

REDE DE COOPERAÇÃO TECNOLÓGICA DA PETROBRAS E UNIVERSIDADES E DAS SUAS ÁREAS DE TECNOLOGIA: PANORAMA ATUAL E PERSPECTIVAS¹

Carolina da Silveira BUENO²
Suzana Rastelli SATTAMINI³
Lídia Maria Melo SANTA ANNA⁴
José Maria Ferreira Jardim da SILVEIRA⁵
Antonio Marcio BUAINAIN⁶
Maria Ester Soares Dal POZ⁷

RESUMO: Este artigo tem por objetivo analisar a rede de cooperação tecnológica da PETROBRAS com as universidades brasileiras. O estudo centra-se em duas questões principais. A primeira consiste em uma avaliação das áreas tecnológicas em que esta empresa está atuando e a segunda questão destina-se a explorar as relações universidade-PETROBRAS em termos de áreas de tecnologia. A análise é baseada em dados extraídos de patentes da base de dados da *Derwent Innovation Index*. Dez universidades foram identificadas na rede de titularidade com a PETROBRAS. As áreas tecnológicas abrangem desde tecnologias para extração e produção de petróleo até o desenvolvimento de produtos da bioeconomia. Além disso, a fim de avaliar o regime de propriedade intelectual da estatal, uma terceira fonte de informações foi recolhida a partir de entrevistas e visitas técnicas realizadas no CENPES da PETROBRAS, coletadas no período de 2014 a 2016.

PALAVRAS-CHAVE: Rede de colaboração. Inovação. Patentes. PETROBRAS. IPC.

Introdução

O presente estudo introduz o cenário de complexidade que envolve o regime tecnológico ao qual os processos de inovações estão ligados. A complexidade, segundo Frenken (2006), está, justamente, em mostrar a impossibilidade de implementar sistemas de regulação das novas tecnologias sem que isto determine a necessidade de modificações nas estruturas de gestão, que implicam investimentos e relações

¹ Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento da pesquisa (processo nº 2016/13820-4).

² Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Instituto de Economia, Campinas – SP – Brasil. Pesquisadora pelo Núcleo de Economia Agrícola. carolinnasilveira@yahoo.com.br.

³ Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Instituto de Economia, Campinas – SP – Brasil. Pesquisadora pelo Núcleo de Economia Agrícola. Pesquisadora aposentada do Centro de Pesquisas da Petrobras (CENPES). suzasattamini@yahoo.com.br.

⁴ Universidade Federal do Rio de Janeiro (Ufrj), Rio de Janeiro – RJ – Brasil. Pesquisadora colaboradora. Pesquisadora aposentada pelo Centro de Pesquisas da Petrobras (CENPES). lidiammsa@gmail.com.

⁵ Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Instituto de Economia, Campinas – SP – Brasil. Professor Associado. Pesquisador pelo Núcleo de Economia Agrícola. Pesquisador pelo Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE). Membro do The International Consortium on Applied Bioeconomy Research (ICABR). jmsilv52@gmail.com.

⁶ Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Instituto de Economia, Campinas – SP – Brasil. Professor Livre Docente. Pesquisador pelo Núcleo de Economia Agrícola. buainain@eco.unicamp.br.

⁷ Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Faculdade de Ciências Aplicadas, Campinas – SP – Brasil. Professora Associada. ester.dalpoz@fca.unicamp.br.

intersectoriais por parte das distintas unidades de pesquisa. São esses os pontos aqui observados entre a Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS), as universidades brasileiras e as tecnologias envolvidas em suas redes tecnológicas.

Este trabalho centra-se na análise dos registros de classificações de classes de tecnologias contidas nas patentes, segundo a *International Patent Classification* (IPC). Toma-se o estudo de análise de IPCs, dessas áreas, como uma situação esclarecedora do seu fenômeno (BUENO; SILVEIRA; BUAINAIM, 2018) para que se possa avaliar as áreas tecnológicas de pesquisas e as redes de cooperação.

A partir de algoritmos aplicados à matriz de coocorrência das classes de IPC, que podem ser interpretados como “áreas de conhecimento” que ocorrem em conjunto, são gerados os *clusters* para o estudo. Nesse sentido, pergunta-se: as redes de conhecimento tecnológico desenvolvidas pela PETROBRAS e pelas universidades são áreas emergentes? Essa rede de colaboração contribuiu para implementar sistemas de regulação das novas tecnologias nas distintas unidades de pesquisa?

A metodologia utiliza a análise de redes para investigar a coautoria nas patentes. As informações sobre o regime de propriedade intelectual da PETROBRAS foram coletadas durante as visitas técnicas realizadas no Centro de Pesquisas da PETROBRAS (CENPES/PETROBRAS), localizado na cidade do Rio de Janeiro, no período de 2014 a 2016. Este artigo é parte dos resultados de pesquisa referente ao projeto da FAPESP (nº 2016/13820-4) “*Innovation and networks: method to identify the international collaborative network in bioenergy technological paradigm*” e (nº 13/50950-5) “*Innovation for a bio based economy in Brazil: challenges and hurdles in technology development for sustainable and economic utilization of biomass*”.

Nesse sentido, as informações utilizadas neste trabalho são resultado de uma articulação institucional muito mais ampla e muito profícua que envolveu, durante dois anos, vários técnicos do CENPES, a saber: i) Gerência de Biotecnologia; ii) Gerência de Propriedade Intelectual; iii) Gerência PDEDS/AMA. Por fim, o trabalho tem por objetivo mostrar como os complexos arranjos colaborativos entre as instituições de pesquisa resultam em desenvolvimento nacional de inovações tecnológicas.

A seção 2 apresenta a metodologia. A seção 3 resume as entrevistas realizadas no CENPES, que servem de base para este estudo e que permitiram identificar pontos requeridos de avanço, a saber, analisar as atividades políticas e do regime de propriedade intelectual da PETROBRAS. A seção 4 analisa os principais resultados do trabalho, e a seção 5 apresenta suas conclusões.

Metodologia

Aspectos conceituais metodológicos

Um trabalho cujo objetivo é gerar dados primários a respeito dos quais se tem pouca ou nenhuma informação envolve uma série de definições. Em primeiro lugar, é preciso definir os conceitos utilizados, já que o objeto de análise é novo (nesse campo da economia da inovação).

Redes, aqui, são representadas por grafos, que se traduzem numa ilustração da rede representada da seguinte maneira: um grafo direcionado consiste de um conjunto V de vértices (ou nós), um conjunto E de arestas (*links* ou *Edges*), $E \rightarrow V$, em que (e) é a fonte e (v) é o alvo da aresta direcionada (GOYAL, 2007). Então, qualquer conjunto de elementos de nós, no qual alguns deles estão conectados por meio de *links*, será representado. Aqui a rede é gerada pela titularidade de patentes entre PETROBRAS e universidades, representadas pelos vértices, em que a PETROBRAS é a fonte (e) e as universidades são o alvo da aresta (v) . Ou seja, somente as patentes de coautoria entre PETROBRAS e universidades estarão representadas na rede.

Rede de cooperação tecnológica aqui é definida como sendo a relação de duas ou mais instituições que têm titularidade numa mesma patente. Essa relação não é analisada manualmente, e sim mediante um programa de computador (*The Vantage Point*). Além disso, o programa cria uma matriz de coocorrência cuja função é mostrar a relação entre dois elementos ou mais, um chamado de referência e o outro de vizinho. Nesse caso, a referência estará representada pela PETROBRAS. Esse procedimento permite que sejam identificadas as correlações dos agentes (neste caso, as universidades) conectados na rede.

Área de especialização tecnológica aqui é definida como sendo a área do conhecimento que os agentes estão operando. Ou seja, se é na área de química, de engenharia, e assim por diante. Essa análise é feita por meio da análise de IPCs a partir da análise da matriz (obrigatoriamente quadrada) de coocorrência, que representa em cada elemento o número de vezes que ocorreu uma transição do vizinho considerando a distância e a direção. Com isso, é possível identificar as tecnologias das patentes. Então, sabendo disso, podem-se averiguar as áreas tecnológicas.

Coleta e análise dos dados

Diversos trabalhos são baseados em informações contidas nos documentos de patentes para investigar fenômenos relacionados com a economia da inovação (KRAFFT; QUATRARO; SAVIOTTI,

2009; VENTURA et al., 2013; EPICOCO, 2013; DAL POZ; SILVEIRA, 2015; SOUZA et al., 2015; MURAKAMI et al., 2016; BUENO, 2016).

A base de dados escolhida para levantar as informações de titularidade das patentes da PETROBRAS foi a *Derwent Innovation Index* justamente porque não se sabe o tamanho e as características do universo de análise. Se a unidade de análise fosse o conjunto de instituições de pesquisa no país, seria difícil obter dados consolidados, uma vez que são pouquíssimas as instituições de pesquisa ou universidades que dispõem de um levantamento exaustivo sobre o número e as características da inovação no Brasil, por isso, optou-se por investigar as patentes de uma base de dados ampla, como é o caso da *Derwent*. Nesse sentido, foram obtidas as informações de instituições, ano, IPCs, titularidade, entre outros.

A amostra de patentes foi extraída durante o período de janeiro de 1976 a junho de 2016. A base de dados é de propriedade da *Thomson Reuters* e reúne informações de escritórios e diversos países, incluindo o norte-americano (USPTO), europeu (EPO) e japonês (JPO). A opção por esta base foi devida ao fato de que ela cobre muitos escritórios de patentes.

Para analisar as patentes, foi utilizado um procedimento chamado de *data mining*, cujo conceito maior é tratar grandes quantidades de dados. Porém esse método não pode ser confundido com a extração de dados, mas, sim, com a extração de padrões de conhecimento (coleta, extração, armazenagem, análise e estatísticas) (WU et al., 2014).

O indicador utilizado para investigar as áreas de especialização tecnológica é o IPC, que prevê um sistema hierárquico de símbolos para a classificação de patentes, de acordo com as diferentes áreas de tecnologia a que pertençam. Para investigar a titularidade de universidades com a PETROBRAS, é utilizado o campo *Assignee*, que corresponde à titularidade da patente. Somente foi necessário o indexador <Petroleo Brasileiro S.A>, não sendo necessária a utilização de outros indexadores, uma vez que esse permite recuperar todas as patentes que pertençam à PETROBRAS, inclusive as depositadas em coautoria com outras instituições.

A amostra resultou num conjunto de 1.469 patentes da PETROBRAS. Os dados foram estruturados em padrões (ver Tabela 2). Entre os indicadores estão o ano de depósito, área de especialização, titularidade, entre outros. Com os filtros sobre o nível dos grupos anteriormente definidos pela análise *data mining*, passou-se para o segundo passo do percurso metodológico: a construção das redes de cooperação tecnológica. O programa *Vantage Point* relaciona os *links* de relação entre a PETROBRAS e outras instituições. Após o tratamento das informações, foram identificados 271 *Assignees*, ou seja, 271 nomes de titularidade nas patentes. Nessa etapa, foram excluídos os nomes de

peças e outras instituições privadas, isso porque, neste estudo, são analisadas somente as patentes de titularidade PETROBRAS x universidades. Dez universidades foram identificadas na rede de cooperação tecnológica. É importante ressaltar que só foram agrupadas as patentes de titularidade PETROBRAS x universidades, nesse caso, se a titularidade estivesse em nome de pessoa física (como professores), esta não teria sido inserida, exceto nomes de instituições, por exemplo, Universidade de São Paulo, Universidade Estadual de Campinas etc.

O regime de propriedade intelectual na PETROBRAS

O objetivo nesta seção é apresentar o regime de propriedade intelectual da empresa, a partir das entrevistas realizadas no CENPES no período de 2014 a 2016. Na verdade, não diz respeito apenas às atividades relacionadas ao regime de patenteamento da empresa, a tentativa, com as entrevistas, foi de explorar as atividades políticas e econômicas que envolvem uma patente. Desse modo, é importante ficar claro que todas as informações apresentadas nesta seção foram coletadas dentro do CENPES.

A seleção de inovações da PETROBRAS é definida pela estratégia corporativa (sistema *Top-down*). O processo funciona da seguinte maneira: após decisão da estratégia corporativa, a tecnologia selecionada passa por um comitê operacional, que fica responsável por ranquear essas tecnologias. Portanto, a estratégia corporativa da empresa é responsável pelo investimento, ou seja, por direcionar quais as tecnologias que serão estudadas. Essas pesquisas então passam a ser realizadas pelo CENPES, que segue as diretrizes do Plano de Negócios e Gestão da companhia⁸. Desse modo, são formadas dentro do CENPES as redes temáticas de pesquisa e os núcleos regionais nas áreas de produção, abastecimento, gás natural, energia, desenvolvimento sustentável e gestão tecnológica.

As tecnologias desenvolvidas por esses núcleos de pesquisa são encaminhadas para a Gestão da Propriedade Intelectual (PI) mediante uma notificação de invenção. Começa-se o processo de regulamentação das tecnologias desenvolvidas. Primeiro é verificada a viabilidade de patenteamento. A análise de viabilidade, normalmente, começa pela análise nas bases de patentes: USPTO, EPO, INPI, JPO e outras fontes de informação tecnológica. O objetivo é saber se a invenção já existe.

No caso de viabilidade de patenteamento da invenção, um documento é gerado para a Gestão de Tecnologia (GT) de licenciamento. Esse GT é formado por um representante de cada área estratégica da

⁸ Relatório disponível em: <www.petrobras.com.br>. O Plano de Negócios e Gestão (2017-2021) prevê investimentos da ordem de US\$ 74,1 bilhões, sendo 82% deste valor para a área de Exploração e Produção. Nas demais áreas de negócios, os investimentos destinam-se, basicamente, à manutenção das operações e a projetos relacionados ao escoamento da produção de petróleo e gás natural, o que reflete a distribuição dos recursos financeiros totais da PETROBRAS por área de negócios.

PETROBRAS que se reúne periodicamente e avalia a importância da tecnologia e do patenteamento. A proposta do documento envolve três opções: 1) fazer o depósito de patente, 2) publicar⁹ em periódicos científicos e 3) sigilo. Cabe a essa gerência decidir o destino da tecnologia inventada, com o aval do GT de licenciamento. No caso de inovações incrementais, como pequenas mudanças no processo tecnológico, normalmente de fácil dedução e aplicação pelos *experts* na área, não são indicadas para depósito de patente, para não correr o risco de serem copiadas, então a decisão é manter em sigilo.

Cabe também ao GT de licenciamento a responsabilidade de decidir em que país será depositada cada patente (cada patente gera uma discussão, uma reunião), baseado num estudo de proteção por patentes, no mundo, feito pela área da estratégia empresarial da PETROBRAS. Levam-se em consideração os países que a PETROBRAS tem investimentos ou onde a tecnologia tem possibilidade de ser comercializada. Normalmente, o GT de licenciamento acrescenta ou retira países. Nas palavras da gerência de PI: “Não adianta proteger aquela tecnologia naquele país que a gente sabe que a PETROBRAS não terá, nem a médio nem a longo prazos, retorno do investimento”¹⁰. Esse procedimento é necessário porque depositar e manter o depósito de uma patente envolve um alto custo financeiro. Quando a patente é depositada no Brasil, o custo financeiro é baixo, porém a resposta é muito demorada. Já a patente depositada no exterior tem um custo alto, em contrapartida, a resposta tecnológica é mais rápida. No entanto, uma patente depositada na base americana dos Estados Unidos merece destaque.

O caso da patente de etanol de segunda geração

Uma ressalva apontada pelo GT de propriedade intelectual da PETROBRAS refere-se ao depósito de patentes brasileiras no exterior. Quando a tecnologia brasileira é muito interessante, ou seja, rompem-se paradigmas, esse depósito é dificultado ao máximo. As exigências do escritório são tão emblemáticas, que a PETROBRAS é forçada a se utilizar de mecanismos jurídicos legais para conseguir depositar a patente no exterior. Esse foi o caso da patente nº 8.232.082¹¹ depositada em 2008 e concedida em 2012 pelo escritório americano da *United States Patent and Trademark Office* (USPTO).

⁹ O motivo mais frequente da publicação é a divulgação da tecnologia por universidades ou instituições que estão trabalhando no mesmo assunto, e se de fato não for de interesse da PETROBRAS, nesse caso, simplesmente divulga-se para contribuição científica.

¹⁰ Informação obtida de fonte primária.

¹¹ Link de acesso para a patente: <[**Revista Iniciativa Econômica, Araraquara, v. 3, n. 2, julho-dezembro de 2017**](http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO2&Sect2=HITOFF&u=%2Fnetacgi%2FPTO%2Fsearch-adv.htm&r=5&f=G&l=50&d=PTXT&p=1&S1=(PETROBRAS.ASNM.+AND+ETHANOL.ABTX.)&OS=AN/PETROBRAS+AND+ABST/ETHANOL&RS=(AN/PETROBRAS+AND+ABST/ETHANOL)>. Essa patente, além dos Estados Unidos, foi concedida em diversos outros países, entre eles, a Colômbia. Este país, recentemente, tem investido em pesquisas de biocombustíveis.</p></div><div data-bbox=)

A invenção refere-se a um processo para a obtenção de etanol combustível utilizando materiais de resíduos agrícolas e compostos agroindustriais de lignocelulose, especialmente o bagaço de cana de açúcar. A planta piloto desta tecnologia patenteada foi instalada em 2007 no Brasil (Rio de Janeiro), baseadas em tecnologias semelhantes à de uma planta piloto instalada nos Estados Unidos (*Upton, Wyoming*) em parceria com a *Blue Sugars* no ano de 2011. Segundo a Gerência de Propriedade Intelectual, nessa área, que utiliza microrganismos para obtenção de biocombustíveis, o depósito de patentes vem acontecendo de minuto a minuto.

No que se refere ao tempo de concessão de uma patente no Brasil¹², o que a PETROBRAS tem feito para resolver esse problema é depositá-la no Brasil e logo em seguida nos outros países. Como no exterior a concessão acontece antes, a estratégia é que, a partir do momento do depósito, como existe uma expectativa da empresa de que aquela tecnologia seja concedida (uma vez que já que foi feito um estudo de viabilidade), a PETROBRAS libera o uso e não fica aguardando a concessão, uma vez que a tecnologia já se encontra protegida pelo depósito do pedido de patente. Um fator que deve ser considerado é que a política da PETROBRAS sempre foi de proteger a tecnologia para ter liberdade de usar, não para receber retornos sobre licenciamentos, comercialização, entre outros. Entretanto, recentemente, isso mudou. A nova política é de patentear tudo que pode ter retorno de investimento, mesmo que não seja especificamente para o setor do petróleo. Isso ocorreu após a quebra do monopólio, e a PETROBRAS passou a se interessar em comercializar suas tecnologias. A contrapartida é que essa nova política teve implicações importantes, em especial, no âmbito das universidades, ponto tratado a seguir.

Políticas e implicações: o impacto nas universidades

Um das principais implicações no âmbito das inovações, de acordo com a Gerência de Propriedade Intelectual, foi a criação, em 2001, do prêmio inventor¹³, que começou a triplicar o número de notificações de invenção desenvolvidas pela empresa. O prêmio é fixado em um valor de um nível de salário, que vai depender do grau de importância da patente para a PETROBRAS. Se for uma tecnologia sem muita importância, atribui-se uma nota, se, ao contrário, for importante e pode ser aplicada em várias áreas da PETROBRAS, outra nota será atribuída. Os valores são atribuídos de acordo com a nota de importância. Então, quanto maior a nota, maior será o prêmio, e este prêmio é dividido entre os inventores da tecnologia.

¹² De acordo com a Gerência de PI, “a área de química demora em média dez anos para receber a concessão da patente e a área de mecânica, em média oito anos, enquanto no exterior, espera-se em média de dois a cinco anos”.

¹³ Informações sobre o prêmio podem ser acessadas no site:

<<http://sites.petrobras.com.br/minisite/premiotecnologia/apresentacao/apresentacao.asp>>.

Em 2006, a Agência Nacional de Petróleo (ANP) regulamentou uma cláusula de obrigação contratual para companhias petrolíferas atuantes no Brasil a fim de destinarem pelo menos 1% do faturamento bruto para investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (a partir da Lei da Inovação Federal – Lei nº 10.973/04). Se somarmos esse instrumento de apoio à inovação feito pela PETROBRAS (ela optou por investir 0,5% internamente e 0,5% externamente) à combinação de um conjunto de políticas de incentivo de inovação, em geral, ocorridos do final da década de 1990 a meados de 2000¹⁴, obtemos um novo cenário de regulação e mudanças não somente no âmbito da PETROBRAS, mas também de uma infraestrutura científica e tecnológica no país. Isso porque, depois da Lei da Inovação, a PETROBRAS começou a fazer muitos trabalhos com universidades nacionais e internacionais e instituições de pesquisa.

A iniciativa foi criada em 1998, e a verba começou a ser aplicada somente em 2005. Primeiro surgiram os CTPETROS (CNPq lançou os editais), posteriormente, a PETROBRAS ficou responsável por aplicar esse dinheiro, com a fiscalização da Agência Nacional de Petróleo (ANP). O problema é que a verba ficou represada por muitos anos, e a PETROBRAS corria o risco de pagar uma multa altíssima por não aplicar a Lei da Inovação. O processo complicou-se, porque o valor ficou estagnado por um tempo, uma vez que a PETROBRAS tinha que estruturar as universidades parceiras com infraestrutura nova de prédios, laboratórios, equipamentos e equipes capacitadas que receberiam esses recursos. Uma solução da PETROBRAS para resolver de imediato esse problema foi destinar a aplicação dessa verba em infraestrutura de pesquisa. Ocorreu um *boom* para comprar equipamentos, construir prédios, criar laboratórios de pesquisa etc., esse fato pode explicar o rápido crescimento da infraestrutura científica e tecnológica que ocorreu no país nos anos 2000. O relatório de um estudo preliminar do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), lançado em 2014, destacou o salto brasileiro em infraestrutura de pesquisa no país (DE NEGRI; SQUEFF, 2014).

Tabela 1 – Infraestruturas mapeadas, segundo ano de operação

<i>Período</i>	<i>Nº de infraestruturas</i>	<i>%</i>
1970-1979	110	6,3%
1980-1989	193	11,0%
1990-1999	410	23,3%
2000-2009	654	37,2%

Fonte: Adaptado de De Negri e Squeff (2014).

¹⁴ O período inicia o marco legal para inovação no Brasil, derivadas da Lei de Inovação Federal (Lei nº 10.973/04). Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2004/lei-10973-2-dezembro-2004-534975-publicacaooriginal-21531-pl.html>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

Segundo dados do relatório do IPEA, mais de 70% das instituições se modernizaram nos anos de 2008 a 2012. Contudo a PETROBRAS não aplicou mais a verba para destinação de infraestrutura, somente para pesquisas científicas e tecnológicas. Isto ocorreu porque a PETROBRAS sofreu uma mudança importante. Foi necessário criar uma nova Gerência de Relacionamento com as Comunidades Tecnológicas (RCT¹⁵) para gerenciar esses recursos. Nas palavras da gerência:

A PETROBRAS nunca teve esse tipo de relacionamento de fiscalização do aporte de verbas em Universidades e Institutos de Pesquisas, no país e no exterior (quem o fazia, tradicionalmente, era o CNPq, CAPES, FAPERJ e FAPESP), então, criou-se a Gerência RCT para acompanhamento administrativo dos projetos de pesquisa e formação de infraestrutura necessários aos convênios formados entre PETROBRAS e Universidades e Institutos de Pesquisa. A RCT, em seu acompanhamento, fiscalizava, principalmente, cronograma, prestação de contas, relatórios, desembolsos, pagamentos, compras, ou seja, tudo que estivesse relacionado aos projetos de redes tecnológicas e convênios entre PETROBRAS e Universidades e Institutos de Pesquisa¹⁶.

Além desses incentivos que deram o aporte para o salto de patenteamento da empresa, outra mudança significativa refere-se à quebra do monopólio. A PETROBRAS começou a negociar suas tecnologias. Isso porque um percentual do que é patenteado passou a ser licenciado, e os inventores também ganharam com isso. Portanto, se a empresa está ganhando *royalties* com a tecnologia, os inventores também recebem uma porcentagem desses lucros. Em contrapartida, muitos inventores começaram a participar de uma mesma patente (de um ou dois inventores, as notificações começaram a apresentar mais de vinte inventores em uma mesma patente). Além do prêmio inventor, existe um incentivo pessoal de trabalho em colaboração.

O número alto de inventores começou a dificultar as concessões de patentes no escritório americano da USPTO. De acordo com o GT de Propriedade Intelectual, nos Estados Unidos, quando chega um pedido de patente com vários inventores, uma das exigências é informar qual foi a contribuição de cada inventor a partir do que está sendo reivindicado como invenção. O Setor de Propriedade Intelectual normalmente consegue atender às exigências, porém sempre com muita dificuldade, o que acaba atrasando o processo de patenteamento.

Se, de um lado, o cenário de aumento expressivo de inovações no âmbito da PETROBRAS implicou mudanças organizacionais internas, por outro, elas também implicaram mudanças nas universidades. Até então (antes dos anos 2000) não existia uma cadeira eletiva para fazer o trabalho de

¹⁵ Antes de criar a RCT para controle dos relacionamentos internos e externos da PETROBRAS, foi levantado pela Gerência de Propriedade Intelectual um problema relativo aos vários pesquisadores de universidades que figuravam em vários projetos da empresa cuja soma de horas era maior que 44 horas semanais. Para resolver esse problema, foi necessário criar a Gerência para realizar esse controle. Essas regras foram introduzidas ao longo do tempo e melhoradas por vias de aprendizado.

¹⁶ Informação obtida de fonte primária.

informação tecnológica nas universidades com a PETROBRAS, mas, ante os novos relacionamentos entre a PETROBRAS e as universidades (devido à obrigatoriedade da lei), isso começou a mudar. A primeira ação concreta: o contrato. Todo contrato de cooperação passou a ter uma cláusula de propriedade intelectual, que diz, se daquele contrato surgir um fruto que pode ser patenteável, qual será a parcela de titularidade da PETROBRAS e qual será a parcela de titularidade da universidade. Antes a titularidade de tudo que era desenvolvido com universidades era inteiramente da PETROBRAS. Atualmente, a participação da PETROBRAS pode ser de 80, 50 ou 20%. Com o acordo que as universidades fizeram por meio da Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior (ANDIFES), três opções de titularidade são possíveis: 80% (PETROBRAS) e 20% (universidades); 50% (PETROBRAS) e 50% (universidades); e 20% (PETROBRAS) e 80% (universidades).

Essa titularidade dependerá do interesse da PETROBRAS na tecnologia. Quando se trata de um assunto que a PETROBRAS nunca vai colocar em prática, por exemplo, um microrganismo que vai servir para uso fora da indústria de petróleo, apenas 20% fica para PETROBRAS e os restantes 80% para a universidade. A PETROBRAS nunca cobrou o custo de propriedade intelectual das universidades, mas recentemente instalou essa cobrança, o que forçou as universidades a gerenciarem suas inovações. As universidades foram obrigadas a criar os Núcleos de Informação Tecnológica, os NITs, responsáveis pelo gerenciamento das patentes e pelo incentivo à inovação¹⁷.

Áreas tecnológicas e a rede de cooperação

a. As áreas tecnológicas

A investigação de redes tecnológicas partiu da composição de amostras de patentes relacionadas com o tema “PETROBRAS”, amostra esta extraída da base ISI - *Derwent Innovations Index*, durante o período de janeiro de 1976 a junho de 2016. O campo utilizado para levantar as patentes da *Derwent* foi: *campo: Depositante: PETROBRAS*. O resultado da amostra é um total de 1.469 patentes. A partir dessa amostra, são gerados os indicadores de análise deste estudo (Tabela 2):

Tabela 2 – Indicadores da amostra de Patentes. PETROBRAS – Derwent

Filtro (campo)	Número de itens	% Cobertura dos dados
Patentes	1,469	100%
<i>Basic Patent Year</i>	43	100%

¹⁷ Outro fator importante é que o CNPq começou a dar mais pontos (incentivos) para patentes do que para artigos, incentivando as universidades a realizar o patenteamento.

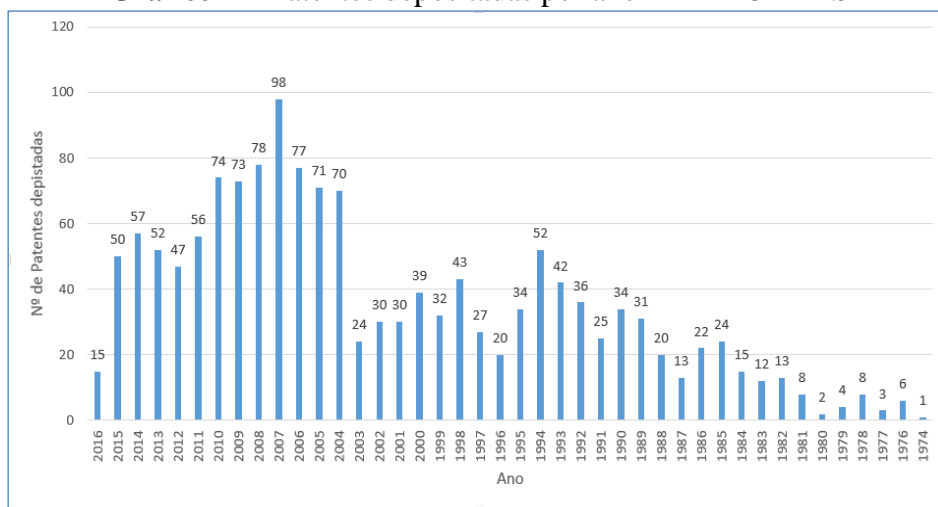
REDE DE COOPERAÇÃO TECNOLÓGICA DA PETROBRAS E UNIVERSIDADES E DAS SUAS ÁREAS DE TECNOLOGIA: PANORAMA ATUAL E PERSPECTIVAS

<i>Derwent Accession Number</i>	1,469	100%
<i>International Classifications 8</i>	2,098	100%
<i>International Classifications 8 (4-digit)</i>	243	100%
<i>Patent Assignees</i>	345	100%
<i>Priority Countries</i>	28	100%
<i>Priority Years</i>	44	100%
<i>Publication Type</i>	1	100%
<i>Title</i>	1,467	100%
<i>US Patent Years</i>	38	25%

Fonte: Elaboração própria.

O primeiro indicador analisado é o *basic patent year*. Este indicador permite saber o ano de depósito da patente. O ano de 1975 não apresenta patente. No período de 1984 e 1993, houve uma variação situada entre 15 e 40 patentes. Em 1994, atinge-se o pico de 52 patentes. Depois, uma variação de 20 a 40 patentes até 2003. A partir de 2004, o número de patentes varia de 50 a 70, atingindo o pico máximo de 98 patentes no ano de 2007.

Gráfico 1 – Patentes depositadas por ano - PETROBRAS



Fonte: Elaboração própria.

Com o filtro *International Classifications 8 (4 dígitos)*, indicador da classificação de IPCs, é possível saber quais são as áreas do conhecimento das patentes. A Classificação Internacional de Patentes (IPC¹⁸), estabelecida pelo Acordo de Estrasburgo, em 1971, prevê um sistema hierárquico de símbolos independentes da língua para a classificação de patentes e modelos de utilidade, de acordo com as diferentes áreas de tecnologia a que pertençam, cujas áreas tecnológicas podem estar classificadas de A a H. Sendo:

¹⁸ Fonte: <<http://www.inpi.gov.br/menu-servicos/informacao/classificacao-patentes>>. Acesso em: 25 jul. 2018.

Seção A – necessidades humanas; seção B – operações de processamento; transporte; seção C – química; metalurgia; seção D – têxteis; papel; seção E – construções fixas; seção F – engenharia mecânica; iluminação; aquecimento; armas; explosão; seção G – física; seção H – electricidade.

No filtro, foram identificadas 243 classes de tecnologias, dentre estas, mais de 2.098 subclasses de especialização. Este estudo, em princípio, está limitado à análise das classes de 4 dígitos. O Quadro 1 mostra as principais áreas de especialização tecnológica da amostra de patentes da PETROBRAS.

Quadro 1 – Principais áreas tecnológicas – PETROBRAS

Patentes	Frequência	<i>International Classifications 8 (4-digit)</i>
385	712	E21B
185	452	C10G
184	541	B01J
103	189	F16L
92	172	B63B
90	146	G01N
76	182	C07C
75	110	B01D
46	82	C09K
45	93	C10L
43	83	B08B
38	70	C01B
32	57	C02F
31	41	G01F
29	39	E02B
27	59	C10B
26	48	B65D
26	44	C08L
25	90	C08F
22	36	C12P

Fonte: Elaboração própria.

A área de maior especialização tecnológica, classe **E21B**, atingiu 385 patentes com uma frequência de 712 vezes. Essa classe pertence à área tecnológica de IPC – “E” – relacionada a construções fixas, na categoria – 21 – de perfuração do solo, mineração, e Seção B: perfuração do solo ou rocha; obtenção de óleo, gás, água, materiais solúveis ou fundíveis ou uma lama de minerais de poço.

Em segundo lugar está a classe de IPC **C12G**, atingindo 185 patentes com uma frequência de 452 vezes. Essa classe pertence à área tecnológica de IPC – “C” – relacionada a Química; Metalurgia, na

categoria – 10 – indústrias do petróleo, do gás ou do coque; gases técnicos contendo monóxido de carbono; combustíveis; lubrificantes; turfa, e Seção G: craqueamento de óleos hidrocarbonetos; produção de misturas de hidrocarbonetos líquidos, p. ex. por hidrogenação destrutiva, oligomerização, polimerização; recuperação de óleos hidrocarbonetos de óleo de xisto, areia oleaginosa ou gases; refino de misturas principalmente consistindo de hidrocarboneto; reforma de nafta; ceras minerais.

Em terceiro lugar figura a classe **B01J**, atingindo 184 patentes com uma frequência de 541 vezes (ultrapassando a frequência da classe C12G). Essa classe pertence à área tecnológica de IPC – “B” – operações de processamento; transporte, categoria – 01 – processos ou aparelhos físicos ou químicos em geral, e Seção “J”: processos químicos ou físicos, p. ex. catálise, química coloidal; aparelhos pertinentes a eles.

Em quarto lugar figura a classe **F16L**, atingindo 103 patentes com uma frequência de 189 vezes. Essa classe pertence à área tecnológica de IPC – F – engenharia mecânica; iluminação; aquecimento; armas; explosão, categoria – 16 – elementos ou unidades de engenharia; medidas gerais para assegurar e manter o funcionamento efetivo de máquinas ou instalações; isolamento térmico em geral, e Seção L: tubos; juntas ou acessórios para tubos; suportes para tubos, cabos ou tubulação de proteção; meios para isolamento térmico em geral.

Com 92 patentes e uma frequência de 172 vezes, em quinto lugar figura a classe de IPC **B63B**. Essa classe pertence à área tecnológica de IPC – B – operações de processamento; transporte, categoria – 63 – navios ou outras embarcações; equipamento correlato, e Seção B: navios ou outras embarcações; equipamento para a navegação (disposições para ventilação, aquecimento, resfriamento ou condicionamento de ar em embarcações; Infraestruturas flutuantes como elementos de apoio de dragas ou de máquinas de terraplenagem).

Em sexto lugar tem-se a classe **G01N**, atingindo a quantia de 90 patentes com 146 frequências. Essa classe pertence à área tecnológica de IPC – G – Física, categoria – 01 – medição; teste, e Seção N: investigação ou análise dos materiais pela determinação de suas propriedades químicas ou físicas, “materiais” inclui meios sólidos, líquidos e gasosos, p. ex. a atmosfera.

A Classe **C12P** ocupa o vigésimo lugar e corresponde à área de especialização de processos de fermentação ou processos que utilizem enzimas para sintetizar uma composição ou composto químico desejado ou para separar isômeros ópticos de uma mistura racêmica. Principalmente, esta classe se refere a processos utilizados para produção de biocombustíveis nas patentes da estatal.

As áreas de especialização da Classe C – Química e Metalurgia – compõem a principal área de tecnologia das patentes da PETROBRAS (somando 10 áreas de especialização), em seguida (com cinco

áreas), temos a classe B – operações de processamento – transporte. Depois (com duas áreas) estão as classes E e G, a classe E – construções fixas, e a classe g – física. Com uma área, temos a classe F – engenharia mecânica; iluminação; aquecimento; armas; explosão.

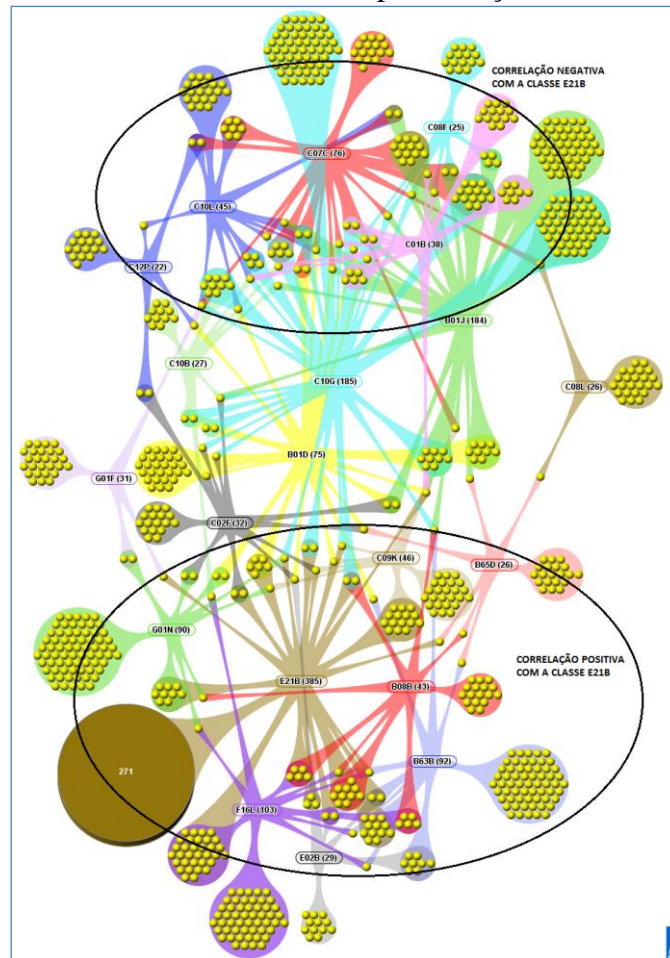
Para avaliar a correlação das áreas tecnológicas da amostra de patentes, foi aplicada a matriz de adjacência a partir do programa *Vantage Point*. O algoritmo do programa TI aplica a rede para um esquema interativo orientado por uma árvore de extensão mínima da rede, a fim de gerar coordenadas para os nós expressando a correlação.

Inserimos as principais classes de tecnologias e verificamos os grafos de correlação em rede. Se existe relação, esta deve apresentar os níveis de correlação, positiva ou negativa, entre as áreas tecnológicas.

A Figura 1 mostra o resultado. Foi necessário quebrar a rede em partes para entender as correlações. O bloco de tecnologias E21B está relacionado positivamente com as classes F16L, E02B, B63B, B08B, C09K, G01N, C02F, G01F, B01D, B65D e C01B e negativamente com as classes B01J, C08L, C07C, C10L, C10B, C08F.

Isso quer dizer que a classe E21B, que corresponde a construções fixas em perfuração de rochas, solos e mar, está relacionada negativamente com a classe C12P, que corresponde a estudos de bioquímica e biocombustíveis, e positivamente com a classe F16L, que corresponde a tecnologias de engenharia mecânica; iluminação; aquecimento; armas e explosão. O resultado mostra que as patentes estão separadas em dois blocos tecnológicos. Um de tecnologias para produção de química verde e bioenergia, como produtos de biorrefinarias, e o outro bloco de tecnologias específicas para a exploração e produção de petróleo, especialmente para estruturas (como as *off-shore*) e engenharia.

Figura 1 – Rede de IPCs nas áreas de especialização da amostra de patentes



Fonte: Elaboração própria.

b. As redes de cooperação tecnológica PETROBRAS e universidades

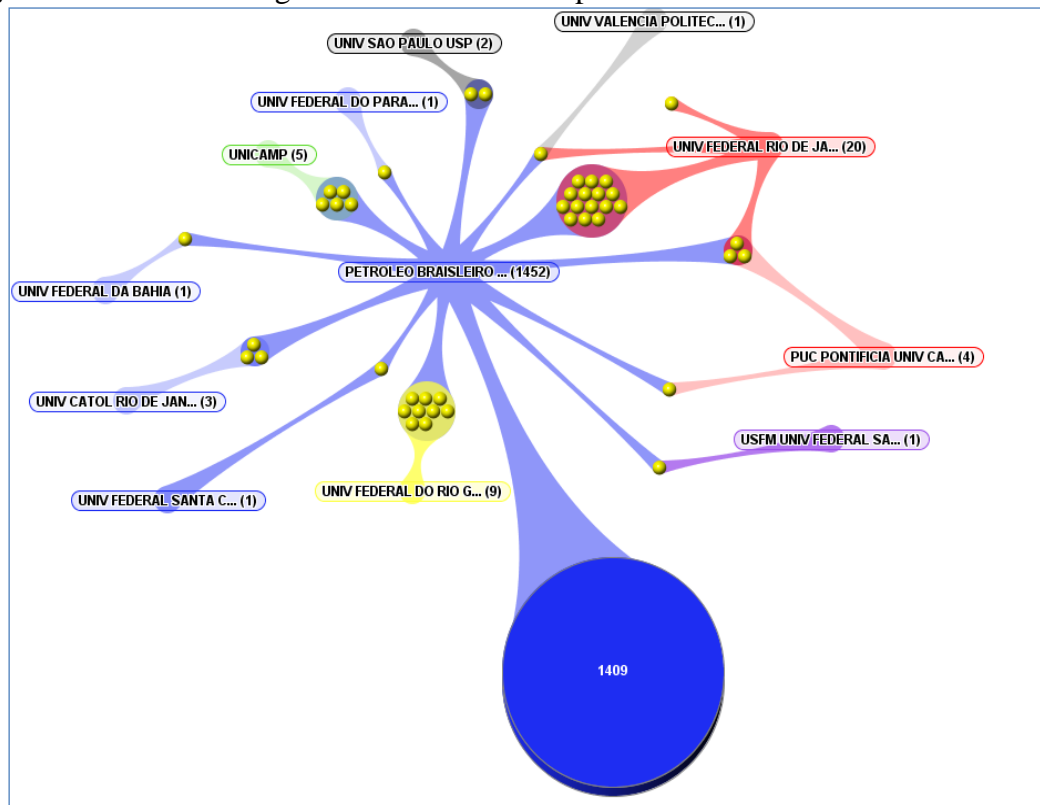
A colaboração científica é definida como a interação ocorrendo dentro de um contexto social entre dois ou mais cientistas, (redes) que objetivam a partilha de significado e realização de tarefas em relação a uma solução mutuamente compartilhada (LEYDESDORFF; WAGNER, 2008). As redes são representadas por grafos, que ilustram a rede de coautoria, em que os vértices são instituições e as arestas indicam a colaboração. Nesse caso, dois vértices estão relacionados se duas instituições são coautores de, ao menos, uma mesma patente.

Observe a Figura 2. A rede mostra as relações de coautoria com a PETROBRAS. Note a coautoria da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (em vermelho no *cluster*), são 20 patentes, destas, 16 são em titularidade com a empresa, 1 em titularidade com a Universidade de Valência e 3 em titularidade com a Pontifícia Universidade Católica do Rio. Todas formam um *cluster* de cooperação tecnológica

REDE DE COOPERAÇÃO TECNOLÓGICA DA PETROBRAS E UNIVERSIDADES E DAS SUAS ÁREAS DE TECNOLOGIA: PANORAMA ATUAL E PERSPECTIVAS

entre si e a PETROBRAS, ao contrário das outras universidades, em que a relação é somente delas com a empresa. Como mostra a rede da Universidade Estadual de Campinas (verde no *cluster*), são 5 patentes em titularidade com a PETROBRAS, e a relação não envolve outras instituições.

Figura 2 – Rede tecnológica – Titularidade nas patentes – PETROBRAS x universidades



Fonte: Elaboração própria.

Depois da UFRJ, o destaque é a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFGRS) com 9 patentes. Em seguida, está a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro com 4 patentes com a PETROBRAS e UFRJ, e outras 3 com a empresa. A Universidade de São Paulo tem 2 patentes. Depois temos a Universidade de Santa Catarina, Universidade Federal da Bahia, Universidade Federal do Pará, Universidade de Valência, Universidade Federal de Santa Maria, todas com 1 patente cada. As áreas de especialização da rede tecnológica da PETROBRAS com as universidades em questão são mostradas nos quadros a seguir.

Quadro 2 – IPC das Patentes (4-dígit) PETROBRAS e UFRJ

Nº de patentes	Descrição
4	<ul style="list-style-type: none"> C10L: combustíveis não incluídos em outro local; gás natural; gás natural sintético; gás liquefeito de petróleo; uso de aditivos em combustíveis ou ao fogo; acendedores de fogo.

3	<ul style="list-style-type: none"> • C12P: processos de fermentação ou processos que utilizem enzimas para sintetizar uma composição ou composto químico desejado ou para separar isômeros ópticos de uma mistura racêmica.
2	<ul style="list-style-type: none"> • B01D: separação de sólidos de outros sólidos por via úmida, por meio de peneiras ou mesas pneumáticas, por outros métodos a seco; separação magnética ou eletrostática de materiais sólidos dos materiais sólidos ou de fluidos. • B01L: processos químicos ou físicos, p. ex. catálise, química coloidal; aparelhos pertinentes aos mesmos. • C07C: compostos acíclicos ou carbocíclicos (preparação de compostos macromoleculares). • C10G: craqueamento de óleos hidrocarbonetos; produção de misturas hidrocarbonetos líquidos. • C10M: composições lubrificantes (composições para perfuração de poços). • F16L: tubos; juntas ou acessórios para tubos; suportes para tubos, cabos ou tubulação de proteção; meios para isolamento térmico em geral.
1	<ul style="list-style-type: none"> • B01F: mistura, p. ex. dissolução, emulsificação, dispersão (mistura de tintas). • B03C: separação magnética ou eletrostática de materiais sólidos dos materiais sólidos ou fluidos; separação por meio de campos elétricos de alta-tensão. • B66F: suspensão, reboque ou propulsão, não inclusos em outro lugar, p. ex. dispositivos que apliquem uma força de suspensão ou de propulsão diretamente à superfície de uma carga (plataformas de alto-mar – “off-shore”). • B82B: nano estruturas formadas por manipulação individual de átomos, moléculas, ou grupos limitados de átomos ou moléculas como unidades discretas. • C01B: elementos não metálicos; seus compostos (fermentação ou processos usando enzimas para a preparação de elementos ou de compostos inorgânicos exceto dióxido de carbono). • C08F: compostos macromoleculares obtidos por reações compreendendo apenas ligações insaturadas carbono-carbono. • C12M: aparelhos para enzimologia ou microbiologia (instalações para fermentação de adubos; conservação de partes vivas de seres humanos ou animais). • C12N: micro-organismos ou enzimas; suas composições; propagação, conservação, ou manutenção de micro-organismos; engenharia genética ou de mutações; meios de cultura. • C12R: esquema de indexação relativo a micro-organismos. • F16B: dispositivos para unir ou prender, elementos estruturais ou peças de máquinas, p. ex. pregos, cavilhas, travas de anéis, grampos, pinças ou cunhas; juntas ou ligações. • G01G: pesagem. • G01L: medição da força, tensão, torque, trabalho, potência mecânica, eficiência mecânica, ou pressão dos fluidos. • G01N: investigação ou análise dos materiais pela determinação de suas propriedades químicas ou físicas (processos de medição ou teste, outros que não ensaios imunológicos, envolvendo enzimas ou micro-organismos). • G01V: geofísica; medições da gravitação; detecção de massas ou objetos; rótulos (meios para identificar a localização de pessoas soterradas acidentalmente).

Fonte: Elaboração própria.

O Quadro 2 mostra as classes de IPCs das patentes de titularidade PETROBRAS e UFRJ. São dez patentes em coautoria. As áreas tecnológicas correspondem às áreas de perfuração de solo, microrganismos, aparelhos de medição, especialmente para massas, estudo de materiais. A classe B82B corresponde à área de nanotecnologia.

No caso da rede entre PETROBRAS e UFGRS, as áreas tecnológicas são apresentadas no Quadro 3. Diferentemente da UFRJ, essa rede apresenta o desenvolvimento de novos produtos a partir dos materiais, principalmente para uso doméstico, como utensílios.

Quadro 3 – IPC das Patentes (4-digit) PETROBRAS e UFGRS

Nº de patentes	Descrição
4	<ul style="list-style-type: none"> • C09K: materiais para aplicações diversas, não incluídas em outro local; aplicações de materiais não incluídos em outro local.
2	<ul style="list-style-type: none"> • C07C: compostos acíclicos ou carbocíclicos (preparação de compostos macromoleculares; produção de compostos orgânicos por eletrólise ou eletroforese). • C07F: compostos acíclicos, carbocíclicos ou heterocíclicos contendo outros elementos que não o carbono, o hidrogênio, o halogênio, o nitrogênio, o enxofre, o selênio ou o telúrio.
1	<ul style="list-style-type: none"> • A47G: equipamento para casa ou mesa. • B01J: processos químicos ou físicos, p. ex. catálise, química coloidal; aparelhos pertinentes aos mesmos. • B01L: processos químicos ou físicos, p. ex. catálise, química coloidal; aparelhos pertinentes aos mesmos. • B23K: soldagem branca ou dessoldagem; soldagem; revestimento ou chapeamento por soldagem; corte pela aplicação localizada de calor, p. ex. corte por chama; usinagem por raio laser. • B32B: produtos em camadas, i.e. produtos estruturados com camadas de forma plana ou não plana, p. ex. em forma celular ou alveolar. • B41J: máquinas de escrever; mecanismos de impressão seletiva, i.e. mecanismos que imprimam de outra forma que não a partir de uma forma; correção de erros tipográficos. • B65D: recipientes para armazenamento ou transporte de artigos ou materiais, p. ex. sacos, barris, garrafas, caixas, latas, caixa de papelão, engradados, tambores, potes, tanques, alimentadores, containers de transporte; acessórios, fechamentos ou guarnições para os mesmos; elementos de embalagem; pacotes. • B65H: manipulação de material delgado ou filamentar, p. ex. folhas, tiras, cabos. • C04B: cal; magnésia; escória; cimentos; suas composições, p. ex., argamassa, concreto ou materiais de construções similares; pedra artificial; cerâmica (vidro-cerâmica desvitrificada); refratários (ligas baseadas em metais refratários); tratamento da pedra natural. • C07B: métodos gerais de química orgânica; aparelhos para os mesmos. • C07D: compostos heterocíclicos (preparação de compostos macromoleculares). • C08J: elaboração; processos gerais para formar misturas; pós-tratamento (p. ex. enformação de plástico).

	<ul style="list-style-type: none"> • C08L: composições de compostos macromoleculares (composições baseadas em monômeros polimerizáveis). • C09D: composições de revestimento, p. ex. tintas, vernizes ou lacas; pastas de enchimento; removedores químicos de tintas para pintar ou imprimir; tintas para imprimir; líquidos corretivos; corantes para madeira; pastas ou sólidos para colorir ou imprimir; uso de materiais para esse fim. • G09F: apresentação visual; publicidade; sinais; etiquetas ou chapas distintivas; selos. • H04B: transmissão de sinais portadores de informações, sendo a transmissão independente da natureza da informação, e inclui disposições de monitoração e teste bem como a supressão e a limitação de ruído e de interferência.
--	--

Fonte: Elaboração própria.

Já na rede tecnológica da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) as classes são apresentadas no Quadro 4. As áreas envolvem procedimentos de exploração de novos materiais nas áreas de química, metalurgia, engenharias e explosão.

Quadro 4 – IPC das Patentes (4-digit) PETROBRAS e UNICAMP

Nº de patentes	Descrição
2	<ul style="list-style-type: none"> • C10J: produção de gases contendo monóxido de carbono e hidrogênio a partir de matérias carbonáceas sólidas por processos de oxidação parcial envolvendo oxigênio ou vapor (gaseificação subterrânea de minerais e carburação do ar ou de outros gases).
1	<ul style="list-style-type: none"> • B01J: processos químicos ou físicos, p. ex. catálise, química coloidal; aparelhos pertinentes aos mesmos (processos ou aparelhos para usos específicos). • C09K: materiais para aplicações diversas, não incluídas em outro local; aplicações de materiais não incluídos em outro local. • C10B: destilação destrutiva de substâncias carbonáceas para produção de gás, coque, alcatrão ou substâncias similares (craqueamento de óleos; gaseificação subterrânea de minerais). • C10G: craqueamento de óleos hidrocarbonetos; produção de misturas hidrocarbonetos líquidos, p. ex. por hidrogenação destrutiva, oligomerização, polimerização (craqueamento de hidrogênio ou gás de síntese; craqueamento ou pirólise de hidrocarboneto em hidrocarbonetos individuais ou suas misturas de constituição definida ou especificada; craqueamento em coque; recuperação de óleos hidrocarbonetos de óleo de xisto, areia oleaginosa ou gases; refino de misturas principalmente consistindo de hidrocarboneto; reforma de nafta; ceras minerais). • F28D: condensadores de vapor de água ou de outros vapores (condensação de vapores; condensação durante o pré-tratamento de gases antes da precipitação eletrostática de partículas dispersas; instalações de motores a vapor tendo condensadores; liquefação de gases; detalhes das disposições de troca de calor e de transferência de calor de aplicação geral).

Fonte: Elaboração própria.

Na rede de cooperação tecnológica entre a Universidade de São Paulo (USP) e a PETROBRAS, as áreas compreendem as tecnologias para tratamento de águas residuais e da química verde (por exemplo, óleos para cosméticos e novos materiais para uso em produtos, como tintas).

Quadro 5 – IPC das Patentes (4-digit) PETROBRAS e USP

Nº de patentes	Descrição
1	<ul style="list-style-type: none"> • B01D: separação de sólidos de outros sólidos por via úmida, por meio de peneiras ou mesas pneumáticas, por outros métodos a seco; separação magnética ou eletrostática de materiais sólidos dos materiais sólidos ou de fluidos, separação por meio de campos elétricos de alta-tensão; centrífugas; aparelhos de vórtice; prensas per se para espremer o líquido de materiais que o contenham. • B01J: processos químicos ou físicos, p. ex. catálise, química coloidal; aparelhos pertinentes aos mesmos (processos ou aparelhos para usos específicos). • B03C: separação magnética ou eletrostática de materiais sólidos dos materiais sólidos ou fluidos; separação por meio de campos elétricos de alta-tensão. • C02F: tratamento de água, de águas residuais, de esgotos ou de lamas e lodos. • C08G: compostos macromoleculares obtidos por reações outras que não envolvendo ligações insaturadas carbono-carbono (processos de fermentação ou processos que utilizem enzimas para sintetizar uma composição ou composto químico desejado ou para separar isômeros ópticos de uma mistura racêmica). • C08K: uso de substâncias inorgânicas ou orgânicas não macromoleculares como ingredientes de composições (tintas para pinturas, tintas de escrever, vernizes, corantes, produtos para polir, adesivos). • C08L: composições de compostos macromoleculares (composições baseadas nos monômeros polimerizáveis; filamentos ou fibras artificiais; composições para o tratamento de têxteis). • C09D: composições de revestimento, p. ex. tintas, vernizes ou lacas; pastas de enchimento; removedores químicos de tintas para pintar ou imprimir; tintas para imprimir; líquidos corretivos; corantes para madeira; pastas ou sólidos para colorir ou imprimir; uso de materiais para esse fim (cosméticos); processos para aplicar líquidos ou outros materiais fluentes a superfícies em geral; coloração da madeira; vidrados ou esmaltes vítreos; resinas naturais, verniz a álcool, óleos secantes, secantes (sedativos), terebintina; composições polidoras que não o verniz à álcool, ceras para esquis; adesivos ou uso de materiais como adesivos; materiais for vedação ou empanque de juntas ou tampas; materiais for vedação de vazamentos; processos para a produção eletrolítica ou eletroforética de revestimentos.

Fonte: Elaboração própria.

A Universidade Federal da Bahia insere-se na rede tecnológica com a PETROBRAS na área G01N/023, que corresponde a tecnologias de análise de materiais pelo uso da radiação de ondas ou partículas. A Universidade Federal do Pará está desenvolvendo tecnologias na área C05G, para a produção de fertilizantes. Em relação à Universidade Federal de Santa Catarina, a classe é a F28D, refere-

se ao desenvolvimento de materiais para transferência, troca ou armazenamento de calor, como aquecedores de fluidos dotados de meios geradores de calor e de meios de transferência de calor. Já a Universidade Federal de Santa Maria está na rede com o desenvolvimento de tecnologias para separar materiais, por exemplo, separação de sólidos de outros sólidos.

Conclusão

O estudo conclui que a PETROBRAS, ante o cenário de incentivos e políticas (como a obrigatoriedade de investir 1% do seu lucro bruto em pesquisas), contribuiu de modo significativo para o desenvolvimento dos NITs no âmbito das universidades no período estudado. Isso determinou a necessidade de modificações que implicaram investimentos e relações intersetoriais por parte das distintas unidades de pesquisa, como a criação das redes tecnológicas de pesquisa, evidenciadas por meio da análise da rede de cooperação tecnológica (Fig. 2). Foi ainda nesse período que ocorreu um salto de infraestrutura de pesquisa (como mostra o relatório do IPEA) e no desenvolvimento de novas frentes tecnológicas no país, que possivelmente permitiram que invenções fossem agora regulamentadas em um regime de propriedade intelectual nas universidades.

Duas considerações são destacadas:

- a) O resultado mostra que as patentes da PETROBRAS estão agrupadas em dois grandes blocos tecnológicos (Fig. 1). Um de tecnologias para produção de química verde e bioenergia, como produtos de biorrefinarias, e o outro bloco de tecnologias específicas para a exploração e produção de petróleo, especialmente para estruturas (como as *off-shore*) e engenharia. Ou seja, a empresa está com duas frentes tecnológicas, uma para produtos da bioeconomia e a outra para exploração de petróleo;
- b) As universidades que se inseriram nas redes de cooperação tecnológica com a empresa são hoje detentoras de avanços significativos no desenvolvimento de inovações. No ramo do petróleo, como mostra a rede, a UFRJ detém tecnologias para exploração e produção, desenvolvimento de novos materiais para produtos a partir da química verde (como óleo para cosméticos) e o desenvolvimento da bioenergia, caso da rede da USP e UNICAMP.

A principal conclusão obtida é que, a partir destas parcerias PETROBRAS/universidades, áreas essenciais estratégicas visando a um futuro inovador, disruptivo e vanguardista se desenvolveram por meio de pesquisas de excelência realizadas no CENPES. Segundo este estudo, são dois os exemplos emblemáticos evidenciados: o etanol de segunda geração, ou lignocelulose e o desenvolvimento de nano materiais de carbono. Essas são consideradas como frentes emergentes da bioeconomia.

Quando houve a descoberta do Pré-Sal, que surpreendeu a indústria de energia, os investimentos existentes na área foram reduzidos e direcionados à sua produção. Contudo, devido à baixa de preços do petróleo no mercado mundial e ao intenso debate sobre a substituição de fontes fósseis de energia, as bioenergias novamente tornam-se atrativas e representam hoje uma fronteira tecnológica (como apresenta a Fig. 1) conquistada que oferece uma alternativa energética alinhada às novas exigências climáticas, ao considerar-se a evidência do aquecimento global. Além disso, há embates ambientais de escassez de recursos naturais e geração de resíduos. Isto posto, torna-se necessário estabelecer usos do petróleo ambientalmente mais amigáveis do que seu emprego majoritariamente como combustível fóssil. Assim, o desenvolvimento da nano indústria de materiais carbônicos (este é o caso da rede de patentes da PETROBRAS com a UFRJ), tais como os diamantoides, grafeno e fibra de carbono, este último material altamente resistente e estratégico para a indústria bélica, faz do petróleo um recurso natural que deveria ter seu uso prioritário na indústria de materiais. Também nesta área o desenvolvimento iniciado na PETROBRAS caminha na direção de quebra do paradigma da “indústria poluidora e lançadora de gases de efeito estufa”, transformando-se em ambientalmente sustentável e desenvolvendo produtos da bioeconomia.

Agradecimentos

Técnicos do CENPES: i) Gerência de Biotecnologia: Lídia Maria Melo Santa Anna; Absai da Conceição Gomes; Juliana Vaz Bevilaqua; ii) Gerência de Propriedade Intelectual: Bernadete Rulff; iii) Gerência PDEDS/AMA: Suzana Sattamini e Eduardo Barcelos Platte.

Pesquisa foi realizada com o apoio financeiro da FAPESP (projeto nº 2016/13820-4)

TECHNOLOGICAL AREAS RESPONSIBLE OF COOPERATION NETWORK OF PETROBRAS AND UNIVERSITIES: PRESENT SCENERY AND PERSPECTIVES

ABSTRACT: *This paper aims to analyze PETROBRAS' technology cooperation network with Brazilian universities. The study focus on two main issues. The first consists of an evaluation of the technological*

areas in which this enterprise is working and the second question explores PETROBRAS university-level relations in terms of technology areas. The analysis is based on data extracted from the Derwent Innovation Index database. Ten universities were identified in the network owned by PETROBRAS. The technological areas range from technologies for extraction and production of oil and also the development of new materials such as plastic and oil for printers. In addition, in order to evaluate the state's intellectual property regime, a third source was collected from technical visits held at PETROBRAS' CENPES, collected in the period from 2014 to 2016.

KEY-WORDS: Collaborative Network. Innovation. Patents. PETROBRAS. IPC.

REFERÊNCIAS

- BUENO, C. da S. **Cumulatividade científica e apropriabilidade do conhecimento:** redes de colaboração internacional e o caso brasileiro no paradigma dos biocombustíveis. 2016. 162f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2016. Disponível em:
<http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/304740/1/Bueno_CarolinadaSilveira_M.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2018.
- BUENO, C. S.; SILVEIRA, J. M. F. J.; BUAINAIN, A. M. Innovation, networks and the paradigm of biofuels. **International Journal of Entrepreneurship and Small Business**, [S.l.], v. 3, n. 35, 2018.
- DAL POZ, M. E.; SILVEIRA, J. M. F. J. da. Trajetórias tecnológicas do bioetanol de segunda geração. In: SALLES-FILHO, Sérgio (Org.). **Futuros do bioetanol: o Brasil na liderança?**. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier, 2015. v. 1. p.111-126.
- DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. de H. S. (Org.). **Infraestrutura científica e tecnológica no Brasil:** análises preliminares. Brasília: IPEA, 2014. Disponível em:
<http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota_tecnica/140627_nt_diset_21.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2018.
- EPICOCO, M. Knowledge patterns and sources of leadership: mapping the semiconductor miniaturization trajectory. **Research Policy**, Amsterdam, v. 42, n. 1, p. 180-195, Feb. 2013.
- FRENKEN, K. Technological Innovation and Complexity Theory. **Economics of Innovation and New Technology**, New York, v. 15, n. 2, p. 137-155, 2006.
- GOYAL, S. **Connections:** an introduction to the Economics of Networks. Princeton; Oxford: Princeton University Press, 2007.
- KRAFFT, J.; QUATRARO, F.; SAVIOTTI, P. The evolution of knowledge base in knowledge-intensive sectors: social network analysis of biotechnology. **Working Paper Series**, Cambridge, n. 9, 2009.
- LEYDESDORFF, L., WAGNER, C. S. International collaboration in science and the formation of a core group. **Journal of Informetrics**, Leiden, v. 2, n. 4, p. 317-325, 2008.

MURAKAMI, T. et al. Applying entropy indexes to identify technological trajectories: second-generation bioethanol production. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 43., 2015, Florianópolis.

Anais... Rio de Janeiro: Anpec, 2016. Disponível em: <<https://ideas.repec.org/p/anp/en2015/146.html>>. Acesso em: 6 out. 2017.

SOUZA, L.G.A. et al. Collaborative Networks as a measure of the Innovation Systems in second-generation ethanol. **Scientometrics**, Amsterdam, v. 103, n. 2, p. 355- 372, 2015.

VENTURA, V. et al. Forecasting the evolution of agbiotech innovation: lessons from patent data. In: ICABR CONFERENCE, 17., 2013, Ravello. **Anais...** Ravello, Italy, June 2013.

WU, X. et al. Data mining with big data. **IEEE transactions on knowledge and data**, New York, v. 26, p. 97-107, Jan. 2014.