



## ANÁLISE DOS EFEITOS DAS BARREIRAS TECNOLÓGICAS APLICADAS À PESQUISA ACADÊMICA – ESTUDO DE CASO DA INDÚSTRIA QUÍMICA

**Karla Adryane Palmeira da Silva** – [dryhpalmeira@gmail.com](mailto:dryhpalmeira@gmail.com)

*Engenharia de Petróleo – Universidade Federal do Rio Grande do Norte*

**Raphaella Tábara Rabêlo Freitas** – [raphaelarabelo30@gmail.com](mailto:raphaelarabelo30@gmail.com)

*Engenharia de Petróleo – Universidade Federal do Rio Grande do Norte*

**Allan de Miranda Silva** – [allandemiranda@gmail.com](mailto:allandemiranda@gmail.com)

*Bacharelado Interdisciplinar em Tecnologia de Informação – Universidade Federal do Rio Grande do Norte*

**Zulmara Virgínia de Carvalho** – [zcarvalho@gmail.com](mailto:zcarvalho@gmail.com)

*Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Inovação – Universidade Federal do Rio Grande do Norte*

**Resumo**— De acordo com relatório *Global Innovation Index* (2018), o Brasil ocupa a 64ª posição entre 126 países, no principal indicador da publicação da Organização Mundial da Propriedade Intelectual, e a 80ª posição, em um levantamento com 137 economias, no *ranking* geral do *The Global Competitiveness Report 2017-2018*. Os índices dos relatórios globais refletem a dificuldade brasileira em se configurar um país competitivo, alicerçado em inovação. Um dos principais gargalos que alicerça este cenário está no processo de transbordamento das pesquisas científicas na dinâmica econômica, bem como na obtenção de resultados frente às políticas implementadas pelo governo. A partir dessa ponderação, o presente trabalho teve como objeto de análise uma pesquisa acadêmica no campo da indústria química, com vistas a avaliar o seu potencial mercadológico. Nessa direção, o objetivo deste trabalho foi apresentar a análise sobre os efeitos das barreiras tecnológicas aplicadas à pesquisa acadêmica. Com esse propósito, na esfera deste setor industrial, foram realizados estudos sobre o balanço de pagamento tecnológico e o alcance das políticas brasileiras de *catching-up* tecnológico. A análise dos dados ratifica a dificuldade da inserção mercadológica das pesquisas acadêmicas brasileiras. O cenário pode ser atribuído, em parte, às falhas na execução das políticas públicas, à desvantagem resultante da importação das tecnologias atuais e seu impacto no balanço de pagamento tecnológico. Com o intuito de pensar estratégias para transformar esta situação-problema, foram discutidos redimensionamentos nas políticas de Ciência, Tecnologia e Inovação. Adicionalmente, são apresentadas estimativas de um novo balanço de pagamento tecnológico, decorrente da endogenização tecnológica, o que pode colocar o país em um novo patamar de competitividade.

**Palavras chaves**—Barreiras Tecnológicas; Tríplice Hélice (3H); Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I).

**Abstract**— According to the *Global Innovation Index* (2018) report, Brazil ranks 64th among 126 countries in the main of the publication indicator of the World Intellectual Property Organization, and it ranks 80th in a survey of 137 economies in the overall ranking of *The Global Competitiveness Report 2017-2018*. The indices of global reports reflect Brazil's struggle to establish itself as a competitive country founded on innovation. One of the major bottlenecks, which underlies this scenario, is in the process of overflowing scientific research into the economic dynamics as well as obtain results against the policies implemented by the government. From this consideration, the present work had as an object of analysis an academic research in the field of the chemical industry in order to evaluate its market potential. In this direction, the objective of this work was to present the analysis on the effects of technological barriers applied to academic research. For this purpose, in the sphere of this industrial sector, studies were carried out on the technology balance of payments and the scope of Brazilian technology catching-up

policies, as well as the scientific-technological evolution of applied technologies and the possible markets impacted by these technologies. The analysis of the data confirms the difficulty of the market insertion of Brazilian academic research. The scenario may be attributed in part to failures in the implementation of public policies, the disadvantage resulting from the import of current technologies and their impact on the technological payment balance. In order to think of strategies to transform this problem situation, it was discussed resizing in Science, Technology and Innovation policies. In addition, estimates of a new technological payment balance were also presented, due to the technological endogenization, which can put the country in a new level of competitiveness.

**Keywords**—Technology Barriers. Triple Propeller Model (3H). Science, Technology and Innovation (STI).

## 1 INTRODUÇÃO

Conforme os índices dos relatórios globais, *Global Innovation Index (GII)* e *The Global Competitiveness Report*, dos anos de 2013 a 2018, o Brasil demonstrou dificuldades em se configurar como um país inovador e competitivo frente aos outros países, visto que, desde no ano de 2013 até o ano atual, não foi possível perceber melhorias significativas em se colocar nos *rankings* frente ao contexto internacional. No ano de 2013, o país ocupou a 64ª posição entre 126 países, no *ranking* do *Global Innovation Index*, voltando a mesma posição no ano de 2018 e a 48ª posição no *The Global Competitiveness Report 2012-2013*, em um levantamento com 137 economias, despencando para a 80ª posição no relatório 2017-2018. Esse cenário traduz a demanda por novas discussões e estratégias para o fortalecimento da tríplice hélice (3H) (ETZKOWITZ, 2017), principalmente no que tange ao transbordamento das pesquisas científicas na dinâmica econômica e na obtenção de resultados frente às políticas implementadas pelo governo.

Em 2007, o Brasil contava com mais de 50.000 pesquisadores, responsáveis por 1,8% das publicações científicas mundiais, mas, por outro lado, por apenas 0,2% do registro de cartas patentes (CARVALHO *et al.*, 2012). Na década seguinte, a política científica e tecnológica brasileira avançou na formação e desconcentração de recursos humanos (CGEE, 2016), em contraponto à estagnação da maturidade tecnológica (CARVALHO, *et al.*, 2018). Adicionalmente, a performance do Brasil, no que tange a inovação e a competitividade, segue uma função em declínio (GII 2013-2018, WEF 2012-2018).

Nessa discussão, as barreiras tecnológicas podem se configurar como protagonistas na dificuldade de viabilizar que estudos científicos se transformem em inovação, refletido por meio do baixo número de registros de patentes nacionais. A partir dessa premissa, o presente trabalho ambientou sua análise no cenário da indústria química.

De acordo Moura (2008), a indústria química passou a ter importância para a economia após o final da segunda guerra mundial, com o fim do terceiro ciclo de Kondratiev e início do quarto. O terceiro tinha a eletricidade como maior fonte de energia enquanto que o quarto ciclo destacava o petróleo e o gás natural como principal matéria prima. Inicialmente, as grandes inovações do século XIX foram desenvolvidas na área química através de pesquisas com financiamento próprios, porém com a evolução nos processos petrolíferos a indústria química passou a ser valorizada. Começara - assim - uma nova era de expansão e altos investimentos na indústria química e petrolífera em que se fez necessário o incentivo a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) na direção de novas empresas.

Em meados do século XIX, teve início a exploração *offshore* nos Estados Unidos e no Golfo do México (NETO; SHIMA, 2008). Ao longo dos anos, houve interesse em aumentar as profundidades de exploração de petróleo, visando aumentar os índices de produtividade. Arai e Duarte (2010) descrevem o surgimento de desafios para produção *offshore*. Entre eles, um relacionava-se à dificuldade de escoamento dos fluidos do reservatório até à superfície devido a redução do diâmetro dos dutos pela formação das incrustações. Essas incrustações, identificadas como um grande problema operacional em perfurações realizadas em alto mar pode levar ao tamponamento dos poros da rocha produtora e consequentemente minimizar a produção de fluidos (MACEDO, 2016). Estima-se que 28% do declínio da produção fosse afetado pela formação de incrustações, no Mar do Norte, e que 1,4 bilhões de dólares fossem gastos anualmente com atividades de prevenção ou remediação (DYER e GRAHAM, 2002; FRENIER e ZIAUDDIN, 2008).

As incrustações inorgânicas são resultantes da deposição de minerais sobre uma superfície, devido a saturação do ambiente local com um sal inorgânico, classificando-se em categorias como carbonatos, sulfatos, óxidos e hidróxidos, sulfetos e silicatos (FRENIER e ZIAUDDIN, 2008). A incrustação carbonática ocorrente em meio alcalino, é uma das mais frequentes precipitações em meio industrial (MACEDO, 2016). Sendo assim, com a atual

exploração do Pré Sal no Brasil, é provável que os problemas operacionais relacionados a incrustações no setor petrolífero se intensifiquem, necessitando de tecnologias e técnicas mais inovadoras, devido essas incrustações caracterizarem-se em carbonáticas, predominantemente.

Arai e Duarte (2010) classificaram os métodos corretivos para a remoção dessas incrustações em: mecânico e químico. A primeira técnica de remoção é considerada de custo elevado em relação à segunda, porém é indispensável em casos onde as incrustações são severas. Já o segundo, é geralmente o primeiro método a ser utilizado por ter menor custo e ser considerado mais eficaz em relação ao mecânico. Portanto, a fim de evitar a formação de incrustações nos dutos, o declínio das atividades de produção e a minimização dos gastos relacionados a remediação dos problemas causados pelas incrustações, a indústria química desenvolveu os inibidores de incrustação.

Pensando nas referidas vantagens, foi desenvolvido o projeto de pesquisa Remoção de Incrustações Carbonáticas em Oleodutos por Microemulsões Ácidas pelo Prof. Dr. Alcides de Oliveira Wanderley na Universidade Federal do Rio Grande do Norte, o qual pretende apresentar um produto com maior eficácia na remoção dessas incrustações através de microemulsões ácidas, que apresentam efeitos corrosivos inferiores quando comparado aos demais inibidores utilizados atualmente na indústria química e petroquímica disponíveis no mercado. Neste trabalho, tomando essa pesquisa como objeto de estudo, pretende-se investigar o seu potencial de inovação bem como, contribuir com estratégias que ajudem a ultrapassar as barreiras tecnológicas existentes na indústria química, corroborando assim, com o progresso tecnológico. Além disso, foi desenvolvido um quadro com as principais políticas industriais e de CT&I aplicadas pelo governo, dos anos de 2004-2018 voltadas ao setor químico, com o intuito de identificar as falhas na execução dessas políticas públicas.

Para alcançar os objetivos deste trabalho, a pesquisa, de caráter descritivo e exploratório, fez análise do balanço de pagamento tecnológico da indústria química e do alcance das políticas de *catching-up* brasileiras na indústria química. Além do levantamento de dados da balança comercial na indústria química, dados da quantidade de empregos gerados pelo setor a nível nacional e internacional foram pesquisados. Em conjunto com esse diagnóstico, foi discutido o cenário das barreiras tecnológicas para transformar pesquisa científica desenvolvida nas Instituições de Ensino Superior (IES) em produto, serviço ou processo inovador.

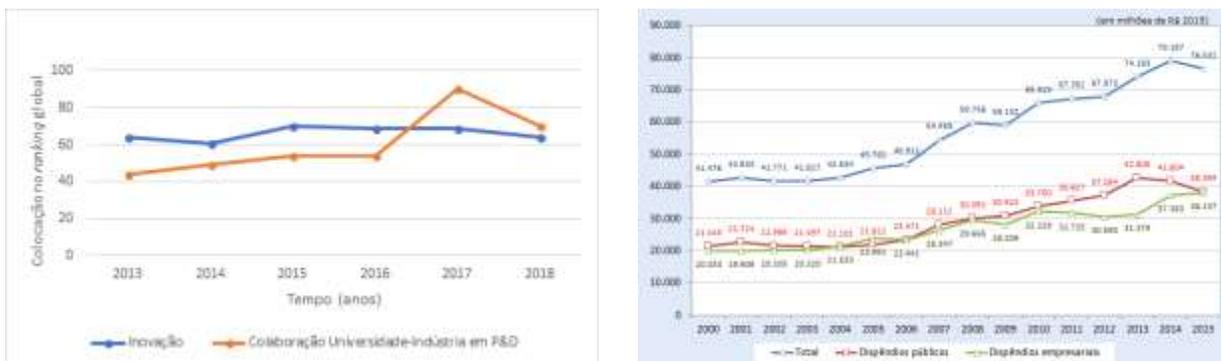
## 2 O CENÁRIO DE CT&I DA INDÚSTRIA QUÍMICA

De acordo com a Agenda da Indústria (2016-2017) do Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis, o Brasil possui a oitava indústria química e petroquímica do mundo, com US\$ 156 bilhões de faturamento, geração de dois milhões de empregos diretos e indiretos, representando 10% do PIB industrial nacional. Os dados evidenciam a relevância do setor químico para a economia brasileira, alicerce para praticamente todos os segmentos relevantes de receita do país. Em específico, os custos com remoção de incrustações de poços de petróleo podem atingir valores compreendidos na faixa de 2 milhões de dólares e somado a isso, a perda de lucratividade com o declínio das atividades de produção podem ser ainda maiores (ARAI e DUARTE, 2010).

Segundo o Pacto Nacional da Indústria Química (2010-2020), com a descoberta e exploração do Pré Sal no ano de 2006, foi indicado um novo potencial de investimentos, na ordem de US\$ 167 bilhões no setor químico, no período de 2010 a 2020 e somado a isso, a necessidade de investimento em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação de US\$ 32 bilhões, equivalente a cerca de 1,5% do faturamento líquido previsto para o período.

O gráfico 1 apresenta a evolução dos índices de colaboração universidade-indústria em P&D e de inovação brasileiros. Em contraponto a performance brasileira, a Suíça mantém-se líder no ranking *Global Innovation Index*, desde 2012, assim como no índice de colaboração universidade-indústria em P&D do *The Global Competitiveness Report 2017–2018*. O título de um dos países mais inovadores do planeta se deve, em parte, aos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) de empresas multinacionais. Em 2017, as multinacionais suíças investiram um total de € 23 bilhões (CHF 36 bilhões) em pesquisa e desenvolvimento. No mesmo período, os dispêndios brasileiros (públicos e privados) em P&D não ultrapassaram 79 bilhões de reais (MCTIC, 2018).

Gráfico 1: Evolução comparativa do Brasil nos *rankings* globais (E) e Dispendio nacional em pesquisa e desenvolvimento (P&D) (em valores de 2015) total e por setor, 2000-2015 (D)

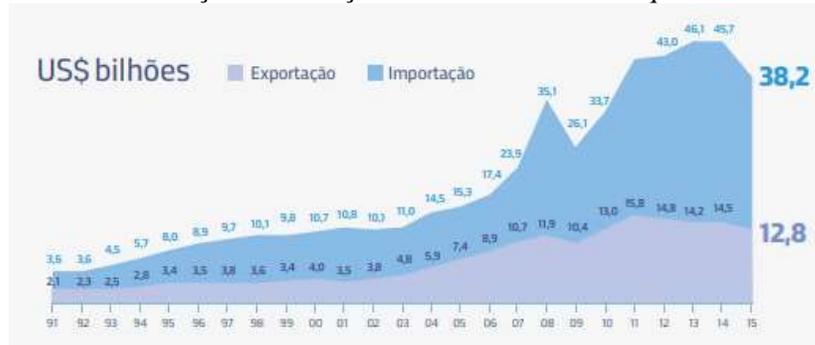


Fonte: Adaptado de *Global Innovation Index* (2013 -2018); *The Global Competitiveness Report* (2012 - 2018) (E) e MCTIC (2018) (D)

Somado a esse cenário, o gráfico 2 aponta um déficit crescente na balança comercial para a indústria química brasileira, no qual os índices de importação de produtos químicos revelam-se muito superiores aos de exportações, representando cerca de três vezes maiores. O Brasil adquire cerca de 20% de suas importações em produtos químicos mundialmente, de acordo com a OEC, e de toda a exportação brasileira de países como Alemanha e EUA, em torno de 34,3% e 23,9% representam a importação de produtos químicos em relação aos demais produtos, respectivamente. À vista disso, deduz-se que a produção dessa tecnologia é exógena, em razão da significativa necessidade de importação de matéria prima para a preparação de seus próprios inibidores químicos. A discrepância nos índices da balança comercial brasileira evidenciam a fragilidade da indústria nacional, bem como afetam a competitividade nacional.

Segundo dados do Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi), cerca de 444.800 trabalhadores estavam empregados na indústria química na Alemanha no ano de 2014 e as inovações na indústria química apoiadas pela estratégia de alta tecnologia do governo federal colocam a Alemanha no terceiro lugar no ranking mundial de inovação. Nos Estados Unidos, líder global no desenvolvimento de novas entidades químicas, aproximadamente 810 mil pessoas trabalham em empresas químicas, destacando-se como um importante empregador no ano de 2016, de acordo com o portal Statista. Já no Brasil, a indústria química chegou a gerar 282 mil empregos, no ano de 2014, de acordo com DataViva. Destacando-se na região Sudeste, onde se concentram as principais atividades industriais do país. À vista disso, na hipótese de haver a reversão desse cenário, com a endogenização de tecnologias no setor químico e em conjunto com a implementação e execução de políticas de apoio e incentivo à Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) que fortificasse a base de CT&I no país, estima-se que o número total de empregos no Brasil poderia duplicar ou até mesmo triplicar no setor de química.

Gráfico 2: Evolução da balança comercial da indústria química brasileira



Fonte: Agência da indústria petróleo gás e biocombustíveis (2017)

## 2.1 REFLEXOS DAS POLÍTICAS DE *CATCHING UP* NA INDÚSTRIA QUÍMICA

Desenhadas para reduzir os hiatos de crescimento econômico, entre países tecnologicamente consolidados e dependentes, as políticas de catching-up são produtos de movimentos internacionais de capital e transferência de tecnologia, que geram capacitação e aprendizagem local, aumento de produtividade e inovações produtivas, organizacionais e institucionais (MIRANDA, 2018 apud PEREZ; SOETE, 1988). Dentro desse viés, políticas de incentivo à C&T começaram a ser introduzidas na agenda governamental brasileira a partir dos anos de 1950, com a criação de importantes agências de financiamento como o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Ensino Superior (Capes) e mais tarde, em 1968, o Plano Estratégico de Desenvolvimento (PED), que tinha o objetivo principal de tornar a C&T objeto de políticas públicas (PELAEZ et al., 2017). No entanto, foi somente em 2004 que houve a implementação de políticas industriais de apoio e incentivo a áreas estratégicas e setores portadores do futuro, das quais a área de Petróleo e Gás caracterizava-se como prioritário, representadas no quadro 1. Segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), a PITCE objetivava a inovação e a valorização dos processos, produtos e serviços referentes à indústria nacional, logo depois, instituiu-se a PDP com intuito de fomentar a criação de novas empresas exportadoras, inserir o Brasil em um contexto internacional e estimular a inovação. O PBM, além de abranger todas as competências das políticas anteriores, propõe-se a utilizar das capacitações das empresas, da academia e dos órgãos governamentais em benefício ao progresso tecnológico, à geração de empregos, à renda e à produção nacional. A fim de complementar e articular com essas políticas, o Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação (PACTI), a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) e a ENCTI II foram elaborados. Ambos têm a missão de fortalecer a conexão de políticas de Estado e de CT&I de forma a integrar e incentivar os players do sistema nacional de CT&I, bem como fazer da CT&I um pilar estruturante para o desenvolvimento nacional.

Nessa direção, Sousa, Silva e Felix (2013) evidenciaram em seu trabalho, duas leis de incentivo à CT&I implementadas no setor químico e petroquímico que vieram para gerir recursos advindos dos royalties destinados a P&D e estimular as relações entre empresas, IES e governo. Com a instituição da Lei nº 9.478/1997, a Lei do Petróleo, foi estabelecida a distribuição de uma parcela dos royalties para o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e a administração desses recursos era feita pelo Fundo Setorial de Ciência, Tecnologia e Inovação na área de petróleo, gás natural e biocombustível (CT-Petro).

No período que essa esteve vigente, houve larga contribuição para P&D, a título de exemplo, 45% dos investimentos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) eram provenientes dos royalties no ano de 2012. Neste mesmo ano, com a implementação da Lei Ordinária nº 12.734/2012, novas normas de distribuição dos royalties foram estabelecidas, essa foi a mudança mais notável e que afetou os investimentos ao FNDCT correspondentes à transferência do gerenciamento dos recursos em conformidade com os interesses do governo, em função disso se sucederam disputas desses recursos por parte de políticos, burocratas e atores privados. (SOUSA; SILVA; FELIX, 2013).

Diante disto, Sousa, Silva e Felix (2013) enfatizam em seu trabalho que as fragilidades no ecossistema brasileiro de inovação, seja na tríplice hélice (3H), seja nas políticas públicas se deve tanto a deficiência no número de engenheiros, mestres e doutores capacitados em tornar o país independente tecnologicamente sem que transfira a responsabilidade para uma única empresa, neste caso, a Petrobras, um monopólio estatal no Brasil, quanto ao recrutamento de universitários para empresas que necessitam de mão de obra, eliminando a oportunidade de graduandos ou pós graduandos de aderirem a programas como o Programa de Recursos Humanos da ANP (PRH-ANP). A Agência Nacional de Petróleo (ANP) em parceria com a Petrobras desenvolveram o Programa de Recursos Humanos da ANP (PRH-ANP), na tentativa de estreitar a relação entre a indústria e as instituições.

O cerne do PRH-ANP era a produção e publicação de artigos em congressos e workshops, no entanto, o registro de patentes não se mostrava eficaz, visto que o processo de obtenção deles pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) era considerado demasiadamente longo e burocrático (SOUSA; SILVA; FELIX, 2013). Paralelo a isso e com a finalidade de redimensionar e substituir a Lei da inovação, Lei nº 10.973/2004, foi proposto o Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação (Lei 13.243/2016), que amplia a produção científica nacional, aproxima universidades públicas de empresas, desburocratiza processos de compra e venda elevando os níveis de competitividade do país e contribui para o progresso científico.

Um caso de sucesso do vínculo entre a academia, indústria e a iniciativa privada é o programa “Petróleo de Águas Profundas da Bacia de Campos” encontrado no site de pesquisa do Instituto de Pesquisa Econômica e

Aplicada (IPEA), no qual durante 6 anos, de 1986 a 1991, 109 projetos foram executados envolvendo 61 parceiros nacionais e 42 internacionais, com o objetivo de desenvolver tecnologias específicas para este campo. É importante ressaltar que esse projeto fez uso das estratégias de inovação, atuando na conectividade entre empresas e instituições de ciência e tecnologia.

Diante do exposto, é possível constatar que o objeto de análise deste trabalho, Remoção de Incrustações Carbonáticas em Oleodutos por Microemulsões Ácidas, realizada pelo Prof. Dr. Alcides de Oliveira Wanderley Neto, proporcionou a este trabalho uma leitura singular da atual situação da pesquisa, ainda em andamento, além disso permitiu a análise de oportunidades mercadológicas da mesma, dado que a pesquisa enfrenta os efeitos das barreiras tecnológicas no próprio meio acadêmico e na evolução da pesquisa para uma tecnologia inovadora como: a não abertura de editais para programas de incentivo à pesquisa, redução de investimentos destinados aos fundos ligados à CT&I, dependência tecnológica, baixo número de patentes e conseqüentemente falta de competitividade, ou seja, um ambiente hostil à inovação. (SOUSA; SILVA; FELIX, 2013).

QUADRO 1  
AÇÕES VOLTADAS À INDÚSTRIA QUÍMICA DAS POLÍTICAS INDUSTRIAIS E DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Período	Políticas	Ação voltada à Indústria Química
2004-2007	Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE)	Incentivar as atividades de inovação na empresa, através de incentivos fiscais, creditícios, compras governamentais e possibilidade de subsídio direto às empresas. (PITCE, 2004).
2008-2010	Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP)	Conjunto (mais complexo) de medidas que visam o fortalecimento da economia do país, tendo como base a indústria, além de dirigir esforços na consolidação e expansão de liderança de áreas como a de Petróleo, Gás Natural e Petroquímica (PDP, 2008)
2011-2014	Plano Brasil Maior (PBM)	Incentivo tributário como contrapartida ao investimento, agregação de valor, emprego e inovação (ABIMAQ, 2011).
2007-2010	Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação (PACTI)	Expandir e consolidar o sistema nacional de CT&I; promoção da inovação tecnológica nas empresas; CT&I para o desenvolvimento social e PD&I para áreas estratégicas. (PACTI, 2008)
2011-2015	Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação I (ENCTI I)	Desenvolver tecnologias e novos negócios na cadeia de produção do petróleo e gás, com ênfase em fornecedores nacionais de bens e serviços. (ENCTI I, 2011).
2016-2022	Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação II (ENCTI II)	Parceria entre o MCTIC e a ANP, com investimentos no Programa de Formação Recursos (PRH-ANP), no Programa Inova Petro e início das atividades de cooperação com a Noruega e o Reino Unido em tecnologias submarinas e com a União Europeia em Segurança de Operações Offshore (ENCTI II, 2016).
1997	Lei do Petróleo	Destinação de 25% ao MC&T para financiamento de programas de amparo à pesquisa científica, desenvolvimento tecnológico a fim de estimular a adoção de novas tecnologias nas áreas de exploração, produção, transporte, refino e processamento (BRASIL, 1997)
2010-2020	Pacto Nacional da Indústria Química	Apresentar propostas que viabilizem os investimentos que o setor pode realizar, no período vigente diante das demandas previstas, além de aproveitar as oportunidades advindas do Pré Sal (ABIQUIM, 2010).
2012	Lei Ordinária do Petróleo	Redistribuição da parcela dos royalties destinadas às áreas de pesquisa, infraestrutura, C&T e afins (BRASIL, 2012).

Fonte: Adaptado de políticas Industriais e de Ciência, Tecnologia Inovação (Anos 2004-2018)

### 3 BARREIRAS TECNOLÓGICAS

As janelas de oportunidades para a inovação nascem a partir da introdução de mudanças tecnológicas disruptivas que sejam capazes de romper trajetórias tecnológicas existentes de empresas líderes, aquelas que detêm de experiência e um inegável conhecimento, difícil de ser reproduzido por novos concorrentes, e ainda, com o término da vigência das patentes, a qual dá oportunidades a novas empresas de introduzirem novas ideias e pontuarem na disputada corrida tecnológica .caracterizando-se assim como as principais barreiras tecnológicas (TIGRE et al., 2016). Na indústria química brasileira, além das barreiras tecnológicas resultantes de anos de monopólios, barreiras técnicas impostas por países e continentes considerados desenvolvidos economicamente, ainda é uma realidade. Dentre as principais barreiras que restringem o comércio, estão as tarifárias, sanitárias e ambientais (MACHADO, 2003).

Visando a minimização dessas barreiras, a Organização Mundial do Comércio (OMC) se deu origem ao Acordo sobre Barreiras Técnicas ao Comércio (Agreement on Technical Barrier to Trade -TBT), o qual reconhecia o direito dos Estados membros em proteger a saúde humana, ambiental através de regulamentação, sujeitando os produtos agrícolas e industriais ao TBT, isto é, uma avaliação de conformidade, desde que não houvesse a criação de obstáculos ao comércio internacional (ANTUNES, 2003). Posteriormente, a União Européia, visando as “brechas” deixadas pelo TBT, lançou o marco regulatório denominado de “Livro Branco”, documento que munia-se com o aumento de custos de comercialização, prazos “irrealistas” para a promoção de ensaios e uma série de princípios de precaução em prol de uma futura política para produtos químicos a qual estimula a inovação e sustenta seus índices de competitividade.

Muito embora o Livro Branco não se configure como um modelo que imponha ainda mais barreiras às exportações brasileiras, é importante ressaltar a importância de uma política industrial para o setor químico. Os produtos químicos de uso industrial, o qual caracteriza os inibidores de incrustações renderam, em 2010, US\$ 63,8 bilhões de todo o faturamento líquido da indústria química (FIGUEIREDO, 2011).

Para uma indústria caracterizada como de “risco moderadamente alto” quanto a fatores de ciclicidade, competitividade e crescimento, como a química, de acordo com Ryan et al. (2013) é vital a construção de um novo cenário quanto a dependência no fornecimento de matéria prima. Produtos químicos de uso industrial, como os inibidores de incrustações, no que tange a competitividade, é necessário olhar com bons olhos produtos que rompem as barreiras da trajetória tecnológica e elevem a capacidade de produtividade e competitividade do setor.

### 4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Os desafios encontrados atualmente pelo objeto de estudo deste trabalho muito se assemelha a tantos outros desenvolvidos nas IES de todo o país, que encontram lugar nas prateleiras por anos e anos ou ficam à mercê de incentivos e financiamentos burocráticos, os quais dificultam a sinergia entre coadjuvantes no desenvolvimento do projeto. Apesar das políticas de catching up serem implementadas, desde o ano de 2004, é notória a fragilidade na formação de ecossistemas de inovação bem como na criação de um mercado brasileiro competitivo visto que projetos na área química como este, uma das áreas estabelecidas nas políticas como prioritárias, ainda não recebeu incentivos fiscais para sair do papel e nem sequer possuía os insumos para elaboração e testes do seu produto.

Nessa conjuntura, fragilidades como estas são resultados de falhas na implementação, por parte da Academia, Empresas público-privadas e Estado na evolução das condições institucionais e na agregação de valor do já existente e que pode ser desenvolvido no país, permanecendo assim com os mesmos gargalos tecnológicos. Eis um sistema que concentra esforços na importação de tecnologias e serviços especializados, desperdiçando o capital intelectual da nação. Dados apresentados anteriormente comprovam o que foi dito, uma vez que o Brasil adquire 20% de suas importações em produtos químicos, no qual servem de matéria prima para o desenvolvimento de inibidores ou importam a tecnologia pronta, a fim de redução de custos. É lamentável que em um período de quatorze anos de políticas de incentivo e implementação de uma atmosfera inovativa, o país apresente uma trajetória concentrada na cadeia produtiva e na apropriação de tecnologias já existentes.

É inegável que a reversão do cenário dos índices de importação tecnológicas através da endogenização das tecnologias colocariam o país em novas cadeias produtivas, como dito previamente, isso teria como consequência o aumento da oferta de empregos, de renda, do número de patentes nacional e elevação da competitividade

internacional. No entanto, essa dependência tecnológica não fez e não faz por si só a única causa deste obstáculo, a descentralização de investimentos, acesso e produção em CT&I devem ser regionais e globais; há de se pensar em soluções inovadoras para o âmbito tanto produtivo quanto social e ainda, consolidar as bases de CT&I a fim de propiciar um desenvolvimento socioeconômico sustentável.

Como solução para diminuição desse hiato tecnológico, são adotadas estratégias de inovação, as quais propõem a criação de um ecossistema propício à inovação nas instituições de CT&I com o suporte das políticas criadas em prol disso e associadas as empresas. A ENCTI II (2016-2022) encoraja que os investimentos sejam distribuídos em áreas estratégicas, de forma a enxergar os problemas direcionados e desenvolver soluções em benefício para economia e sociedade. Portanto, para seguir esses estímulos muitas instituições adotaram espaços para que empresas de pequeno porte fiquem alojadas e desenvolvam os seus projetos, as chamadas incubadoras, esse modelo permite a comunicação entre a sociedade e os desenvolvedores como também permite a comunicação entre as empresas alocadas nesse espaço. Além disso, espera-se que a relação entre as empresas e a academia seja estreitada.

Sendo assim, pode-se dizer que essa estratégia adotada pelas IES muito se assemelha aos programas aplicados pelo BMWi denominados EXIST e INVEST, na Alemanha que visam melhorar o ambiente de startups, gerar boas oportunidades de financiamento, reduzir a burocracia ao mínimo e facilitar o acesso dos jovens a empresas com capital de risco. Uma vez que, as startups, com suas ideias criativas geram modelos de negócio inovadores, novos empregos, modernizam a estrutura econômica e aumentam a competitividade. As startups são como um elixir da vida para a economia, de acordo com o dossiê da política econômica da BMWi.

No caso da análise do potencial do objeto de estudo, os experimentos realizados em laboratório poderiam atender à demanda de empresas locais ou até mesmo regionais em atividades simples e através dessa relação poderiam surgir incentivos privados para o desenvolvimento de novas pesquisas. Porém essa relação depende da iniciativa e disposição da academia em proporcionar este networking e da abertura dessas empresas para tal. Outro fator a ser levado em consideração é que muitas dessas políticas industriais, políticas de CT&I e programas de incentivo de modo geral são desconhecidos por grande parte do corpo acadêmico, como resultado disso muitas pesquisas são desenvolvidas sem direcionamento, ou seja, sem base na correlação problema-solução, além de concentrar recursos em pesquisas que não agregam valor econômico ou social. Portanto, para reduzir a baixa aderência da universidade ao empreendedorismo e a carência de noções de empreender por parte do corpo docente da academia, sugere-se que as universidades fomentem eventos de caráter inovador para capacitação do corpo docente transferindo e estimulando esta competência para a formação dos discentes. Além disso, deve-se aumentar a inclusão de projetos e disciplinas que tratem de empreendedorismo e inovação nas escolas de ensino fundamental e médio, dado que essa fase é decisiva para o processo de formação intelectual estimulando a criatividade e o perfil empreendedor de cada aluno. Diante disso, conclui-se que os incentivos ao empreendedorismo incorporados às noções de mercado juntamente com o espírito inovador poderiam retirar as pesquisas das "prateleiras" com mais facilidade, uma vez que essas estariam conectadas com ações de inovação em benefício da economia e sociedade.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A indústria química apresenta-se como importante setor na geração de postos de trabalho no cenário brasileiro. As indústrias metalúrgica, petrolífera, química e ambiental geram 282 mil empregos no país, com destaque na região Sudeste, onde se concentram as principais atividades industriais do país (DATAVIVA, 2014). Contudo, os modestos investimentos privados em P&D, se traduzem em estagnação da maturidade tecnológica e em instabilidade que comprometem processos inovativos, bem como comprometem a qualidade dos postos de trabalho gerados. Além dos gargalos de investimento, barreiras tecnológicas configuram-se em um desafio a mais na transformação de pesquisas científicas em inovação.

Na direção de mitigar esse cenário, a análise dos dados desse estudo evidencia a demanda por estratégias voltadas à endogenização tecnológica. Nesse contexto, é destacada a importância de fortalecer a articulação da tríplice hélice, bem como desenvolver instrumentos que tornem efetivas, eficientes e eficazes as políticas de catching-up implementadas. Especificamente, no tocante da maturidade tecnológica brasileira, há décadas estagnada, e da transformação da ciência produzida em inovação, viabilizando a valoração de toda cadeia produtiva nacional.

## REFERÊNCIAS

- ARAI, A.; DUARTE, L.R. Estudo da formação de incrustações carbonáticas. 2010. 48f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia do Petróleo) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.
- BRASIL. DECRETO Nº 9.478, DE 6 DE AGOSTO DE 1997. Lei do Petróleo, Brasília, DF, ago 1997 . Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/19478.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/19478.htm)>. Acesso em: 10 jul. 2018.
- BRASIL. DECRETO Nº 10.973, DE 2 DE DEZEMBRO DE 2004. Lei da Inovação, Brasília, DF, dez 2004 . Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm)>. Acesso em: 11 jul. 2018.
- BRASIL. DECRETO Nº 12.734 , DE 30 DE NOVEMBRO DE 2012. Lei Ordinária do Petróleo, Brasília, DF, nov 2012 . Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2012/lei-12734-30-novembro-2012-774705-norma-pl.html>>. Acesso em: 11 jul. 2018.
- BRASIL. DECRETO Nº 13.243, DE 11 DE JANEIRO DE 2016. Governo regulamenta Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação, Brasília, DF, jan 2016 . Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/lei/113243.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/113243.htm)>. Acesso em: 10 jul. 2018.
- Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi)*. Disponível em: <<https://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Dossier/economic-policy.html>>. Acesso em: 02 jun. 2018.
- CARVALHO, Zulmara Virgínia; LIMA, Erlan da Silva; SILVA, Jarbas Martins M.; FERREIRA, Joelson da Silva; Luiz COSTA-FILHO, Antonio. INCENTIVO À CRIATIVIDADE, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NO AMBIENTE PRODUTIVO ? UM GUIA DE BOAS PRÁTICAS DE POLÍTICA DE GESTÃO EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO PARA AS EMPRESAS BRASILEIRAS. In: Suzana Leitão Russo, Antonio Vanderlei dos Santos; Fatima Regina Zan; Mariane Camargo Priesnitz. (Org.). PROPRIEDADE INTELECTUAL, TECNOLOGIAS E INOVAÇÃO. 1ed.Aracaju: Associação Acadêmica de Propriedade Intelectual, 2018, v. , p. 264-272.
- CARVALHO, Z. V.; MATAMOROS, E. P. ; RODRIGUES, R. C. ; ORRICO, P. P. ; NOBRE, A. C. B. . História econômica brasileira do empreendedorismo e inovação potencialidades e impactos no Estado do Rio Grande do Norte. In: III Congresso Latinoamericano de Historia Económica y XXIII Jornadas de Historia Económica, 2012, San Carlos de Bariloche. CHADHE III. Buenos Aires: Asociación Civil Argentina de Historia Económica, 2012.
- CGEE Mestres e doutores 2015 - Estudos da demografia da base técnico científica brasileira. – Brasília, DF : Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2016.
- Data Viva. Disponível em: <<http://www.dataviva.info/pt/>> . Acesso em: 07 jun. 2018.
- DYER, S. J.; GRAHAM, G. M. The effect of temperature and pressure on oilfield scale formation. Journal of Petroleum Science and Engineering, v.35, n.1-2, p.95-107, 7//2002. ISSN 0920-4105. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0920410502002176>> .
- ENCTI. Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2016-2022: Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Econômico e Social. Publicado pela FINEP (Financiadora de – Estudos e Projetos). Brasília, 2016.
- ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. Estud. av., São Paulo , v. 31, n. 90, p. 23-48, May 2017
- FRENIER, W.W.; ZIAUDDIN, M.. Formation, Removal and Inhibition of Inorganic Scale in the Oilfield Environment. Richardson, Texas, 2008.
- Global Innovation Index Report* (2013-2018). Disponível em: <<https://www.globalinnovationindex.org/Home>>. Acesso em: 23 jul. 2018.
- Agenda da Indústria 2017. Publicado pelo Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis (IBP). Disponível em: <[https://www.ibp.org.br/personalizado/uploads/2017/07/IBP\\_AGENDA-DA-INDUSTRIA-2017.pdf](https://www.ibp.org.br/personalizado/uploads/2017/07/IBP_AGENDA-DA-INDUSTRIA-2017.pdf)> .
- Instituto Nacional de Propriedade Intelectual - INPI. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br>>. Acesso em: 02 jun. 2018.
- MACEDO, R.G.M.A.. Avaliação da Carboximetilquitosana como Inibidor de Incrustação e Corrosão em Poços de Petróleo. 2016. 91f. Tese de Doutorado (Doutorado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Natal, 2016.

MACHADO, Ricardo de Queiroz. SONCIN, Carlos. PERINA, Mariana de Assis. MIRANDA, Silvia Helena G. BURNQUIST, Heloísa Lee. O Acordo TBT e as Barreiras Técnicas ao Comércio. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA. São Paulo, 2003.

*Make it in Germany*. Disponível em: <<https://www.make-it-in-germany.com/en/for-qualified-professionals/working/industry-profiles/chemicals-and-pharmaceuticals>>. Acesso em: 02 jun. 2018.

MCTIC. Recursos Aplicados - Indicadores Consolidados. Disponível em <[http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/recursos\\_aplicados/indicadores\\_consolidados/2\\_1\\_3.html](http://www.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/recursos_aplicados/indicadores_consolidados/2_1_3.html)>. Acesso: 30 de agosto de 2018,

MIRANDA, Luis Alonso Magalhães; CÂMARA; Rayane Pereira dos Santos; CARVALHO, Zulmara Virgínia de Carvalho. ESTRATÉGIAS DE IMPULSIONAMENTO PARA A INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO NO MUNICÍPIO DE MACAÍBA-RN - POTENCIALIDADES E DESAFIOS. Anais do IV ENPI – ISSN: 2526-0154. Juazeiro/BA – 2018. Vol. 4/n. 1/ p. 385-393

MORAIS, José Mauro de. Petróleo em águas profundas: Uma história tecnológica da PETROBRAS na exploração e produção *offshore*. 2013. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=18251](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=18251)> . Acesso em: 04 jun. 2018.

MOURA, A.L.D. Estratégias de inovação: Um estudo na indústria química brasileira. 2008. 122 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, 2008.

NETO, J.B.O.; SHIMA, W.T. Trajetórias tecnológicas no segmento *offshore*: ambiente e oportunidades. Revista de Economia Contemporânea, Rio de Janeiro, v.12, n.2, p.301-332, 2008.

PACTI. Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação (2007-2010). Publicado pelo Senado Federal. Brasília, 2008. Disponível em: <[https://www.senado.gov.br/comissoes/cct/ap/AP20080417\\_MCTMinSergioRezende\\_PlanoAcao.pdf](https://www.senado.gov.br/comissoes/cct/ap/AP20080417_MCTMinSergioRezende_PlanoAcao.pdf)> Pacto Nacional da Indústria Química (2010-2020). Publicado pela Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM). São Paulo, 2010. Disponível em: <[http://canais.abiquim.org.br/pacto/Pacto\\_Nacional\\_Abiquim.pdf](http://canais.abiquim.org.br/pacto/Pacto_Nacional_Abiquim.pdf)> PDP. Política de Desenvolvimento Produtivo Nova Política Industrial do Governo. Publicado pelo Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (DIEESE). 2008. Disponível em: <<https://www.dieese.org.br/notatecnica/2008/notaTec67PoliticaDesenvolvimento.pdf>>

PITCE. Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (2004-2007). Publicado pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Disponível em: <<http://investimentos.mdic.gov.br/public/arquivo/arq1272980865.pdf>>

RYAN, Seamus. GUTIERREZ, Francisco. KROEMKER, Oliver. WERNETH, Cynthia M. Principais Fatores de Crédito Para a Indústria de Commodities Químicas. Standard & Poor's Financial Services LLC. 2013.

SAKKIS, Ariadne. Inovação no Brasil vai na contramão do mundo. Agência de notícias CNI, 2017. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/agenciacni/noticias/2017/10/inovacao-no-brasil-vai-na-contramao-do-mundo/>> . Acesso em: 02 jun. 2018.

SOUSA, F.J.B.; SILVA, C.F; FELIX, A.S. Capacitação de recursos humanos para a indústria de petróleo brasileira - o Programa PRH-ANP. XV Congresso de Gestão de Tecnologia Latino-Iberoamericano - ALTEC 201. Porto, 2013.

*Statista - The Statistics Portal*. Disponível em: <<https://www.statista.com/topics/1526/chemical-industry-in-the-us/>> . Acesso em: 04 jun. 2018.

*The Observatory of Economic Complexity*: OEC. Disponível em: <<https://atlas.media.mit.edu/en/>> . Acesso em: 07 jun. 2018.

*The Global Competitiveness (2012-2018)*. Disponível em: <<https://www.weforum.org/>>. Acesso em: 15 ago. 2018.

TIGRE, P. B. NASCIMENTO, C. V. M. COSTA, L. S. Janelas de oportunidades e inovação tecnológica na indústria brasileira de medicamentos. Cadernos da Saúde Pública. Rio de Janeiro, 2016.

MACHADO, Ricardo de Queiroz. SONCIN, Carlos. PERINA, Mariana de Assis. MIRANDA, Silvia Helena G. BURNQUIST, Heloísa Lee. O Acordo TBT e as Barreiras Técnicas ao Comércio. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA. São Paulo, 2003.