 – Considerações Parciais 4

Conclui-se nesse capítulo, portanto, a disparidade de filosofia de pesquisa entre as empresas, uma vez que as petrolíferas privadas estão focadas em investir em exploração e produção de petróleo ou em temas que aumentarão a recuperação de óleo. Somente a Petrobras possui interesse em investigar temas transversais como energia solar e biodiesel, por exemplo.

Ao analisar os principais *players* do mercado de petróleo e gás natural, percebe-se que os maiores investidores pela cláusula PD&I foca suas atividades em explorar e produzir no pré-sal. Dentre as cinco companhias privadas investigadas percebe-se o mesmo perfil tecnológico, no qual está pautado em três eixos: (a) produção; (b) exploração; e (c) Recuperação avançada de petróleo. Além disso, pode-se inferir que cada vez mais estão concentrando seus esforços na criação de protótipos digitais, sendo Shell e Repsol as empresas mais atuantes nesse ramo.

A Petrobras, por sua vez, possui um histórico de investimento em inovação tecnológica desde a década de 60 com a criação do CENPES. Ademais, a sua atuação não está limitada aos recursos provenientes da cláusula PD&I, ao longo dos últimos quatorze anos investiu R\$ 46 bilhões. Tais fatores contribuiu para que na última década o incremento da produção de petróleo chegasse a 40% e da produção gás natural quase dobrasse, alcançando um aumento de 92%. Outrossim, as inovações criadas lhe renderam o maior prêmio tecnológico do mercado *offshore* e contribuiu não só para o aumento da produção, como também para a redução do tempo de perfuração e, conseqüentemente, dos custos operacionais. Nesse sentido, percebe-se que a Petrobras tornou-se mais eficiente. Acredita-se que as demais empresas petrolíferas seguem a mesma trajetória de êxito operacional da Petrobras.

6 - CONCLUSÃO

O objetivo do presente trabalho foi analisar qualitativamente a cláusula de Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação (PD&I) do setor de petróleo e gás natural brasileiro. Assim, buscou-se contextualizar a sua contribuição ao longo dos anos, indicar a participação da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) na formação de tecnologia, correlacionar os estudos realizados com as instituições credenciadas para traçar o perfil tecnológico do país e discorrer sobre o grau de competitividade que as inovações atribuíram as companhias petrolíferas operadoras, com ênfase na Petrobras.

A cláusula PD&I foi estabelecida pela Lei do Petróleo (Lei 9478/1997) com o intuito de fomentar o desenvolvimento da indústria nacional e ampliar o conteúdo local de bens e serviços nacionais através de pesquisas e adoção de novas tecnologias. O aparato legal obriga as empresas petrolíferas a investirem 1% da receita bruta em casos de Concessão e Partilha de Produção e 0,5% para os contratos de Cessão Onerosa.

São dezessete empresas que contribuem através da cláusula com percentual da receita de cinquenta e dois campos de alta produtividade. O total investido desde 1998 até o terceiro trimestre de 2019 foi de R\$ 16,9 bilhões, no qual a Petrobras é responsável por 89% do montante total. O protagonismo da empresa deve-se ao fato de operar 46 campos, tendo 100% de participação em 37 e operadora em outros 9 consórcios. Além disso, o mercado petrolífero nacional foi monopólio até o ano de 1997, logo a primeira contribuição de uma empresa privada só se deu em 2004 após a fase de exploração dos blocos licitados.

O padrão de arrecadação de receita vem mudando ao longo dos últimos anos, no ano de 2019 as empresas privadas já são responsáveis por 25% do valor gerado pela cláusula PD&I. Tal valor não dependeu somente do volume de hidrocarboneto produzido, mas também do valor da *commodity* do barril de petróleo e também da taxa de câmbio R\$/US\$.

A ANP é um ente de grande importância no cenário nacional, pois tem como objetivo fomentar a pesquisa e a adoção de novas tecnologias para o setor a partir da fiscalização, autorização e avaliação dos projetos.

O Prêmio de Inovação Tecnológica promovido pela ANP aprecia as pesquisas desenvolvidas pelas instituições de pesquisas e reconhece as instituições e personalidades que contribuem para o setor.

O Programa de Recursos Humanos (PRH) da ANP tem grande importância não só porque fomenta a inovação para o setor petrolífero, como também a formação de mão de obra especializada. O PRH, criado em 1999 e suspenso em 2015, voltou em 2019 sob a gestão da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).

O objeto de estudo utilizado para traçar o perfil tecnológico nacional, de acordo com as regiões, totalizou 10523 projetos de pesquisas submetidos a ANP, juntando os reportados segundo a RT 05/2005 e a RT 03/2015 foram desenvolvidos 898 laboratórios e centros de estudos distribuídos por todo território brasileiro. Dessa forma, buscou-se confrontá-los com o intuito de verificar se seguem o Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Petróleo e Gás Natural estipulado pelo Governo Federal nas seguintes áreas: (a) Exploração e Produção em terra de petróleo e gás natural; (b) Produção de gases em reservatório não convencionais; e (c) Exploração e Produção *offshore* de petróleo e gás natural.

O cenário nacional é voltado para o *Upstream* do setor de petróleo e gás natural para aumentar o volume recuperado e capitalizar recursos. Dessa forma, os temas mais pesquisados são Produção e Exploração no Horizonte Pré-sal, Águas Profundas, Campos Maduros E Novas Fronteiras Exploratórias, Engenharia de Poços e Recuperação Avançada de Petróleo. Os temas materiais e segurança e meio ambiente servem de suporte para o incremento da produção também estão em evidência. Por outro lado, alguns temas não são vistos como interessantes pelas empresas, por exemplo: refino. Há pouco investimento para alavancar o setor de *Downstream*; além disso, não se endereçou recursos para a formação de recursos humanos.

O perfil tecnológico de cada região foi identificado a partir da análise dos 1420 projetos submetidos segundo a RT 03/2015, para isso foi criada uma ferramenta de busca dinâmica que pode separá-los de acordo com o estado federativo. Registrou-se, na maioria dos casos, a transferência de tecnologia uma vez que a principal linha de pesquisa foi o desenvolvimento do pré-sal.

A Região Norte encabeçada pela UFPA cria tecnologias de E&P para o polígono do pré-sal. A Região Centro-Oeste desenvolve estudos a fim de expandir a fronteira de produção para a Bacia de Parecis no Mato Grosso, conforme o planejamento do Governo Federal para a produção e desenvolvimento do *shale gas*.

A Região Nordeste concentra suas pesquisas em duas áreas distintas: melhoria de produção de petróleo com foco em métodos e processos de escoamento para os campos maduros da Bacia de Potiguar e Recôncavo; e o tema ciências de materiais

tem como foco a corrosão e proteção de tubos e equipamentos para os campos do pré-sal. A receita gerada pela superprodução dos campos do pré-sal causou dois fenômenos interessantes: (a) a criação de polos de pesquisas em estados que antes não recebiam investimentos, como Ceará, Pará, Paraíba e Piauí, devido ao alto fator de utilização dos laboratórios do eixo Rio de Janeiro-São Paulo; e (b) a especialização do Senai em desenvolver tecnologias voltadas para a Indústria 4.0.

A Região Sudeste, devido à proximidade locacional aos grandes desafios tecnológicos do pré-sal nas bacias de Campos e Santos é a que mais recebe investimento para o desenvolvimento de pesquisas - 47% do total. Os principais temas pesquisados são a produção de petróleo, exploração e materiais a fim de investigar melhorias na operação em poços ultraprofundos. Novamente, foi criado um polo específico no Espírito Santo.

A Região Sul caracteriza-se pela *expertise* das pesquisas sobre bacias sedimentares apesar de não haver atividades petrolíferas na região.

A mesma análise foi realizada usando como *proxy* as empresas petrolíferas. Num primeiro momento, analisou-se as quatro principais companhias privadas de grande porte de acordo com o total investido pela cláusula PD&I: Shell, Repsol-Sinopec, Petrogal e Equinor. Descobriu-se o mesmo perfil de pesquisa para todas elas, com o intuito de desenvolver ou expandir sua participação para o polígono do pré-sal. Ou seja, elas investem no desenvolvimento de inovações voltadas aos seguintes temas: (a) produção através da completação de poços horizontais de longo alcance, integridade estrutural e prevenção em corrosão, segmentos de automação e controle instrumentado e sistema de bombeamento submersíveis; (b) exploração a partir de novas técnicas sísmicas e engenharia de reservatórios submarinos; e (c) recuperação avançada de petróleo pelo estudo de estabilizações de emulsões óleo-água e injeção de polímeros e água alternada com carbono. O ganho de produtividade não foi possível ser aferido para essas companhias devido às pesquisas estarem em estágio de desenvolvimento ou seus resultados estarem protegidos pelo termo de confidencialidade.

A Petrobras teve um subcapítulo exclusivo devido a sua grande participação na PD&I do país. Ela não se limitou a desenvolver pesquisas através da receita gerada pela cláusula PD&I, nos últimos quatorze anos analisados. Foram investidos R\$ 10,6 milhões. Outrossim, destaca-se o esforço dispendido pela estatal em estudos que não impactam diretamente na extração de hidrocarbonetos, relativos às energias alternativas e a distribuição, logística e transporte. O montante investido e o alto grau de atuação nas bacias *offshore* foram essenciais para que a empresa pudesse aumentar

o grau de competitividade e alavancar a curva de aprendizagem nas operações do pré-sal. Tal esforço foi recompensado com o prêmio tecnológico máximo dado as companhias em atuação *offshore*, o conjunto de inovações criados possibilitou, num período de seis anos, reduzir a perfuração de poços de 310 dias para menos de 100 dias e aumentou a produção de 41 mil barris diários para 1,5 milhões de barris diários. Analogamente, acredita-se que demais empresas petrolíferas buscam a mesma excelência produtiva.

Conclui-se que os investimentos em PD&I são cruciais para o desenvolvimento de pesquisas, aprimoramento das estruturas laboratoriais e de recursos humanos visto que esse caminho permite o ganho de produtividade da indústria de petróleo e gás natural brasileiro. Acredita-se que a eficiência produtiva da Petrobras medida através das variáveis em contraste com os investimentos de PD&I seja seguida pelas demais empresas operadoras atuantes não só no mercado nacional, como também no mercado internacional petrolífero.

ANEXOS

- ANEXO I

Anexo I – Volume que se enquadra nas Participações Especiais

Fonte: Elaboração Própria com dados da ANP, 2019

	Volume de Produção de Petróleo e Gás Natural em Terra em milhares de metros cúbicos equivalentes por trimestre	Volume de Produção de Petróleo e Gás Natural em Plataforma Continental até 400 metros em milhares de metros cúbicos equivalentes por trimestre	Volume de Produção de Petróleo e Gás Natural em Plataforma Continental acima de 400 metros em milhares de metros cúbicos equivalentes por trimestre
1º ano de produção	acima de 450	acima de 900	acima de 1350
2º ano de produção	acima de 350	acima de 750	acima de 1050
3º ano de produção	acima de 250	acima de 500	acima de 750
após o 3º ano de produção	acima de 150	acima de 300	acima de 450

- ANEXO II

Anexo II – Prêmio de Inovação Tecnológica 2014 – 2019

Fonte: Elaboração Própria com dados da ANP, 2019

Prêmio	Ano	Instituição/Empresa	Tema
Inovação Tecnológica desenvolvida por Instituição Científica e Tecnológica	2014	PUC-Rio/Petrobras	Sistema MODA (Sistema de Monitoramento Óptico Direto no Arame)
	2015	PUC-Rio/Petrobras	Sistema autônomo de limpeza e inspeção de Risers (AURI)
	2016	PUC-Rio/Petrobras	Ferramentas tipo "pigs instrumentados" para a inspeção de dutos submarinos de produção de petróleo e gás em águas profunda
	2017	UFRJ/Petrobras e Statoil	Doris - Sistema Robótico Móvel para Inspeção Remota de Instalações Offshore

Inovação Tecnológica desenvolvida no Brasil por micro, pequena ou média fornecedora	2014	MEI Engenharia Ltda	Proteção anticorrosiva de juntas soldadas em campo em tubos de aço carbono com revestimento externo em polietileno tripla camada (PE3L) e polipropileno tripla camada (PP3L)
	2015	COPPETEC - COPPE/LACEO	Boca de Sino Multifuncional (BSMF)
	2016	ESSS	Programa de Diagnóstico de Problemas de Perfuração em Tempo Real (PWDa)
	2017	Trisolutions	Pilotos de Sistemas de Manutenção Preditiva do SSE
Inovação Tecnológica desenvolvida no Brasil por empresa fornecedora de grande porte.	2014	Shell Brasil e FMC Technologies	Árvores de natal molhadas aplicadas ao redesenvolvimento dos campos Bijupira e Salema, Bacia de Campos
	2015	Petrobras, Coppe/UFRJ, IPT, Subsea7 do Brasil.	Boia de Sustentação de Risers (BSR)
	2016	Schlumberger e Petrobras	Cimento Autorreparável com CO2
	2017	Schlumberger e Petrobras	Otimização do Processo de Perfuração no Pré-sal
Projeto(s) desenvolvido(s) exclusivamente e por Instituição Credenciada, em	2018	Unicamp / Cepetro	Metodologias para integração entre simulação numérica de reservatório e sísmica 4D
	2019	USP – Escola politécnica e Unicamp / Petrogal	Captura e armazenamento de dióxido de carbono (CCS) e purificação de gases associados (LNG) na produção de petróleo em águas ultraprofundas

colaboração com Empresa Petrolífera, na área temática geral Exploração e Produção de Petróleo e Gás			através do processo de produção de hidratos dos gases
Projeto(s) desenvolvido(s) por Empresa Brasileira, com ou sem participação de Instituição Credenciada, em colaboração com Empresa Petrolífera, na área temática geral Exploração e Produção de Petróleo e Gás	2018	Embraer, QGOG, Transocean, Brasdrill, Ocean Rig, NOV	Aplicação de conceitos de confiabilidade aeronáutica em projeto, operação e manutenção de BOPs submarinos
	2019	Modecom, Technomar, Argonautica, Granper/Shell	Sistema Armazenamento e Separação Gravitacional de CO2 e CH4 em Cavernas de Sal Construídas em ambiente Offshore de Águas Ultra Profundas no Brasil
Projeto(s) desenvolvido(s) por Instituição Credenciada e/ou Empresa Brasileira, em colaboração com Empresa Petrolífera, na	2018	UFRN/Instituto de Biociências, Universidade Federal de Viçosa/Departamento de Engenharia Agrícola e UFRJ/Escola de	Produção de biodiesel avançado proveniente de microalgas nativas com captura intensiva de gás carbônico

<p>área temática geral</p> <p>Transporte, Dutos, Refino, Abastecimento e Biocombustíveis</p>		<p>Química/Petrobras</p>	
<p>Projeto(s) desenvolvido(s) por Empresa Brasileira, com ou sem participação de Instituição Credenciada, em colaboração com Empresa Petrolífera, na área temática geral</p> <p>Transporte, Dutos, Refino, Abastecimento e Biocombustíveis</p>	2018	<p>MAN Latin America, BR Distribuidora</p>	<p>Óleo Diesel de Primeiro Enchimento - Alta Estabilidade à Oxidação - nova linha de óleo diesel</p>
	2019	<p>USP – TPN/Transpetro</p>	<p>Centro de Simulações de Manobras do Tanque de Provas Numérico da USP aplicado à Busca de Soluções para Escoamento da Produção de Petróleo e Gás Brasileira</p>
<p>Projeto(s) desenvolvido(s) por Instituição Credenciada e/ou Empresa Brasileira, em</p>	2018	<p>PUC-Rio/ Laboratório de Microhidrodinâmica e Escoamento em Meios Porosos/ Shell</p>	<p>Desenvolvimento de microcápsulas com rigidez controlável e o seu uso no controle de mobilidade e aumento do fator de recuperação de petróleo</p>

<p>colaboração com Empresa Petrolífera, na área temática específica Aumento do Fator de Recuperação de Petróleo e Gás</p>			
<p>Projeto(s) desenvolvido(s) por Instituição Credenciada e/ou Empresa Brasileira, em colaboração com Empresa Petrolífera, na área temática específica Segurança, Meio Ambiente e Saúde – SMS</p>	<p>2019</p>	<p>UFRJ – IMA, UFRJ - Escola de Química, UFPE – Lateclim/ Petrobras</p>	<p>ecnologias verdes para a reciclagem de polímeros da indústria do petróleo: transformando resíduos em matérias-primas de valor para a cadeia produtiva</p>
<p>Projeto(s) desenvolvido(s) por Instituição Credenciada e/ou Empresa Brasileira, em colaboração com Empresa</p>	<p>2019</p>	<p>UFRJ - LAMCSO, USP - NDF, PUC-Rio – Tecgraf / Petrobras</p>	<p>OtimRota - Ferramenta Computacional para Projeto Conceitual e Otimização de Sistemas Submarinos</p>

Petrolífera, na área temática específica Indústria 4.0			
Personalidade de Inovação	ANO	Nome	Atuação
	2014	Luiz Pinguelli Rosa	Professor da Coppe/UFRJ.
	2015	Eloi Fernández y Fernández	diretor-geral da Organização Nacional da Indústria do Petróleo (Onip) e ex-diretor da ANP
	2016	Osvair Vidal Trevisan	Professor titular da Unicamp. Foi superintendente de Exploração da ANP de 1998 a 2003 e diretor do Centro de Estudos de Petróleo (Cepetro/Unicamp) de 2007 a 2014.
	2017	Carlos Tadeu da Costa Fraga,	Vice-presidente de Projetos, Inovação e Desenvolvimento de Negócios da Empresa Granenergia.
	2018	Kazuo Nishimoto	Professor titular da Universidade de São Paulo (USP). Já coordenou mais de 50 projetos de pesquisa e desenvolvimento aplicados na área de petróleo e gás, produzindo cerca de 200 publicações técnicas altamente conceituadas.
	2019	Marcelo Gattass	Diretor do Instituto Tecgraf de Desenvolvimento de Software Técnico Científico da PUC-Rio, onde coordena, por ano, mais de 30 contratos de cooperação universidade-empresa nas

			áreas de modelagem e visualização computacional
Menção Honrosa – Inovação Operacional	2018	Virmondés Alves Pereira	Engenheiro de Petróleo da Petrobras, permaneceu 35 anos na Bacia de Campos. Lá, gerenciou operações de perfuração em águas profundas, contribuindo significativamente para o desenvolvimento desta atividade no Brasil.
	2019	Marcos Isaac Assayag	Líder dos bem-sucedidos programas Procap da Petrobras, Assayag, em conjunto com sua equipe, desenvolveu processos tecnológicos que permitiram à empresa produzir em águas de até 2000 metros, bem como estabeleceu as bases para levar à produção até a profundidade de 3000 metros. Parte dessas tecnologias continuam hoje sendo utilizadas para a produção dos campos do Pré-sal brasileiro. Recebeu o reconhecimento internacional em 2007, quando foi agraciado com o “Distinguished Achievement Award for Individuals”, da OTC.

- ANEXO III

Anexo III – Projetos de Pesquisas da Região Nordeste de acordo com as Instituições Credenciadas

Fonte: Elaboração própria com dados da RT 03/2015, 2019

TEMA	Instituição Credenciada	Nº de Projetos
Avaliação Da Conformidade, Monitoramento E Controle	Senai-Ba	1
	UFBA	1

	UFCG	1
Biodiesel	ITP	2
	UFBA	1
	UFC	1
Distribuição, Logística E Transporte	UFBA	1
Energia A Partir De Outras Fontes De Biomassa	Senai-RN	1
Engenharia De Poço	ITP	4
	Senai-Ba	2
	UFAL	4
	UFBA	2
	UFPE	1
	UFRN	1
Exploração - Horizonte Pré-sal, Águas Profundas, Bacias Maduras E Novas Fronteiras Exploratórias	Senai-Ba	7
	Senai-PE	1
	UFAL	2
	UFBA	2
	UFC	1
	UFCG	3
	UFPB	1
	UFPE	4
	UFPI	1
	UFRN	7

Materiais	Senai-Ba	1
	UFBA	1
	UFC	11
	UFCG	1
	UFPE	1
	UFRN	2
Movimentação E Armazenamento	Senai-Ba	2
PETROQUÍMICA DE 1ª E 2ª GERAÇÃO	UFCG	1
Produção - Horizonte Pré-sal, Águas Profundas, Campos Maduros E Novas Fronteiras Exploratórias	ITP	2
	SENAI-BA	7
	SENAI-PE	1
	SENAI-RN	1
	UFAL	1
	UFC	7
	UFPE	3
	UFRN	8
	UFS	1
Recuperação Avançada De Petróleo	ITP	3
	SENAI-PE	1
	UFBA	3
	UFC	1
	UFRN	3

Refino	UFAL	1
	UFC	3
	UFRN	2
Segurança E Meio Ambiente	ITD	2
	UFBA	3
	UFRN	1

- ANEXO IV

Anexo IV – Projetos de Pesquisas da Região Sudeste de acordo com as Instituições Credenciadas

Fonte: Elaboração própria com dados da RT 03/2015, 2019

Tema	Instituições Credenciadas	Nº de Projetos
Aspectos econômicos da regulação da indústria do petróleo, gás natural e biocombustíveis	FGV	1
	INPE	1
	IPT	6
Avaliação da conformidade, monitoramento e controle	CETEM	2
	LNCC	1
	PUC-RIO	11
	UFF	1
	UFMG	3
	UFRJ	4
	UFU	2

	UNICAMP	3
	USP	3
BIOCOMBUSTÍVEIS AVANÇADOS (2ª, 3ª, 4ª GERAÇÃO)	CNPEM	2
	SENAI-RJ	2
	UFRJ	2
	USP	1
Biodiesel	PUC-RIO	1
	SENAI-RJ	1
	UFRJ	5
	UFV	1
Bioetanol	UFRJ	1
	UNICAMP	1
	USP	1
Combustíveis e lubrificantes	INT	2
	IPT	2
	UFF	2
	UFMG	1
Distribuição, logística e transporte	INT	2
	PUC-RIO	4
	UFRJ	1
	UFSCAR	1
	USP	1

Energia a partir de outras fontes de biomassa	UFRJ	1
	UFMG	1
Energia solar	PUC-RIO	1
	UFRJ	1
	UNICAMP	3
	USP	1
Engenharia de poço	CBPF	2
	IPT	3
	ISDB	1
	PUC-RIO	16
	SENAI-RJ	1
	UENF	1
	UFES	2
	UFF	4
	UFRJ	5
	UFRRJ	1
	UFU	1
	UNESP	1
	UNICAMP	4
USP	3	
Exploração - horizonte pré-sal, águas profundas, bacias maduras e novas fronteiras exploratórias	CBPF	1
	INT	1

	IPM	1
	ITA	1
	LNCC	3
	PUC-RIO	22
	UENF	4
	UFES	1
	UFF	9
	UFMG	1
	UFRJ	23
	UFRRJ	2
	UNESP	5
	UNICAMP	13
	USP	7
Hidrogênio	UNICAMP	1
Materiais	CBPF	1
	CNPEM	5
	INT	9
	IPM	1
	IPT	4
	LNCC	2
	ONIP	1
	PUC-RIO	5

	SENAI-MG	1
	SENAI-RJ	1
	UFF	1
	UFMG	5
	UFRJ	34
	UFSCAR	2
	UFSJ	1
	UFU	8
	UFV	5
	UNICAMP	2
	USP	4
Movimentação e armazenamento	UFRJ	2
Outras fontes alternativas	IPEN-CNEN	1
	UNICAMP	5
	USP	1
PETROQUÍMICA DE 1ª E 2ª GERAÇÃO	INT	2
	IPEN-CNEN	2
	SENAI-RJ	1
	UFMG	1
	UFRJ	2
Produção - horizonte pré-sal, águas profundas, campos maduros e novas fronteiras exploratórias	CBPF	3
	IPT	2

	ISDB	2
	ITA	2
	PUC-RIO	30
	SENAI-RJ	2
	UFES	7
	UFF	1
	UFRJ	64
	UFU	10
	UNESP	1
	UNICAMP	28
	UNIFEI	5
	USP	12
Produção e processamento	PUC-RIO	1
	UFES	4
	UFMG	2
	UFRJ	10
	USP	3
Recuperação avançada de petróleo	PUC-RIO	8
	UENF	1
	UFES	1
	UFF	2
	UFJF	2

	UFRJ	14
	UFV	1
	UNICAMP	8
	USP	1
Refino	PUC-RIO	9
	SENAI-RJ	5
	UFES	1
	UFF	2
	UFJF	2
	UFRJ	12
	UNICAMP	1
	UNIVAP	1
Segurança e meio ambiente	CETEM	1
	IPE	3
	IPE	3
	LNCC	1
	PUC-RIO	5
	SENAI-RJ	1
	UENF	1
	UERJ	1
	UEZO	1
	UFES	1

	UFF	2
	UFMG	3
	UFRJ	18
	UFRRJ	2
	UFU	2
	UNESP	5
	UNICAMP	3
	USP	10
Utilização	IPEN-CNEN	10
	UFRJ	1
	UNIFEI	2
	USP	7

- ANEXO V

Anexo V – Projetos de Pesquisas da Região Sul de acordo com as Instituições Credenciadas

Fonte: Elaboração própria com dados da RT 03/2015, 2019

Tema	Instituições Credenciadas	Nº de Projetos
Avaliação Da Conformidade, Monitoramento E Controle	CERTI	2
	LACTEC	1
	UFRGS	4
	UFSC	2
	UTFPR	2
Combustíveis E Lubrificantes	UFSC	1
Distribuição, Logística E Transporte	UCS	1
Energia A Partir De Outras Fontes De Biomassa	UEM	1
	UFSC	3
Engenharia De Poço	UFTPR	1
	FURB	2

Exploração - Horizonte Pré-sal, Águas Profundas, Bacias Maduras E Novas Fronteiras Exploratórias	LACTEC	1
	PUC-RS	3
	UFPR	3
	UFRGS	12
	UFSC	9
	UNISINOS	9
	UTFPR	2
Materiais	CETEPO	1
	LACTEC	1
	PUC-RS	2
	SENAI-SC	5
	UEPG	1
	UFRGS	10
	UFSC	4
Outras Fontes Alternativas	UFSC	1
	LACTEC	5
PETROQUÍMICA DE 1ª E 2ª GERAÇÃO	UFRGS	2
Produção - Horizonte Pré-sal, Águas Profundas, Campos Maduros E Novas Fronteiras Exploratórias	CETEPO	2
	PUC-RS	1
	UDESC	1
	UFRGS	15
	UTFPR	6
Recuperação Avançada De Petróleo	UFSC	2
	UTFPR	2
Refino	UFRGS	2
	UFSC	2
Segurança E Meio Ambiente	CERTI	3
	FURG	1
	PUC-RS	7
	UFRGS	4
	UFSC	5

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. *Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis 2019*. Rio de Janeiro: ANP, 2019a. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/images/publicacoes/anuario-estatistico/2017/Textos/Secao2.pdf>>. Acessado em: 08/09/2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. *Boletim de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação*. Rio de Janeiro: ANP, 2019b. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/wwwanp/images/publicacoes/boletins-anp/boletim_petroleo_p-e-d/Boletim_PD-e-I_Ed41_1trimestre2017.pdf>. Acesso em: 05/08/2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. *Painel Dinâmico de Produção de Petróleo e Gás Natural*. Rio de Janeiro: ANP, 2019c. Disponível em: <<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrljoiMTcwZDU1ZGYtY2EzMC00MzhmLTllZjltOGU4NTU1NzA0ZGEwliwidCI6IjQ0OTlmNGZmLTl0YTtytNGI0Mi1iN2VmLTYyNGFmY2FkYzkyMyJ9>>. Acesso em: 01/12/2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. *Prêmio de Inovação Tecnológica*. Rio de Janeiro: ANP, 2019d. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/pesquisa-desenvolvimento-e-inovacao/premio-anp-de-inovacao-tecnologica>>. Acesso em: 07/01/2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. *PRH-ANP - Programa de Formação de Recursos Humanos*. Rio de Janeiro: ANP, 2019e. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/pesquisa-desenvolvimento-e-inovacao/prh-anp-programa-de-formacao-de-recursos-humanos>>. Acesso em: 07/01/2020

AIRIS, 2019. *AIRIS High Performance Computing*. Disponível em: <<http://www.textualdigital.com.br/supercomputador-airis>>. Acesso em: 31/12/2019.

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos e ABDI – Agência Brasileira para o Desenvolvimento Industrial. *Agenda Tecnológica Setorial - ATS Petróleo e Gás - Tecnologia Subsea - Panorama Tecnológico, 2016*. Disponível em: <<http://ats.abdi.com.br/publica%C3%A7%C3%B5es-petr%C3%B3leo-e-g%C3%A1s>>. Acesso em: 11/01/2019.

CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. *Modalidades de Bolsas de Pesquisa*. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/web/guest/apresentacao13/>>. Acesso em: 30/01/2020.

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. *Plano de Ciência, Tecnologia e Inovação para Petróleo e Gás Natural*. Brasília, outubro 2018. Disponível em: <<http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/backend/galeria/arquivos/2018/11/06/PlanodeCienciaTecnologiaeInovacaoParaPetroleoGasNatural.pdf>>. Acesso em: 10/01/2020.

NERI, Marcelo; OSÓRIO, Manuel. *Innovación y productividad compartida en Brasil.: ¿ Es posible conciliar crecimiento de la productividad con reducción de la desigualdad?*. Soplá, Santiago, p.53-72, 21 nov. 2016. Anual. Disponível em: <<http://www.kas.de/sopla/es/publications/47118/>>. Acesso em: 21/11/2019.

OECD, 2014. *OECD Science, Technology and Industrial Outlook 2014*. Disponível em: <<http://www.oecd.org/sti/sti-outlook-2014-highlights.pdf>>. Acesso em: 06/09/2018.

OLIVEIRA, Lucas; BONE, Rosemarie. *A Importância da Cláusula de Pesquisa, Desenvolvimento & Inovação e a Atuação da Petrobras*. Rio Oil and Gas Expo and Conference 2018. Rio de Janeiro, 2018.

Organization for Economic Co-operation and Development. *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2018*. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/sti_in_outlook-2018-en>. Acesso em: 04/09/2019.

Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras. *Fatos e Dados – Completamos dez anos de produção no pré-sal*. Rio de Janeiro: Petrobras, 2019a. Disponível em: <<https://petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/pre-sal/>>. Acessado em: 17/01/2020.

Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras. *Fatos e Dados – Divulgamos desinvestimento na Bacia de Pelotas*. Rio de Janeiro: Petrobras, 2019b. Disponível em: <<https://petrobras.com.br/fatos-e-dados/divulgamos-desinvestimento-na-bacia-de-pelotas.htm>>. Acessado em: 17/01/2020.

Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras. Formulário 20-F, Relatório Anual. Rio de Janeiro: Petrobras, 2017. Disponível em: <<http://www.investidorpetrobras.com.br/pt/relatorios-anuais/form-20f-0>>. Acessado em: 17/01/2018.

Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobras. *Formulário 20-F, Relatório Anual*. Rio de Janeiro: Petrobras, 2019c. Disponível em: <<http://www.investidorpetrobras.com.br/pt/relatorios-anuais/form-20f-0>>. Acessado em: 17/01/2020.

Programa de Recursos Humanos da ANP para o Setor Petróleo e Gás PRH-ANP/MCTI. *Relatório Final de Gestão 2014*. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/pesquisa-desenvolvimento-e-inovacao/prh-anp-programa-de-formacao-de-recursos-humanos/indicadores>>. Acesso em: 01/12/2019

REUTERS. *Treze empresas fizeram ofertas em 7 bacias da 14ª Rodada de petróleo, diz ANP*. 27/setembro/2017. Disponível em: <<https://br.reuters.com/article/businessNews/idBRKCN1C229S-OBRBS>>. Acesso em: 06/8/2019.