

TRANSFERÊNCIA INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA COMO MECANISMO DE DIFUSÃO TECNOLÓGICA NA ECONOMIA BRASILEIRA: transformações internas e perspectivas de inserção internacional

Valdinei Fernandes das Chagas¹
Adriano José Pereira²

Área 2: Desenvolvimento Econômico

JEL: F43; O10; O33; Q55

RESUMO: Este artigo analisa o processo de difusão tecnológica na economia brasileira, a partir do mecanismo de transferência internacional de tecnologia (TITec), com base nos registros do balanço de pagamentos tecnológico (1993 – 2019) e em alguns indicadores de inovação (pesquisadores, patentes, gastos em P&D, comércio por intensidade tecnológica, etc.). Com a “abertura” dos anos 1990, havia a expectativa de que a economia brasileira, ao ampliar seu acesso a diferentes mercados, passaria a favorecer deste processo como forma de incorporação e de difusão tecnológica. Diante dessa perspectiva, utiliza-se o modelo teórico-analítico de Greenhalgh e Rogers (2010), para analisar o processo de inovação e difusão tecnológica na economia brasileira desde a década de 1990, procurando evidenciar em que medida a TITec contribuiu para a difusão tecnológica. A análise dos indicadores demonstra que em grande medida a economia brasileira, mesmo aumentando a sua inserção internacional desde a década de 1990, apresenta limitações no que se refere ao uso da TITec como forma de promover a difusão tecnológica e as inovações internamente, o que se reflete nos sucessivos e crescentes déficits no balanço de pagamentos tecnológico.

Palavras-chave: Transferência internacional de tecnologia; Balanço de pagamentos tecnológico; difusão tecnológica; inovação; Desenvolvimento econômico.

ABSTRACT: This article analyzes the process of technological diffusion in the Brazilian economy, from the mechanism of international technology transfer, based on the technological balance of payments records (1993 - 2019) and on some innovation indicators (researchers, patents, R&D expenditures, trade by technological intensity, etc.). With the "opening up" of the 1990s, there was the expectation that the Brazilian economy, by broadening its access to different markets, would favor this process as a form of incorporation and technological diffusion. From this perspective, we use the theoretical-analytical model of Greenhalgh and Rogers (2010) to analyze the process of innovation and technological diffusion in the Brazilian economy since the 1990s, seeking to highlight to what extent of international technology transfer has contributed to technological diffusion. The analysis of the indicators shows that to a large extent the Brazilian economy, even though it has increased its international insertion since the 1990s, has limitations regarding the use of international technology transfer as a way to promote technological diffusion and innovations internally, which is reflected in the successive and growing deficits in the technological balance of payments.

Keywords: International technology transfer; technological balance of payments; technological diffusion; innovation; economic development.

A teoria desenvolvida por Schumpeter (1911 [1997]), e mais tarde pelos evolucionários e/ou neoschumpeterianos desde a década de 1980 (SOUZA, 2012), afirma que a inovação implica a geração de maior valor e em mudanças no modo de se fazer as coisas, surgindo processos descontínuos que conduzem ao desenvolvimento econômico. A inovação é tudo aquilo que gera valor e perturbação do equilíbrio no fluxo circular da economia e é vista como uma variável endógena nesse processo (SCHUMPETER, 1997).

¹Mestrando do Programa de Pós-graduação em Economia e Desenvolvimento (PPGE&D) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). E-mail: valdinei.fernandes@acad.ufsm.br

²Professor associado do Departamento de Economia e Relações Internacionais da UFSM e do PPGE&D/UFSM. E-mail: adrianoeconomia@ufsm.br

Schumpeter (1961), assegura que a economia não prospera de modo uniforme e linear, mas de modo mutável, porque ela sofre um processo de revoluções, de consolidações, de mudanças de paradigmas, momentos de crises, etc., influenciadas pelo funcionamento do sistema capitalista.

Lee e Malerba (2018) salientam a importância das políticas de inovação como meio dos países alcançarem a fronteira de inovação tecnológica relevante. E neste desencadeamento, os sistemas de inovação, somando-se aos processos de aprendizagem e capacitação das firmas, são essenciais para o emparelhamento dos países atrasados. O processo de *catch-up* (emparelhamento) tecnológico é basilar para progresso tecnoeconômico, modernização e crescimento da produtividade para inserção das economias subdesenvolvidas nas cadeias produtivas globais.

Sendo assim, as inovações tecnológicas de uma economia são questões fundamentais no seu processo de desenvolvimento econômico. Isso é confirmado por países que investem continuamente na estrutura produtiva. Examinar como ocorre esse processo de aprendizagem, capacitação técnica, inovação e ganhos de produtividade, bem como sua inserção no comércio internacional, é fundamental para compreender as diferentes trajetórias das economias. Nesse sentido, é preciso observar indicadores dos principais fatores que influenciam a dinâmica do desenvolvimento econômico, inclusive aqueles relacionados à difusão tecnológica. Uma das ferramentas para observar esse processo são os indicadores de inovações tecnológicas, sobretudo, os indicadores de resultados de ciência, tecnologia e inovação (CT&I), que são úteis para compreender o estágio de desenvolvimento tecnológico da economia (KOELER; MIRANDA, 2021).

Por este ângulo, o Balanço de Pagamento Tecnológico (BPTec) é um indicador dos resultados dos fluxos tecnológicos de um país com as demais economias do mundo. No BPTec são registrados os resultados das transações econômicas de intangíveis, ou seja, conhecimento técnico e conteúdo tecnológico entre os países (SCARPELLI; KANNEBLEY JUNIOR, 2013). O BPTec é uma estruturação estatística de dados sobre conteúdos tecnológicos intangíveis (*know-how*) referentes ao comércio entre países, ou melhor, expressa à Transferência Internacional de Tecnologia (TITec) entre economias. Sendo assim, o BPTec é uma importante ferramenta analítica para as relações externas, sinalizando as capacidades endógenas da própria economia e as capacidades advindas de terceiros (FURTADO; *et al.* 2011). Interpretando o saldo do BPTec quando positivo (+) significa autossuficiência tecnológica e alta competitividade, característica de economias desenvolvidas; e, negativo (-), como uma situação de dependência tecnológica e baixa competitividade, característica de economias subdesenvolvidas (ÇOKGÜNGÖR, 2015).

Diante disso, a TITec e a capacidade de absorção nas atividades produtivas são elementares para a difusão tecnológica como um dispositivo do desenvolvimento econômico. Países em desenvolvimento econômico como o Brasil podem usufruir da TITec como alternativa para se desenvolverem mais rapidamente e diminuir a lacuna entre os principais grandes países economicamente desenvolvidos, assim, alavancar o processo de inovação e difusão tecnológica (STIGLITZ, 1999). Historicamente, diversos países se tornaram potências econômicas por meio desta política de TITec, ou melhor, adquirindo aprendizado e desenvolvimento tecnológico (KIM, 2003; CHACON, 2012; CHIARINI, 2014).

Neste sentido, o processo histórico de desenvolvimento industrial da economia brasileira, considerando e refletindo as exportações e importações como importantes canais de TITec, é um fato constatado na história (CANO, 2012; CHIARINI, 2014). Para Arend e Fonseca (2012) - de 1950 até 1980, o complexo industrial brasileiro atingiu um certo grau de emparelhamento tecnológico (*catching up*), tornando-se mundialmente um entre os grandes países industrializados. Todavia, com a mudança de paradigma, do metalomecânico e químico para o de produção lastreadas em Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) - a economia brasileira não conseguiu consolidar o processo de transição, o que os autores denominam de *falling behind*, ou seja, ficando para trás do desenvolvimento econômico.

O Brasil encerra a política industrial com o segundo Plano Nacional de Desenvolvimento (PND II) em 1979. A década de 1980 é um período emblemático tanto do ponto de vista econômico com o descontrole inflacionário e o político com transição entre ditadura militar e redemocratização. Na década de 1990 o Brasil adentra no processo expansivo de “Abertura Comercial” - por consequências de uma economia aberta, a tese defendida era que o “livre mercado” seria suficiente para superação do atraso tecnológico e inserção no comércio mundial (CARDOSO, 1995). Outra tese era que a competição entre as empresas nacionais e as transnacionais favorecia naturalmente o crescimento econômico (FRANCO, 1998).

Logo, havia a noção de que uma economia com maior exposição a competição internacional se tornaria mais produtiva, e que as transnacionais teriam um papel fundamental neste processo. É neste cenário que entra a importância da TITec. No entanto, o Brasil não conseguiu internalizar e aumentar a produtividade, pois havia muita pressão sobre o balanço de pagamentos - consequências de uma produção voltada para o consumo interno e dependência externa de bens com alto valor agregado, principalmente os bens de capital; logo, influenciando negativamente no processo de desenvolvimento econômico (FURTADO, 2005).

Desta forma, o objetivo central deste artigo é analisar como os fluxos de TITec têm contribuído para o processo de difusão tecnológica nacional, a partir do contexto da abertura comercial da década de 1990, como favorável a um maior acesso às tecnologias externas, que seriam benéficas ao processo de aprendizagem e difusão tecnológica interna. O estudo trata de realizar um esforço de natureza teórica-analítica a partir das observações da literatura schumpeteriana e neoschumpeteriana e de análise estatística descritiva de alguns indicadores de inovação. Para apreciação teórica-analítica dos indicadores será utilizado o modelo de fluxo da inovação e difusão tecnológica de apresentado por Greenhalgh e Rogers (2010). Logo, o texto trata de averiguar se está ocorrendo correspondências positivas entre o processo de TITec observado via BPTec com indicadores básicos de um processo de inovação, a saber: pesquisa científica, P&D, número de empresas brasileiras (aquelas aptas à inovação conforme metodologia da Pintec), percentual de empresas inovadoras, patentes, exportações de produtos e serviços com elevado grau de intensidade tecnológica. Conjuntamente, essas e demais variáveis, dinamicamente, moldam um processo de inovação e difusão tecnológica generalizada por toda economia (GREENHALGH; ROGERS, 2010).

O artigo se estrutura da seguinte forma. A segunda seção discute o BPTec e a TITec como meio de promoção do desenvolvimento econômico. Na terceira seção é apresentado o modelo analítico e as variáveis selecionadas. Na quarta seção, o desempenho dos indicadores de inovação da economia brasileira. Por fim, se encerra com as considerações do trabalho.

2. O BALANÇO DE PAGAMENTO TECNOLÓGICO (BPTec) E A TRANSFERÊNCIA INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA (TITec)

Cunhado pelo manual da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) 1990, o Balanço de Pagamento Tecnológico (BPTec) é um indicador, cuja estruturação de dados recaí sobre conteúdos tecnológicos referentes ao comércio entre países. Fruto de uma necessidade de comparabilidade e acompanhamento da ciência e tecnologia (C&T), e do desenvolvimento econômico, serve como referência para pesquisar os resultados comerciais de tecnologias desincorporadas entre economias. O BPTec tem o desígnio de uniformizar as estatísticas internacionais e, por meio disso, seus dados são indicadores de ciência e tecnologia (C&T) de um país, sendo passível de comparação com outros (OCDE, 1990). Para Mendi (2007) o BPTec é a medida para o comércio internacional de tecnologias por meio de suas estatísticas desincorporadas, em que a ciência e a tecnologia são os principais indicadores.

O BPTec, dentre os vários indicadores de inovação, é um identificador dos resultados do comércio de difusão tecnológica de um país entre as demais economias do mundo, ou melhor, nele são registradas as relações internacionais de conteúdos tecnológicos da economia, seja de transmissão, seja de absorção. Ao tratar o BPTec como um indicador de inovação tecnológica de uma economia, tem-se que nele são lavrados os resultados das transações econômicas de intangíveis, conhecimento técnico e trocas de conteúdo tecnológico entre os países. Além disso, o BPTec serve como meio de comparação entre países (SCARPELLI; KANNEBLEY JUNIOR, 2013). Os resultados das exportações tecnológicas (X_t) e importações tecnológicas (M_t) indica o quanto um país é produtor, vendedor e usuário de tecnologias industriais e conhecimentos científicos direcionados à atividade produtiva de conteúdos tecnológicos, tendo, portanto, o BPTec como uma importante ferramenta analítica para as relações externas, sinalizando as capacidades privativas da própria e as capacidades de terceiros (FURTADO; *et al.* 2011). Esses mesmos autores advertem para as questões interpretativas dos saldos do BPTec, porque não são analogicamente comuns conforme as realizadas ao Balanço de Pagamentos Global (BPG), onde os resultados positivos são os *superávits* e os negativos são os *déficits*. As interpretações devem ir além dessa visão unidimensional, os *déficits* no BPTec podem ser incorporações de conteúdos tecnológicos no sistema produtivo nacional, que conseqüentemente irá agregar valor produtivo, ou simplesmente ampliar o sistema industrial e

tecnológico. Além disso, economias desenvolvidas possuem fortes relações comerciais tanto de absorção de tecnologias externas, bem como saídas de produção tecnológica interna.

De acordo com Çokgüngör (2015), a questão da compra e venda de tecnologia faz parte do processo de competição tecnológica moderno entre as economias, e isso é registrado na subconta das contas correntes do Balanço de Pagamentos Global (BPG). O BPTec inclui, portanto, a transferência internacional de tecnologia por meio de patentes, licenças, pesquisa e assistência técnica, *know-how*. Essas transferências ocorrem em quatro tipos de componentes registrados no BPTec, conforme Çokgüngör (2015, p. 633): i) aquisição de direitos autorais e uso de taxa de licença: isto se dá por meio de contratos para transferência de direitos autorais, uso de patentes e marcas, licenças de uso, entre outros bens intangíveis; ii) serviços de assistência técnica: ocorre por meio de transações entre residentes e não residentes relacionadas à consultoria técnica, à engenharia, à arquitetura; iii) Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) industrial: esforços para o desenvolvimento de pesquisas, novos produtos, relações de experimentos científicos entre residentes e não residentes; iv) outros serviços técnicos: são relacionados aos serviços de consultoria de *softwares*, *hardwares*, e exame de dados, entre demais serviços de informática. Também está incluído serviços de industriais, de mineração e agrícolas.

Barros (2016) destaca que a evolução dos resultados do BPTec é conveniente para definir a competitividade entre os países, ou melhor, é um eficiente indicador. Os saldos podem representar um esforço realizado pela economia como meio de ampliar sua competitividade no cenário internacional. Assim como, é uma mera adaptação da economia aos novos cenários econômicos. Deve se considerar que a competitividade não limita apenas aos custos, mas também ponderar outros fatores que incentivam aumentar o antagonismo econômico do país no cenário internacional; de tal modo, um elo central para tal competitividade é o investimento em elementos intangíveis. A sustentação da competitividade requer esforços institucionais, maiormente, políticas públicas de longo prazo que fomentem a atividade inovativa das empresas, especialmente de P&D. Espera-se, *a posteriori*, elevação da difusão de atividade inovativas e tecnológicas, desencadeamento de patentes, e proteção intelectual para realizar TITec.

Ao passo que ocorre melhora no saldo do BPTec, é perceptível que está ocorrendo o desenvolvimento de melhoria da capacidade tecnológica interna da economia, o que noutra parte, diminui os custos do comércio. Em contrapartida, os indícios de uma maior eficiência do BPTec sinalizam aumento da competitividade internacional da economia por meio do adensamento tecnológico e desenvolvimento econômico, efeito benéfico para as empresas internas, produtividade, e dinâmica da economia. Esses fatores podem ser constatados à medida que ocorrem elevação do saldo positivo do BPTec pela competitividade internacional (TEIXEIRA; BARROS, 2020).

Uma definição mais precisa sobre a TITec, é a característica de que estes fluxos de tecnologias diferem dos demais fluxos comerciais no Balanço de Pagamento Global (BPG). Então, os fluxos dizem respeito aos conhecimentos tecnológicos (bens intangíveis) que são repassados exclusivamente para uma empresa mediante contrato, que retratam direitos explícitos sobre o uso tecnológico, sobretudo pela confiabilidade do conhecimento que envolve o objeto de tecnologia. Com a celebração do contrato, a transmissão do conhecimento é coberta por acordos de licenciamento ou de comunicação do (*know-how*) saber como fazer (OCDE, 1990). Os escopos da TITec são bastantes explícitos e estreitos entre as partes, conforme OCDE (1990, p. 17): i) a operação de transferência tem um conteúdo de tecnologia explícito (não secundário); ii) a transação envolve o contrato entre duas empresas, sendo uma, o transferidor e, a outra, a destinatária, cada uma delas identifica-se como tal; iii) propriedade formal da tecnologia, ou o direito de a utilizar, é transferido em condições comerciais.

Logo, estes termos enquanto delimitações parecem bastantes objetivos, porém, na prática, os contratos de TITec são extremamente complexos, por se tratar de um ambiente competitivo e estratégico entre empresas. A complexidade torna-se mais elevada quando as diferenças econômicas são evidentes, principalmente para a economia menos desenvolvida. Tais complexidades práticas das transações tecnológicas elevam as dificuldades de registros precisos ao BPTec, porque muitas transferências podem não envolver transações financeiras, sobretudo o licenciamento cruzado entre empresas multinacionais (OCDE, 1990).

Os fluxos de transferências de tecnologias entre os países podem ocorrer sobre variadas formas e diferentes canais (contrabando; espionagem; mobilidade de trabalhadores; conhecimento organizacional;

know-how; patentes e licenças; normas e métodos de produção, e investimentos estrangeiros) CHIARINI (2014). A tecnologia está desenhada sobre um arranjo institucional e organizacional, o que por consequências limitam sua comercialização e transferência de modo irrestrito. Em parte, isso apresenta problemas de alocação da inovação sobre as questões das incertezas e domínio do conhecimento. Isso porque a tecnologia embutida assume diversas formas, desde no formato de patentes e licenças ou sobre a configuração de conhecimento tácito embutido em máquinas, pessoal e processos (RADOSEVIC, 1999).

De acordo com Furtado *et al.* (2011), nenhum país é independente para produzir totalmente seu conhecimento, sua ciência, tampouco sua tecnologia necessária para dinamizar o seu sistema econômico, e satisfazendo as necessidades produtivas e sociais, seja de bens materiais, seja de bens imateriais. Por mais que se tente uma autossuficiência de todo o processo de inovação, sempre ocorrerá uma dependência de uma capacidade de terceiros para complementar os resultados pretendidos. Isso faz parte de um complexo processo competitivo e de ampliação de mercados. Neste aspecto, os fluxos de transferência de tecnologias interpaíses são captadas, em partes, pelos fluxos de tecnologia do BPTec.

As empresas nacionais e estrangeiras se relacionarem com conteúdo tecnológicos sob a forma de parceria e contratos. Geralmente, parte do fluxo tecnológico ocorrem por meio de investimentos diretos de uma determinada economia num outro país. Os Investimentos Estrangeiros Diretos (IED) podem acontecer de duas formas: *greenfield* (para nova firma); *brownfield* (aquisição de uma firma nacional). Os investimentos do tipo *greenfield* geralmente trazem consigo transferência de conhecimento e conteúdos tecnológicos, em grande medida, se adaptando ao estágio de desenvolvimento da economia local. Em suma, os IEDs realizados numa economia incluem transferência de tecnologias e, invariavelmente, estão interligados ao BPTec, mesmo que contabilmente implícito (FURTADO; *et al.*, 2011). A TITec faz parte de um processo extremamente complexo e de várias visões do seu potencial. Pois, a TITec não se limita apenas as questões de transmissão de *know-how* necessário para produção no destinatário, contudo, a perspectiva que deste conhecimento imediatista possa desenrolar, posteriormente, pelo processo de aprendizagem tecnológica a capacidade de desenvolvimento e domínio próprio de novos conteúdos tecnológicos de forma autônoma subjacente aos novos produtos.

A transferência de tecnologia para ser bem-sucedida depende de um aparato institucional formado por cientistas de organizações privadas, pesquisadores de universidades, todos de modo interligado à indústria com intuito de ampliação de desenvolvimento tecnológico no mesmo produto (incremento de sofisticação) ou nova tecnologia (MAICHER; *et al.*, 2019). Isso remete à ideia de um sistema de inovação composto de vários agentes em sinergias. De acordo com Maicher; *et al.*, (2019), a TITec é o principal meio de política adotada entre os países para construção de uma sociedade empreendedora. Não se pode desunir destas ações o papel das intuições de pesquisa, diga-se, as universidades, as quais fazem parte de um sistema de inovação. Neste caso, as pesquisas universitárias são integradas a outras instituições para criar uma missão estratégica, seja regional, seja nacional, resultando em inovações tecnológicas. Essa integração, uma tríade entre universidades, governo e empresas, como objetivos de criação, difusão e uso tecnológico. Noutra ponta, os resultados esperados da tríade é geração de renda e *royalties*, entre outros resultados econômicos, financeiros, principalmente, o aprendizado tecnológico.

Para Ciborowski e Skrodzka (2020), a TITec é parte do sistema econômico de criação, aplicação, e maior eficiência econômica na atividade produtiva das empresas. Os fluxos de tecnologia representam o ritmo da convergência tecnológica entre países, tanto no aspecto endógeno das empresas nacionais pela procura de novos conhecimentos, como pelo processo de transferência para países importadores. Essa aquisição pelos países estrangeiros é uma forma de gerar ganhos de produtividade e intensidade tecnológica, o que pode favorecer ao longo do tempo se incluir no complexo processo de desenvolvimento de inovações tecnológicas. O processo de transferência de tecnologia, sobretudo, sua absorção nas atividades produtivas são elementares para o desenvolvimento econômico. Atrelado às questões de transferência de tecnologia, os países em desenvolvimento, tal qual o Brasil, principalmente quando orientados politicamente por instituições externas, devem se esforçar para desenvolverem políticas internas autônomas, que facilitem a transferência de tecnologias, a regulamentação financeira, concorrência e competitividade. Os países que não estão na fronteira tecnológica, adotar como estratégia a TITec torna-se mais viável que o desenvolvimento original próprio, o que é uma alternativa para reduzir a lacuna de produtividade entre os principais países industrializados mais rapidamente (STIGLITZ, 1999).

A criação, a difusão e o progresso inovativo tecnológico são fenômenos globais. Neste caso, a TITec ocorre sobre um delicado processo que assegure a eficiência e rentabilidade de seu conteúdo comercializado. A estratégia aos países receptores necessita do desenvolvimento de um sistema capaz de impactar na dinâmica do crescimento econômico, sem este sistema sólido, os efeitos são da TITec tendem a serem negativos. Isso requer das entidades econômicas com habilidades de criar soluções próprias para gestão tecnológica, bem como a capacidade de desenvolvimento de suas inovações tecnológicas, o que também depende das organizações, instituições e fontes de financiamento. Assim, dar impulso ao desenvolvimento econômico (CIBOROWSKI; SKRODZKA, 2020).

Um importante ressalva trazida por Radosevic (1999) são as implicações sistêmicas inerentes ao próprio surgimento de novas tecnologias, em âmbito global da TITec. De modo objetivo, isso significa maiores dificuldades para as economias em processo de desenvolvimento econômico, devido aumento das dificuldades externas impostas pelos países líderes na criação destas tecnologias. Noutras palavras, a facilidade de acesso à TITec, e apropriação pelos seus canais se tornou uma espécie de “caixa-preta”, isto é, são difíceis de “abrir” ou desenvolver um processo de reengenharia reversa e emulação. Sendo assim, em alguns casos, a TITec não se torna um canal alternativo do processo inovativo tecnológico. Isso, fruto tanto de aspectos legais que protegem as invenções, bem como, pela blindagem tácita e científicas, o que requer uma infraestrutura tecnocientífica bastante avançada para domínio rápido, cujos elementos centrais são: capacidades e habilidades em educação e capacidade *know-how*, e integração produtiva.

Assim sendo, os produtos e serviços tecnológicos transacionados internacionalmente, assim como seu valor agregado, têm elevados custos. Neste caso, obviamente, maiores serão os ônus para os países com forte dependência tecnológica; e, elevados ativos para as economias bem-sucedidas no processo de inovação e transação de seus resultados tecnológicos (WEI, 1995). Outra importante vertente de acesso às tecnologias são os “mercados de tecnologias” em que elas podem ser adquiridas por empresas que não desenvolvem suas próprias tecnologias tecnológico (ARORA, FOSFURI & GAMBARELLA, 2001).

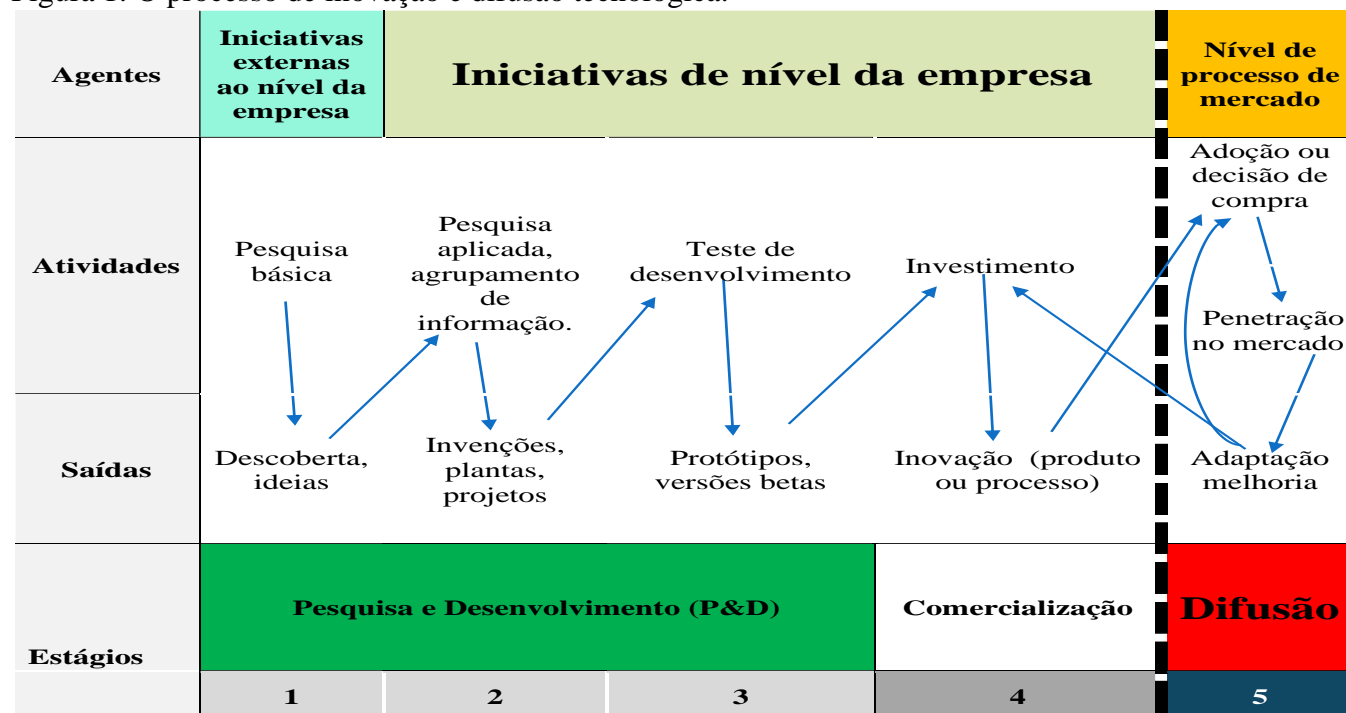
3.0 MODELO TEÓRICO-ANALÍTICO DE INOVAÇÃO E DIFUSÃO TECNOLÓGICA

Com o foco de percorrer o caminho do processo de inovação e difusão tecnológica apresentado por Greenhalgh e Rogers (2010) serão analisados na sequência diversos indicadores selecionados referentes ao processo inovativo, os quais são subdivididos por estágios. O Brasil demanda tecnologias externas conforme as estatísticas apresentadas no BPTec (gráficos 9 e 10), também retratada na história econômica brasileira.

A difusão tecnológica é base de sustentação dos avanços econômicos, assim, promovendo o progresso técnico, isto por meio de um processo contínuo de mudanças engendradas pelas empresas inovadoras (FURTADO, 2006). Por essa razão, os resultados são centrados em esforços e variáveis determinantes do processo de inovação, em que a própria dinâmica da inovação é tanto incremental (aperfeiçoamento inovativo das tecnologias existentes) como radical, ou seja, existe um convívio e complemento entre as velhas e novas tecnologias ao longo do tempo. Assim sendo, é indissociável a dinâmica entre o processo de geração e difusão tecnológica (SILVERBERG, 1990 *apud*. FURTADO, 2006). Para Greenhalgh e Rogers (2010), a gênese da inovação tecnológica têm diversas fontes e o processo está distribuído em vários estágios; no entanto, apesar de bem definidas, não é um modelo linear, porque há várias peculiaridades no caminho, questões intrínsecas da natureza e complexidade e incertezas da própria trajetória da inovação.

Apoiando-se no modelo de processo de inovação e difusão tecnológica representado em Greenhalgh & Rogers (2010), ele possui cinco estágios: os estágios do 1 ao 3 são condicionados ao conhecimento, protótipos iniciais e novos produtos e processos. O estágio 4 significa a consolidação da inovação, ou seja, quando ela é inserida no mercado definitivamente. Em seguida, o estágio 5 e último, é a difusão generalizada deste novo produto ou processo no mercado, isto é, as inovações passam a ter características dinâmicas.

Figura 1: O processo de inovação e difusão tecnológica.



Fonte: Adaptado de Greenhalgh & Rogers (2010, p. 7).

Em suma, os três primeiros estágios são relacionados ao processo de geração; o quarto a consolidação da inovação; e, por fim, o quinto e último, o processo dinâmico pela difusão. Assim, a figura 1 ilustra de forma resumida os agentes, atividades, resultados e estágios de todo o processo de inovação e difusão tecnológica, e será referência de análise do caso brasileiro.

Quadro 1 – Indicadores por estágios do modelo

ESTÁGIO	INDICADORES	BASE DE DADOS
1	Pesquisadores <i>per capita</i> ; Publicações Científicas Empresas aptas à inovação	Banco Mundial; IBGE/Pintecs
2	Depósito de patentes	INPI
3	Concessão de patentes	INPI
4	Gastos em P&D; Empresas que inovaram (%); Incidência sobre a receita líquida de vendas dos dispêndios realizados, nas atividades inovativas e internas de P&D; Exportações por intensidade tecnológica (comercialização).	Banco Mundial; IBGE/Pintecs; CNI
5	BPTec	INPI

Fonte: Elaboração própria

Diante disso, para cada estágio serão analisadas algumas variáveis que refletem o processo de inovação e difusão tecnológica, no caso brasileiro, como destacado no quadro 1

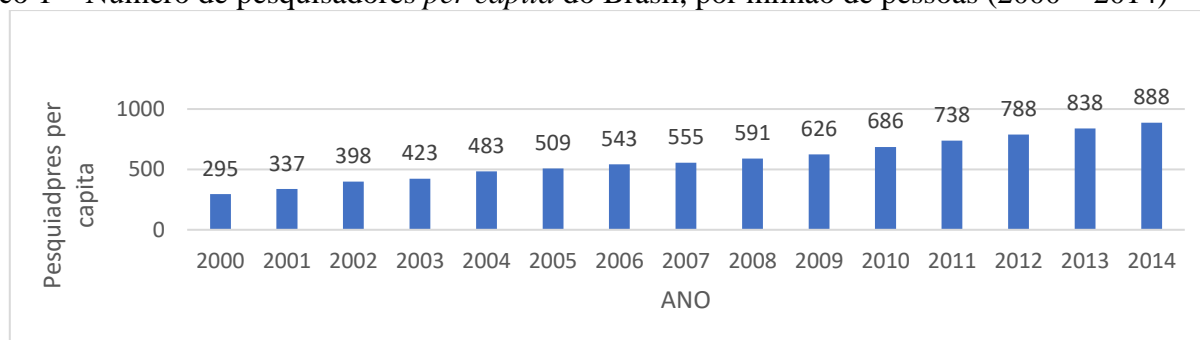
4. ANÁLISE DOS INDICADORES DO PROCESSO DE INOVAÇÃO E DIFUSÃO DO BRASIL

Esta parte final tem como objetivo percorrer o caminho do processo de inovação e difusão tecnológica apresentado por Greenhalgh & Rogers (2010), analisando cada estágio.

4.1 Estágio 1: pesquisadores, pesquisas científicas, empresas e patentes.

Inicialmente, os três indicadores de partida são: pesquisadores *per capita*, número de pesquisa científica nacionais e a quantidade de empresas da economia brasileira (empresas aptas à inovação, conforme metodologia da Pintec). Conforme Kim (2003), o desenvolvimento de recursos humanos é a principal base do conhecimento, ou seja, a educação é indissociável do processo de inovação e difusão tecnológica. Tanto a Coréia do Sul como outras economias desenvolvidas obtiveram êxito no progresso econômico por meio dessa variável. O gráfico 6 indica a trajetória do número de pesquisadores brasileiros, entre os anos 2000 e 2014.

Gráfico 1 – Número de pesquisadores *per capita* do Brasil, por milhão de pessoas (2000 – 2014)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Banco Mundial (Indicadores de Desenvolvimento Mundial, 2022).

Em Kim (2003; 2006) – o desenvolvimento de conhecimento científico é um dos principais mecanismos de transição tecnológica de uma economia para o desenvolvimento econômico. Diante das estatísticas apresentadas no gráfico 6, é perceptível o crescimento do número de pesquisadores *per capita* no Brasil, triplicando ao longo dos quinze anos. No entanto, mesmo com o crescimento, ainda exprime um problema crônico, isto é, a baixa densidade de pesquisadores disponíveis na economia brasileira, assim como, é fragorante a baixa quantidade de pesquisadores desde o ano 2000. Apesar que desde 2014 o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) não divulgar mais os dados da quantidade de pesquisadores, utilizando os dados da CAPES e da última Pintec, estima-se que este indicador cresceu aproximadamente 3,9% (UNESCO, 2021, p. 17) – então, o número *per capita* é próximo de 920 em 2017. Observando os números de pessoas pelo nível de qualificação superior e pós-graduados, empregadas em atividades de P&D nas empresas brasileiras que implementaram inovações, é perceptível importantes avanços na absorção destes profissionais ocupados em atividades de pesquisa para inovação.

Tabela 2 - Nível de qualificação de pessoas que trabalhavam com as atividades de P&D

Pintec	2000	2003	2005	2008	2011	2014	2017
Graduados	17.161	18.674	38.071	35.051	41.827	36.961	41.254
Pós-graduados	2.953	3.121	11.283	10.292	7.650	9.901	11.231
Total	20.114	21.795	49.354	45.343	49.477	46.862	52.485

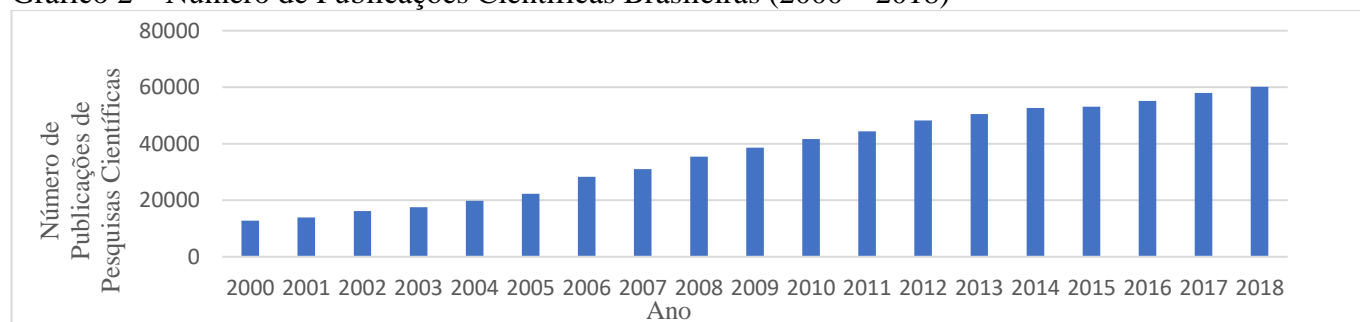
Fonte: IBGE/Pintecs

Nesta sequência, outro importante indicador é o número de pesquisas científicas realizadas no Brasil. A pesquisa científica é um dos elos centrais entre a inovação e o desenvolvimento tecnológico. Também, além da questão de política e planejamento econômico, seja por um sistema de inovação (SI), seja pelos centros de pesquisa e tecnologias (CTs), as pesquisas científicas são um dos eixos de efetivação das inovações tecnológicas. As pesquisas científicas também são meios alternativos de desenvolvimento de tecnologias já estabelecidas no mercado, isto significa que, a pesquisa é o principal caminho para aprendizado tecnológico e o processo de emulação, reengenharia e imitação de tais tecnologias de advindas dos canais de transferência de tecnologias, constatado por Kim (2003; 2006).

O gráfico 2, representa o número de pesquisas científicas publicadas em áreas correlatas com a inovação tecnológica. É notável a trajetória crescente entre os anos 2000 e 2018 do número de pesquisas

científicas brasileiras publicadas internacionalmente. Consoante a UNESCO (2015), embora o Brasil tenha apresentado essa trajetória positiva de crescimento nesses anos, também, expandido o ensino superior (graduação e pós-graduação), a produtividade do trabalho ainda é muito baixa, ou seja, o país não consegue transformar partes dos resultados científicos em vertente inovativa e tecnológica. O Brasil, assim como os demais países da América Latina, se prenderam no “*boom das commodities*” (2004 e 2012) – porém, com o fim da força desse ciclo, essas economias se encontram estagnadas ou em decréscimo econômico. Em contrapartida, mesmo com avanços em educação e pesquisa científica, os países latino-americanos, sobretudo o Brasil, pouco souberam aproveitar o “*boom das commodities*” para impulsionar a competitividade tecnológica (UNESCO, 2015).

Gráfico 2 – Número de Publicações Científicas Brasileiras (2000 – 2018)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Banco Mundial (Indicadores de Desenvolvimento Mundial, 2022).

A Pesquisa de Industrial de Inovação Tecnológica (Pintec) desenvolvida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), traz uma importante base de dados sobre as empresas brasileiras e inovação tecnológica. A tabela 1 apresenta o número de empresas com 10 ou mais pessoas ocupadas, referentes à indústria de transformação, indústria extrativa; e, eletricidade, gás e serviços selecionados (inseridas a partir da Pintec 2011) - estas divididas por indicadores setoriais, nacionais e regionais ligadas às atividades de inovação desempenhadas pelas empresas brasileiras. Recapitulando, tanto para Schumpeter (1912), conseqüentemente, os neoschumpeterianos, a unidade de inovação são as empresas, pois é por meio delas que a dinâmica e a geração de valor acontecem. Por isso, a quantidade e o comportamento das empresas é um importante indicador de inovação tecnológica de uma economia.

A Tabela 1, apresenta os números de empresas que atendem os requisitos metodológicos da Pintec, não necessariamente, todas inovam (o gráfico 6 apresenta o número total de empresas que inovam). Também é apresentado o percentual de mercado do porte da empresa, o que nitidamente é expresso por micro e pequenas empresas. Os dados informados apresentam números crescentes de empresas entre os anos de 1998 até 2014. No entanto, entre 2014 e 2017 houve um decréscimo bastante significativo de 11,74% (menos 15.297 empresas). Conseqüências cíclicas da crise política e econômica dos últimos anos, o que tende impactar ainda mais os investimentos em P&D no Brasil, sobretudo, por ser em grande parte advindos de fontes públicas (DE NEGRI; et al., 2020).

Tabela 1 – Número de empresas que atendem aos requisitos da PINTEC e participação percentual.

PINTEC/ANO	Número de Empresas	Números por porte da Empresa			
		Micro	Pequena	Média	Grande
[1998-2000]	72.005	47.082	17.086	6.475	1.360
		65,4%	23,7%	9,0%	1,9%
[2001-2002]	84.262	55.127	21.195	6.576	1.364
		65,4%	25,2%	7,8%	1,6%
[2003-2005]	95.301	62.487	23.758	7.417	1.638
		65,6%	24,9%	7,8%	1,7%
[2006-2008]	106.862	69.049	27.993	8.016	1.805
		64,6%	26,2%	7,5%	1,7%
[2009-2011]	128.699	83.856	33.480	9.134	2.230
		65,2%	26,0%	7,1%	1,7%

[2012-2014]	132.529	88.400	32.552	9.336	2.240
		66,7%	24,6%	7,0%	1,7%
[2015-2017]	116.962	78.659	28.058	8.266	1.979
		67,3%	24,0%	7,1%	1,7%

Fonte: IBGE (PINTECs).

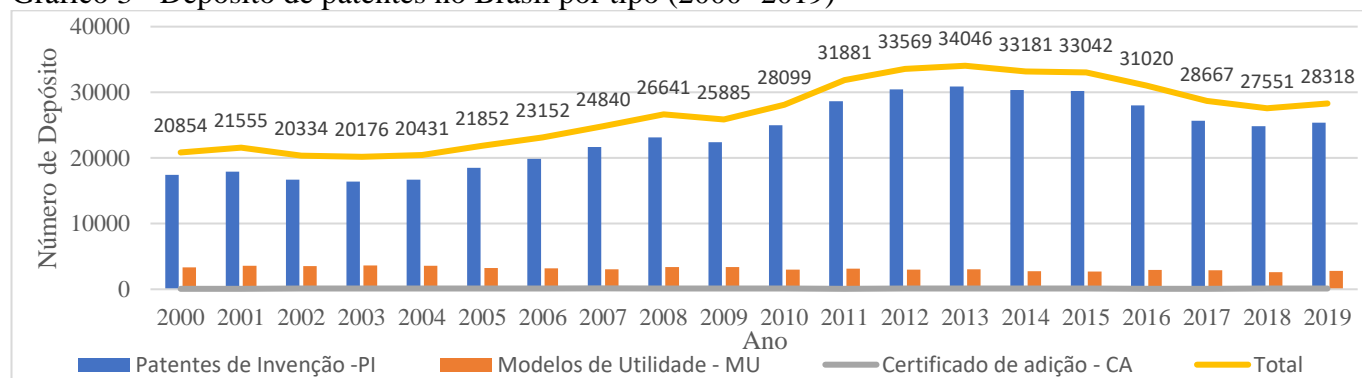
Por outro lado, também diagnostica uma certa linearidade entre os portes das empresas ao longo do tempo. Isso significa que entre os anos de 1998 e 2017 cresceram quantidade de empresas, mas os portes continuaram distribuídos na mesma proporção. Pela última Pintec (2017) a distribuição entre microempresa, pequena, média e grande é respectivamente: 67,3%, 24%, 7,1% e 1,7% - ou seja, pouca variação entre todos os anos anteriores, conforme a série histórica da Pintec iniciada no ano de 1998. Também é notável que aproximadamente 90% das empresas são distribuídas entre micro e pequenas empresas. De acordo com Kannebley Júnior; *et al.*, (2004), existe uma relação direta entre o porte da empresa e suas taxas de inovação³, isto é, empresas médias e grandes têm capacidades maiores de inovação comparativamente às micro e pequenas empresas.

4.2 Estágio 2: Patentes

Nesta sequência do processo de inovação e difusão tecnológica, as patentes são meios de proteção aos incentivos e os esforços inovativos. No BPTec, as patentes são aquisições ou vendas de direitos autorais Çokgüngör (2015), portanto, um canal de transferência de tecnologia. De acordo Barros (2016), o desencadeamento de patentes são mecanismos de proteção intelectual, características da TITec, e meios para aumentar a difusão tecnológica na economia. Para Radosevic (1999) a TITec assume diversas formas, uma delas, são as patentes e licenças que se resumem em conhecimento tácito desenvolvido. Então, as patentes são importantes indicadores do processo de transformação de conhecimento científico em produtos tecnológicos de uma economia (MOURA; *et al.*, 2019).

O gráfico 3, apresenta o total de patentes depositadas no Brasil agrupadas em residentes e não residentes, entre os anos 2000 e 2019. Predominantemente, o principal tipo de depósito que ocorre no Brasil é do tipo patente de invenção (PI). As patentes modelo de utilidade (MU) se manteve uma certa linearidade ao longo período da série.

Gráfico 3 - Depósito de patentes no Brasil por tipo (2000- 2019)



Fonte: INPI, 2021. Fonte: INPI, Assessoria de Assuntos Econômicos, BADEPI v7.0.

Já as patentes do tipo certificado de adição representam um pequeno percentual, em torno de 0,5% dos pedidos totais anuais (INPI, 2021). Notadamente, ocorreu ascensão positiva do total de depósitos até o ano de 2013, todavia, desde então o número total anual de depósito vem decaindo junto ao INPI. De acordo com Moura; *et al.* (2019), apesar do aumento dos índices de depósito de patentes nos últimos anos, esse não necessariamente representa esforços nacionais de promoção de CT&I. Além disso, existe uma

³ As taxas de inovação total das empresas conforme as Pintecs/IBGE são: 1998/2000 - 31,5%; 2001/2003 - 33,3%; 2003/2005 - 33,4%; 2006/2008 - 38,6%; 2009/2011 - 38,8%; 2012/2014 - 36%; 2015/2017 - 33,6%.

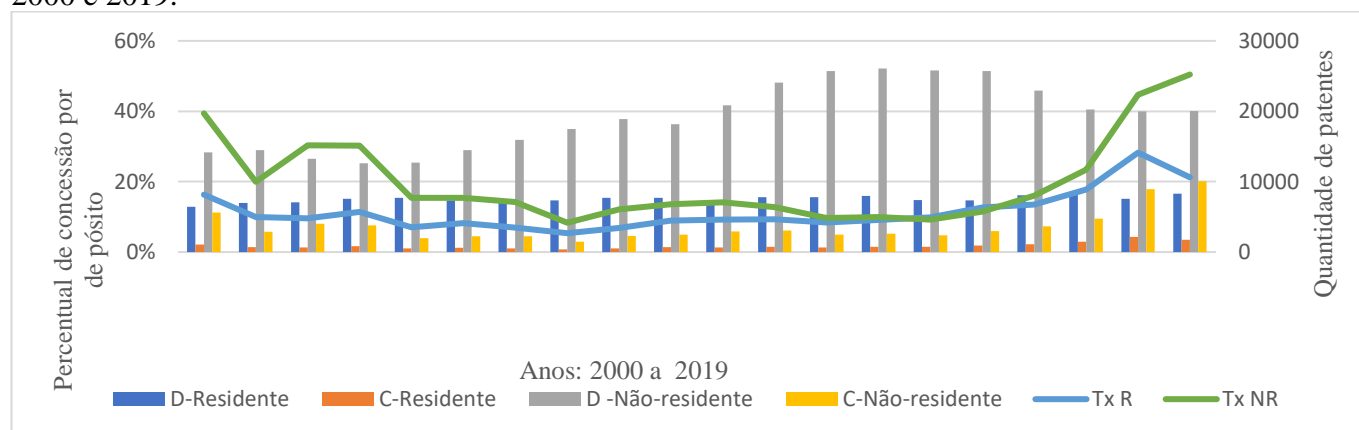
predominância de áreas (saúde, higiene e fármacos) e tecnologia da informação e eletrônica; ainda, os principais depositantes são empresas transnacionais.

A Unesco (2021) traz que a queda do número de patentes brasileiras deve ser uma importante preocupação política do setor industrial nacional. De acordo com ABDI (2017), as questões ligadas às patentes e propriedade intelectual do Brasil não atende toda a dinâmica de um modelo econômico que privilegia as atividades tecnológicas. Neste caso, é preciso repensar e redesenhar novos processos que possam dar fluidez ao sistema inovativo, dentre eles, redução do tempo de análise do INPI. Isso significa que o modelo atual é desestimulante e impeditivo para aumentar o número de depósitos de patentes no Brasil. Em contrapartida, os países mais avançados economicamente aperfeiçoaram seus sistemas e dão condições institucionais, também buscam investir em mercados abertos e mais dinâmicos, ou seja, ambientes econômicos mais eficientes (ABDI, 2017).

4.3 Estágio 3: Concessões de patentes

Já o gráfico 4, apresenta o número de depósitos e concessão de patentes junto ao INPI entre os anos 2000 e 2019. Nitidamente, tanto o volume de depósito quanto o de concessão recaem sobre os não residentes, ou seja, conhecimento gerado no exterior e sendo patenteado no Brasil. As linhas do referente gráfico demonstram que as taxas de concessões por depósitos, expressivamente, os não residentes detêm as maiores taxas de concessões. Nos últimos anos (2018 e 2019) as linhas apresentam que o número de concessões dos não residentes se elevaram, enquanto dos residentes diminuíram, ou seja, aumento das diferenças entre conhecimento gerado em âmbito nacional e externo.

Gráfico 4. Depósito e concessão de patentes por residente e não residentes, e taxa de concessão, entre anos 2000 e 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir das estatísticas dos indicadores de propriedade Industrial, INPI, 2021.

Nota: D = Depósito; C = Concessão; Tx R = Taxa de concessão residentes; Tx NR = Taxa de concessão não residentes. As barras são quantidades, e as linhas o percentual. Não foram computados os dados por não identificação do 1º depositante ou da origem do 1º depositante.

Conforme Unesco (2021), o número de publicações brasileiras aumentou nos últimos anos, embora, o volume de patentes requeridas por brasileiros nos principais mercados globais não se alterou, mantendo-se em um patamar muito baixo, isto significa que as patentes crescem a um ritmo mais lento do que as publicações.

Sendo assim, o Brasil tem produção tecnológica relevante do ponto de vista de pedidos de proteção industrial via patentes, no entanto, essa relevância perde foco quando se compara com as taxas de inovação, ou melhor, a capacidade de gerar valor entre invenção e comercialização têm poucos impactos no ambiente inovativo brasileiro. O Brasil apresenta indicadores de transferência de tecnologia (ver gráficos 9 e 10) via aquisição dada quantidade contratos celebrados, no entanto, não realiza a absorção e efetiva aprendizagem tecnológica.

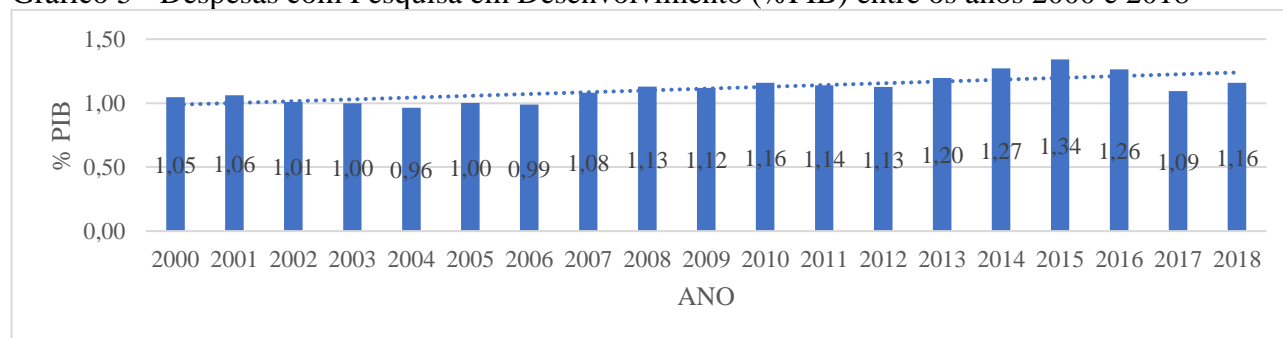
4.4 Estágio 4: Gastos em P&D; Empresas que inovaram (%); Incidência sobre a receita líquida de vendas dos dispêndios realizados, nas atividades inovativas e internas de P&D; Exportações por intensidade tecnológica (comercialização)

Os investimentos são partes das rotinas básicas das empresas que inovam. Também, são pelos níveis de investimentos e os estágios de P&D que os países se diferenciam uns dos outros, porque isso é um dos fatores de desenvolvimento de competências técnicas e expansão da organização industrial (DOSI; PAVITT; SOETE, 1990). Os paradigmas tecnoeconômicos trazem consigo diversas oportunidades de investimos e inovações tecnológicas, ou seja, a capacidade das firmas realizarem aperfeiçoamento dos produtos, processos, técnicas, organizacionais e administrativas (FREEMAN; PEREZ,1988). Neste aspecto, os investimentos em P&D torna-se o principal meio de mudanças das trajetórias tecnológicas, porque destes investimentos são esperados resultados econômicos mais eficientes e eficazes das empresas.

Por mais difícil que seja determinar a trajetória econômica, seu principal meio ocorre pelas interações entre novos investimentos, tendências, somando-se a isso todo processo cumulativo de conhecimento a disposição (DOSI, 2006). Logo, os investimentos em P&D são elementos centrais da dinâmica econômica por meio dos impactos das inovações no sistema econômico (FREEMAN, 1995).

Diante disso, nesta perspectiva de investimentos em P&D, o gráfico 5 apresenta as despesas relacionadas a esta variável entre os anos 2000 e 2018. Uma das principais inferências é a baixa variação entre os níveis percentuais das despesas por PIB, mantendo-se quase inalterados, oscilando entre o mínimo de 0,96% e máximo de 1,34% conforme os dados do (Indicadores de Desenvolvimento Mundial - Banco Mundial, 2021).

Gráfico 5 - Despesas com Pesquisa em Desenvolvimento (%PIB) entre os anos 2000 e 2018



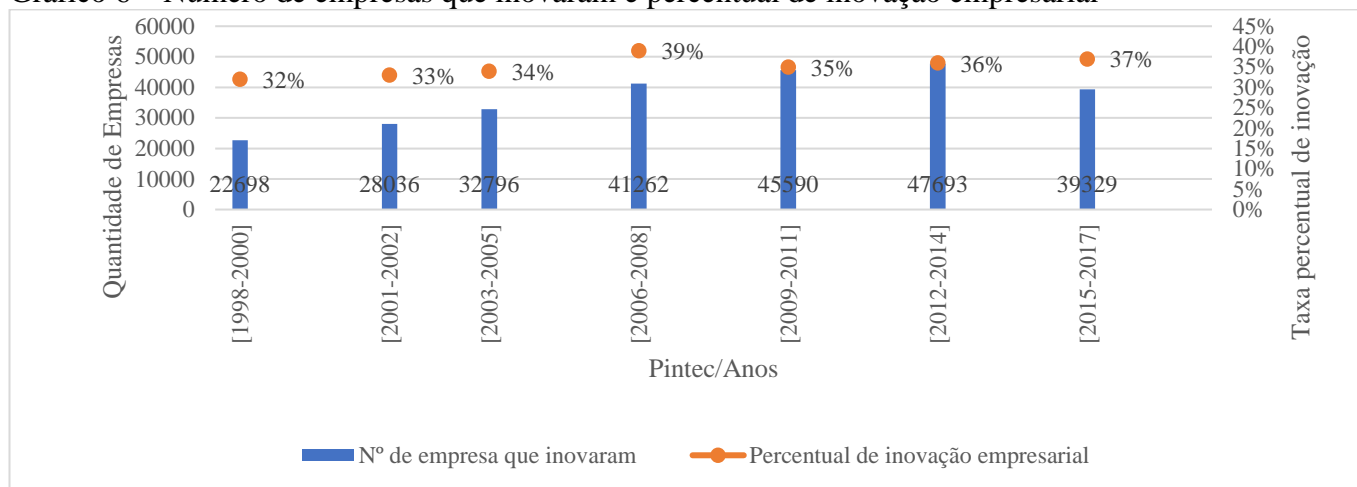
Fonte: Banco Mundial (Indicadores de Desenvolvimento Mundial).

Os baixos investimentos em P&D no Brasil tem correlação direta com o grau de adensamento produtivo das empresas nacionais em comparação aos gastos dos países economicamente líderes (MORCEIRO, 2018). Os investimentos em P&D do Brasil são liderados pelo setor público que, indiretamente, também exerce o papel de ser o principal financiador de pesquisa científicas e de institutos públicos, ou seja, a inovação acontece, em partes, a reboque do Estado. O mesmo autor ratifica que as empresas transnacionais também estão com baixo desenvolvimento tecnológico no Brasil. Consequentemente, ambos os efeitos impactam diretamente na absorção de qualificação profissional (pesquisadores) e centros de P&D para geração de CT&I.

O gráfico 6 reflete o número de empresas que realizaram inovações tecnológicas de produtos ou processos entre os anos de 1998 e 2017, em comparação à Tabela 1. Apesar da trajetória crescente do número de empresas que aplicaram inovações ao longo deste período, do total de empresa que estão aptas a inovarem pelos critérios do IBGE/Pintec, o percentual permanece baixo de empresas que realizam algum tipo de inovação, não rompendo à barreira de 40% do total. Uma das possíveis explicações desta baixa dinâmica de inovação tecnológica das empresas brasileiras pode estar diretamente vinculada à estagnação e redução dos setores industriais brasileiros mais dinâmicos à nova revolução tecnológica (paradigma das TICs) – isto significa que a indústria brasileira (ou empresas) estão presas, em grande parte, ao paradigma anterior fordista, setor primário de *commodities* agrícolas e industriais. Do ponto de vista do novo paradigma da microeletrônica (setor intensivo em tecnologia), o cenário industrial brasileiro é bastante

preocupante com a baixa inserção e dinâmica, reflexos do processo de desindustrialização brasileira (AREND, 2015).

Gráfico 6 – Número de empresas que inovaram e percentual de inovação empresarial

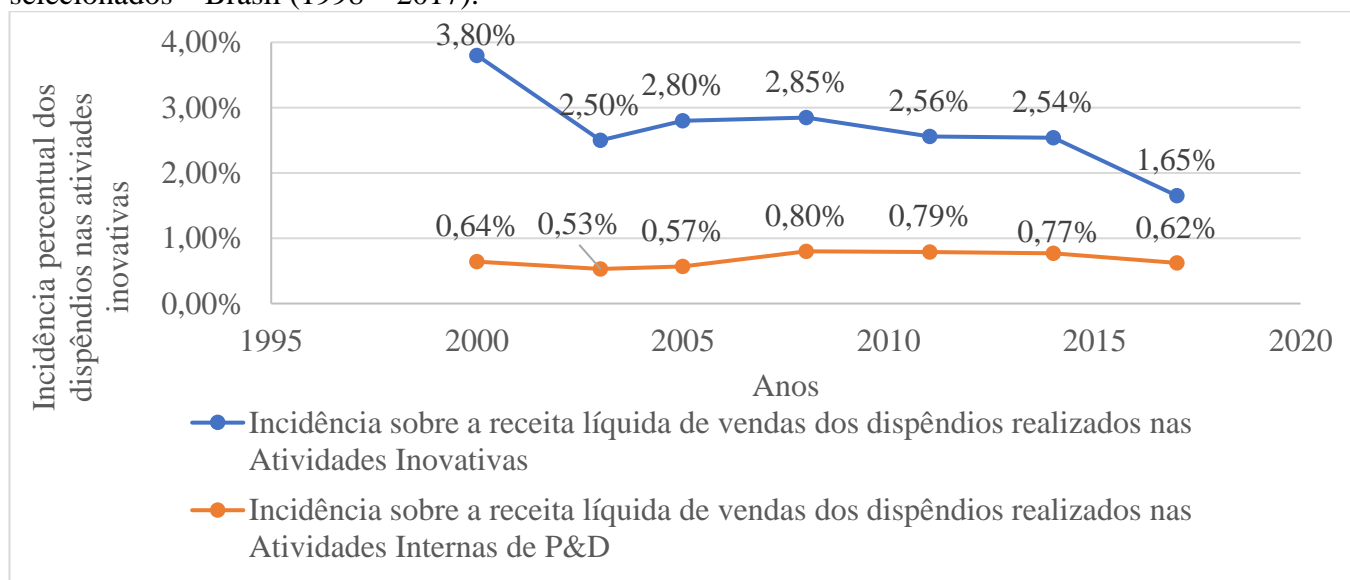


Fonte: Elaboração do autor com base nos dados IBGE (PINTECs).

Neste caminho da inovação tecnológica, acompanhar a intensidade do dispêndio de P&D no total das atividades inovativas sobre a receita líquida das empresas é bastante salutar. Este indicador é o parâmetro de impacto do percentual da receita de vendas investido em atividades internas de P&D, disponibilizado pelas Pintec/IBGE.

O gráfico 7 apresenta a incidência dos gastos:

Gráfico 7 - Incidência sobre a receita líquida de vendas dos dispêndios realizados, nas atividades inovativas e internas de P&D, segundo as atividades da indústria, do setor de eletricidade e gás e dos serviços selecionados – Brasil (1998 – 2017).



Fonte: PINTECs (1998 – 2017) /IBGE

Os dados de incidência inovativa torna a revelar um comportamento decadente entre os anos de 1998 e 2017, no que diz respeito às atividades inovativas das empresas brasileiras para viabilizarem seu processo de inovações tecnológicas. De forma macro, a maioria das indústrias diminuiu os esforços inovativos quando comparada a relação entre os dispêndios de inovação tecnológica e as receitas líquidas de vendas. Com relação à incidência sobre a receita líquida de vendas pelos dispêndios realizados nas atividades inovativas internas das empresas, percebe-se pouca variação percentual entre os anos 1998 e

2017, isto é, essa estabilidade demonstra uma baixa dinâmica de investimentos em P&D e demais atividades inovativas nas empresas. Em suma, isso representa o baixo progresso na cadeia produtiva brasileira no tocante às inovações tecnológicas.

A tabela 2 apresenta as implementações inovadoras de produtos e processos nas empresas brasileiras entre os anos de 1998 e 2017.

Tabela 2 - Implementações de inovações de produto e de processo das empresas brasileiras, 1998 - 2017

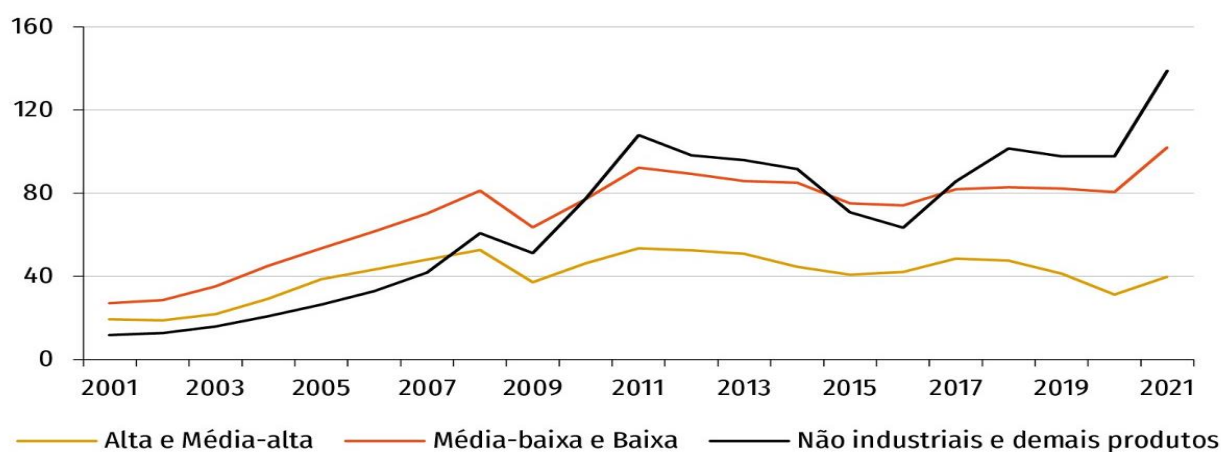
Pintec/Ano	Produto		Processo	
	Novo para a empresa	Novo para o mercado nacional	Novo para a empresa	Novo para o mercado nacional
2000	10.355	2.975	16.753	2.000
2003	15.234	2.297	21.943	1.023
2005	16.725	3.388	24.821	1.740
2008	21.992	4.728	32.891	2.536
2011	19.120	5.299	38.335	3.136
2014	20.283	5.541	40.090	3.664
2017	17.838	5.602	30.641	4.098

Fonte: IBGE/Pintecs

Como pode ser observado, as inovações de produtos para a empresa apresentam crescimento contínuo até o ano 2008; nos anos seguintes (2009 – 2011) ocorre uma diminuição do número de inovações implantadas. No triênio (2015 – 2017) as inovações produto novo para a empresa tem redução de 12,05%. Com relação às inovações de produto para o mercado nacional ocorreu crescimento em todo o período. As inovações de novo processo para a empresa entre os anos 1998 e 2014, o número de inovações mais que dobrou. No entanto, para o triênio (2015 – 2017) houve uma diminuição do número de inovações de processo em 23,57%, em comparação ao triênio anterior. Já as inovações de processo para o mercado nacional, exceto no triênio (2001 – 2003) - ao longo de grande parte do período obteve expansão positiva.

O gráfico 8 apresenta o comércio de bens por intensidade tecnológica (baixa, média e alta). A primeira evidência a ser observada nesse gráfico é a expansão do comércio de produtos não industriais em detrimento dos industriais, isto é, produtos relacionados à *commodities* e de baixo valor agregado.

Gráfico 8 – Comércio de bens por intensidade tecnológica, Brasil, (2001 – 2021), em bilhões de Dólares.



Fonte: Elaborado pela CNI com dados da Funcex data, disponível no Portal da Indústria.

Quanto à pauta de exportação (comercialização) de bens por intensidade tecnológica brasileira entre os anos 2001 a 2021, é notável a perda de competitividade do setor industrial, principalmente de alta e média tecnologia, o que é evidenciado pelo não avanço das receitas de exportações, em Dólares, apresentado uma estagnação ao longo tempo, ou seja, o Brasil perde força nessas categorias devido a baixa competitividade de seus produtos. Sendo assim, sobre as exportações brasileiras de manufaturados é cada vez menor a participação mundial. Esse fenômeno é observado desde a década de 1990, o que aponta uma

diminuição relativa da atividade produtiva industrial, que ao longo de vinte anos tem uma redução de aproximadamente 1,28% pontos percentuais (3,26% em 1997 para 1,98% em 2017) na participação mundial de exportações de produtos manufaturados (PORTAL DA INDÚSTRIA - CNI, 2018).

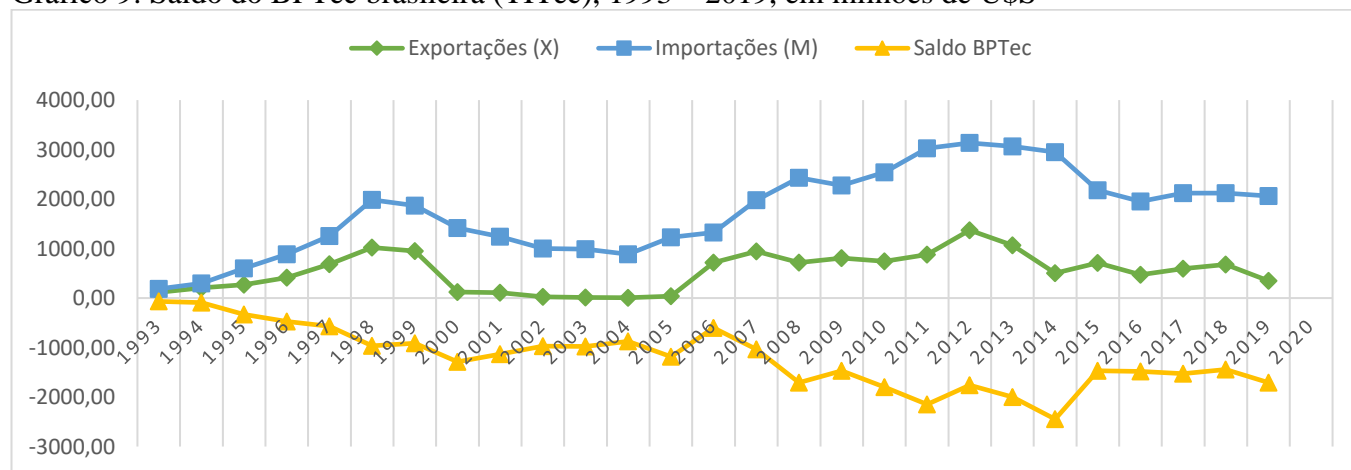
Conforme Chacon (2012), quando se observa a pauta de comércio mundial brasileiro em produtos tecnológicos se torna evidente a baixa produção local, principalmente para os produtos de média e alta intensidade tecnológicas. Observa-se, portanto, que o fenômeno da dinâmica industrial do Brasil cada vez mais vem perdendo competitividade no comércio internacional.

Em suma, isso é uma consequência dinâmica, primeiramente, dos investimentos no setor industrial, o que reduz a participação da industrialização em relação ao PIB, bem como, o alcance do Brasil no comércio exterior no que diz respeito aos produtos manufaturados (UNESCO, 2021). Esses resultados são indicadores da necessidade de inovações tecnológicas no setor produtivo brasileiro e, conjuntamente, isso faz parte de questões mais amplas tal como institucionais, políticas e elo maior de cooperação entre Estado e Indústria no desenvolvimento de CT&I.

Estágio 5 – O BPTec como indicador de difusão tecnológica no Brasil

A difusão tecnológica se resume às análises dos impactos econômicos referentes ao progresso técnico de forma sistêmica e dinâmica da aprendizagem tecnológica (FURTADO, 2006). Em Cassiolato e Elias (2003), os contratos de tecnologias referentes a esforços internacionais de P&D (TITec) viabilizam o processo de geração e difusão tecnológica; e, um olhar sobre a balança de serviços, ou seja, em relação às informações do BPTec são relevantes para identificar tendências e avaliação tecnológica da economia, assim como, o quadro industrial e o padrão de especialização. Outro entendimento diz que o BPTec representa o esforço do sistema industrial, em que a TITec possibilita aquisições de competências para empresas com elevada amplitude tecnológica (FURTADO; *et al.*, 2011). É fato que TITec é um canal permissivo de difusão tecnológica, devido à importação ser um “insumo” para o desenvolvimento de aprendizado tecnológico, sendo auxiliar para o desempenho da dinâmica tecnológica própria (CHIARINI, 2014).

Gráfico 9: Saldo do BPTec brasileira (TITec), 1993 – 2019, em milhões de US\$



Fonte: Elaborado pelo autor a partir da compilação de dados da Fapesp (2002) & INPI (2021).

Em termos econômicos, o gráfico 9 do BPTec brasileiro, abaixo, evidencia o *déficit* estrutural, isto é, a capacidade de produção e exportação de serviços e produtos tecnológicos de alto valor agregado possíveis de gerarem saldos suficientes para constituírem *superávits*. Assim sendo, o *déficit* do BPTec é uma prova estrutural, sobretudo, da falta de capacidade de absorção, geração e difusão de inovações tecnológicas por meio da TITec. Neste aspecto, conforme Chiarini (2014), somente a transferência de tecnologia (via importações) como meio de incorporação é um breve atalho para minimizar gargalos de curto prazo, entretanto, se demonstra como um canal limitado a longo prazo, sendo isso, portanto, factível

para economia brasileira, porque ao longo de duas décadas os déficits tecnológicos são persistentes e com viés de expansão.

O gráfico 9 evidencia, em certo grau, falha de absorção e difusão por meio da TITec na economia brasileira, porém, sendo um forte indicador que subsidia as reflexões e análises das escolhas econômicas passadas (histórica e concreta) da economia brasileira ao longo do tempo. Em grande medida, as reflexões levantadas acima são condizentes com os déficits estruturais do BPTec, cujo resultado de tais estatísticas não refutam as escolhas políticas e históricas, logo, apresentado como fato as consequências político-econômicas das últimas décadas, sendo possível verificar a existente relação entre ambas. Sendo assim, recapitulando e ampliando o conceito do BPTec, esse é reflexo tanto das TITec bem como resultados das escolhas políticas, econômicas e institucionais endógenas.

Após o período pré-crise (ano 2006), os *déficits* se expandiram ainda mais. Suzigan, Garcia & Assis Feitosa (2020), relatam o fracasso e dificuldades de projetos de mudança inovadora das empresas brasileiras desde os anos 2000 tais empecilhos são oriundos dos problemas institucionais, coordenação das políticas industriais e divergência entre políticas macroeconômicas e o setor industrial. Ademais, esses autores também relatam baixíssimos investimentos em P&D, outras despesas inovadoras, assim como, em toda a cadeia de infraestrutura inovativa, fatores que são inconsistentes para o desdobramento inovativo tecnológico. Em vista disso, há um contraste entre as convenções institucionais pré-estabelecidas contra a necessidade de mudança estrutural de uma política industrial inovativa e tecnológica, principalmente, a longo prazo. O resultado do BPTec também expõe a *path-dependence* (dependência da trajetória) que é um fenômeno histórico e estocástico das empresas e na economia. Isto é, as empresas têm uma história própria, especificidades e diversidade, pela construção das rotinas, e capacitações tecnológicas, que é construída dinamizadas ao longo do tempo e, portanto, afeta os resultados econômicos do presente (HELLER, 2006).

Nesta sequência, outra característica que assola diretamente o processo inovativo brasileiro é o *lock-in*, o qual é uma característica negativa, isto é, o aprisionamento da inovação, a qual enfrenta alguns empecilhos para plena utilização (HELLER, 2006). Esse “aprisionamento” tem relação direta com as trajetórias tecnológicas (também, resultados evidenciados no BPTec) - sobretudo, pela dependência da trajetória e econômica, a qual devido ao grau de inserção e capacidade uso criam obstáculos para avanços, mesmo que surjam tecnologias mais eficientes. Sendo assim, não avançar para um novo padrão tecnológico (Brasil, de 1980 em diante) tornou-se se um tipo de externalidade negativa, que é o estado de inércia da economia (HELLER, 2006).

Os dados consolidados (gráficos 9 e 10) traduzem os resultados da postura inovadora da economia brasileira, neste caso, passiva; assim como, apresenta uma tendência de aprofundamento do problema estrutural. Vale ressaltar que as evidências abrangem o período de maior inserção internacional da economia brasileira, o que seria um fator positivo para o país, mas os saldos não remetem a fatores positivos. Isso ocorre por meio de diminuição do valor das exportações contra o aumento das importações, por consequência, elevação dos déficits tecnológicos. Embora isso possa ser uma alternativa indicada na literatura (Stiglitz, 1999) – como meio de absorção de tecnologias externas para emulação interna, ou seja, uma estratégia ativa de inovação, no caso brasileiro recente, se tem um caso de estagnação de tais políticas. Na verdade, preocupações gerais circulam em torno do cenário atual, cujas políticas e fomentos em prol dos processos inovativos foram significativamente reduzidos (DE NEGRI, 2020).

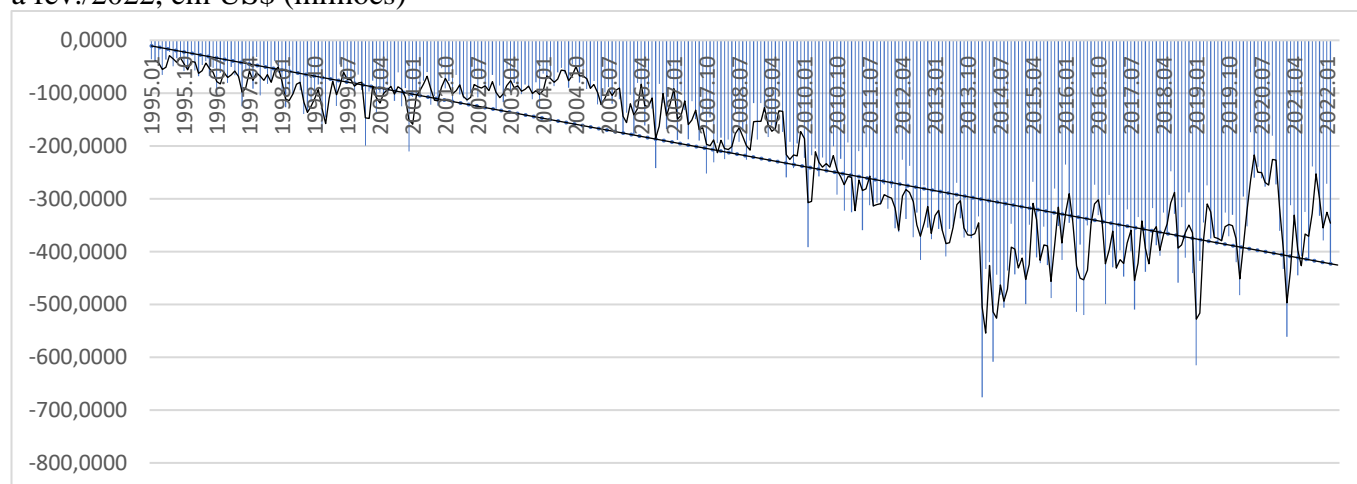
Ainda que os fluxos de tecnologia registrados no BPTec brasileiro demostrem uma ampliação do hiato (*gap*) tecnológico, principalmente se o compará-lo com os países desenvolvidos, é um processo reversível a longo prazo, isto é, depende de que “*Os déficits brasileiros podem estar na base do desenvolvimento de competências até então ausentes ou insuficientes no país*” (FURTADO; et al., 2011, p. 46) seja contra-atacado. O processo de reversão carece de políticas estruturadas e ativas entre os principais atores preciso a sistematização de políticas e acompanhamento dos fluxos tecnológicos das empresas.

De acordo com Chacon (2012), o Brasil adquiriu *know-how* necessário à inovação e com custos bastantes elevados, o que é constatado pelos déficits e dependência tecnológica acumulados no BPTec. O que agrava tal situação deficitária são os obstáculos no processo de absorção e difusão destas tecnologias. Em suma, é preciso de políticas ativas que se debrucem sobre todo o processo inovativo, isto é, desde as

atividades iniciais até o estágio da difusão. Neste aspecto, o próprio indicador (BPTec) serve como referência para monitoramento do processo de inovação, cujo crescimento econômico está diretamente condicionado, bem como o vínculo junto às exportações, no entanto, isso requer um olhar atento do formulador de políticas (AGRAWAL; *et al.*, 2021). Desta maneira, com base em Barros (2016) o resultado (saldo) do BPTec é um indicador de competitividade do país, sem dúvidas, o resultado do BPTec brasileiro, neste caso, expressa evidentemente a baixa competitividade e com viés de agravamento de tal situação; substancialmente, pelas dificuldades de um sólido projeto macroeconômico, de infraestrutura tecnocientífica e industrial.

Para Kim (2033) e Greenhalgh; Rogers (2010) - os Direitos de Propriedade Intelectual (DPIs) é a principal razão do crescimento econômico e o grande desafio para os países em desenvolvimento. O gráfico 10 apresenta a trajetória dos gastos com propriedade industrial da economia brasileira entre janeiro de 1995 até fevereiro de 2022. As estatísticas demonstram que se expandiram os *déficits* ao longo do período. Isso significa que a geração de propriedade intelectual pela economia nacional é inferior que a demanda externa, o que sinaliza um certo grau de dependência tecnológica.

Gráfico 10 - Balanço de pagamentos (serviços) - Serviços de Propriedade Intelectual – saldo (-), jan./1995 a fev./2022, em US\$ (milhões)



Fonte: Elaborado pelo autor com os dados do IPEA *data*

No atual paradigma, as rendas advindas de tecnologias e os direitos os DPIs assumem importância significativa, sobretudo de poder e dominação econômica, cujos direitos constituem patrimônios intangíveis, movimentando bilhões de Dólares pelo mundo (CHIARINI, 2014). Sendo assim, os saldos de DPIs indicam um certo grau de dinamismo da atividade econômica, o que se resume em capacidade de geração de inovação e difusão tecnológica.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo teve como objetivo delinear o processo de inovação e difusão tecnológica da economia brasileira por meio de indicadores divididos em vários estágios, a partir das TITec. Sendo assim, o ponto de partida de reflexão é a tese de que a abertura comercial da economia brasileira, fato ocorrido na década de 1990, facilitaria o processo de inovação e difusão tecnológica, dada competição entre empresas e acesso a mercados e às tecnologias vindas do exterior pelos canais TITec. De fato, o Brasil tem acesso à transferência internacional de tecnologia, no entanto, os *déficits* estruturais permitem inferir que o Brasil está sob inércia, isto é, baixa capacidade de aprendizado tecnológico e de forma sistêmica e dinâmica baixa capacidade de difusão de novas tecnologias, principalmente, acesso aos mercados internacionais.

Desta forma, o estudo mostra que o Brasil faz operações de TITec, mas isso não reflete na dinâmica econômica como o todo, tampouco o pleno processo de difusão tecnológica. Isso significa que a diferença entre exportações e importações de tecnologia intangíveis tem aumentado a lacuna do BPTec, em contrapartida, não se observa reflexos positivos em diversos indicadores de inovação tecnológica,

confirmando a dependência tecnológica, baixo dinamismo econômico e pouca competitividade internacional, ou seja, atraso tecnológico de longo prazo.

De certo modo, os indicadores demonstram conjuntamente e sinalizam entraves para o pleno processo de desenvolvimento econômico, pois há interdependência entre eles. Sendo assim, a ideia basilar é que os efeitos dinâmicos das variáveis, simultaneamente, impulsionariam ao longo tempo o processo de aprendizagem, desenvolvimento e inovação tecnológica; logo, os efeitos da inovação e difusão tecnológicas seriam *déficits* cada vez mais cadentes ou uma trajetória de *superávits* crescentes no BPTec. Manter este padrão deficitário ou viés de alargamento ao longo do tempo sinaliza um aprisionamento econômico e, em certo grau, remete à dependência tecnológica externa e baixa inserção internacional. Em outras palavras, isso demonstra uma economia com baixa competitividade em mercados internacionais.

Aparentemente, a economia brasileira não adotou a TITec como estratégia de desenvolvimento, tendo uma postura passiva neste quesito. Indo além, até mesmo ênfase em políticas voltadas para o desenvolvimento da ciência, inovação e tecnologia de forma mais integrada a política industrial. Acompanhar os indicadores de inovação, disponibilizar mais dados referentes à temática torna-se elementar para o desenvolvimento econômico do Brasil nos próximos anos. Isso, obviamente, atrelado à recuperação de políticas de inovação e industriais, em que priorizem o processo de aprendizagem, capacitação das empresas e dos moldes produtivos e o favorecimento do processo inovativo e tecnológico. É o mínimo que o país deva exercer para despontar como uma economia moderna e mundialmente competitiva.

REFERÊNCIAS

- ABDI. **Inovação, manufatura avançada e o futuro da indústria:** uma contribuição ao debate sobre as políticas de desenvolvimento produtivo. Brasília, ABDI, 2017.
- AGRAWAL, S.; SINGH, P.; MAZUMDAR, M. Innovation, firm size and ownership: A study of firm transition in India. **International Journal of Global Business and Competitiveness**, v. 16, n. 1, p. 15-27, 2021.
- ARORA, A.; FOSFURI, A.; GAMBARDELLA, A. **Markets for technology:** the economics of innovation and corporate strategy. Massachusetts Institute of Technology, 2001.
- AREND, M. **A industrialização do Brasil ante a nova divisão internacional do trabalho.** Texto para Discussão, IPEA, n. 2105, 2015.
- AREND, M; FONSECA, P. C. D. Brasil (1955-2005): 25 anos de catching up, 25 anos de falling behind. **Revista de Economia Política**, v. 32, n. 1, p. 33-54, 2012.
- BARROS, D. C. S. **Balança de Pagamentos Tecnológica e Competitividade Externa nos Países do Sul da Europa.** Dissertação de mestrado. Porto, Universidade do Porto, 2016.
- CANO, W. Crise de 1929, Soberania na Política Econômica e Industrialização. In: BASTOS, P. P. Z.; FONSECA, P. C. D. (Ed.). **A Era Vargas:** desenvolvimentismo, economia e sociedade. Editora Unesp, 2012.
- CARDOSO, F. H. Desenvolvimento: o mais político dos temas econômicos. **Revista de Economia Política**, v. 15, n. 4, p. 148-155, out./dez. de 1995.
- CASSIOLATO, J. E.; ELIAS, L. A. O balanço de pagamentos tecnológicos brasileiro: evolução do controle governamental e alguns indicadores. In: VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. M (org). **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil.** Campinas: Unicamp, 2003.
- CHACON, P. A. **Aquisição de Tecnologia e Esforço Inovativo: um olhar crítico sobre o balanço de transações correntes e os fluxos tecnológicos.** Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.
- CHAVES, C. V., RIBEIRO, L. C., DOS SANTOS, U. P., & ALBUQUERQUE, E. D. M. Sistemas de innovación y cambios en la división centro-periferia: notas sobre una metodología para determinar las trayectorias de los países a partir de las estadísticas de ciencia y tecnología. **Cepal Review**, 2020.

- CHIARINI, T. **Transferência internacional da tecnologia: interpretações e reflexões**: o caso brasileiro no paradigma das TICs na última década do século XX e no alvorecer do século XXI. Tese de Doutorado. Campinas, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), 2014.
- CIBOROWSKI, R. W.; SKRODZKA, I. International technology transfer and innovative changes adjustment in EU. **Empirical Economics**, v. 59, n. 3, p. 1351-1371, 2020.
- ÇOKGÜNGÖR, H. Ö. Is Turkey's "Technological Balance of Payments" Balanced?. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 195, p. 632–641, jul. 2015.
- DE NEGRI, F.; ZUCOLOTO, G., MIRANDA, P., KOELLER, P., RAUEN, A., & SZIGETHY, L. **Redução drástica na inovação e no investimento em P&D no Brasil: o que dizem os indicadores da pesquisa de inovação 2017**. IPEA: Brasília. Nota Técnica N°60, 2020.
- DOSI, G. **Mudança técnica e transformação industrial**. Editora da Unicamp. Campinas, São Paulo, 2006.
- DOSI, G., PAVITT, K., SOETE, L. G. **The economics of technical change and international trade**. London: Harvester Wheatsheaf, 1990.
- FRANCO, G. H. B. A inserção externa e o desenvolvimento. **Revista de Economia Política**, v. 18, n. 3, p. 121-147, jul./set. de 1998.
- FREEMAN, C. The national system of innovation in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, v. 19, 1995.
- FREEMAN, C; PEREZ, C. Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour. In: Dosi, G.; Freeman, C.; Nelson, R.; Silverberg, C.; Soete, L. (eds.). **Technical Change and Economic Theory**. Londres: Pinter, 1988.
- Furtado, A. Difusão Tecnológica: um debate superado?. In: V. PELAEZ; T. SZMRECSÁNYI (org.) **Economia da Inovação Tecnológica**. São Paulo: Editora Hucitec, 2006.
- FURTADO, J. E. DE M. P., DE NEGRI, J. A., RADAELLI, V., PEREIRA, W. D. Balanço de pagamentos tecnológico: uma perspectiva renovada. In: Brentani, R. R.; Cruz, C. B. (org). **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo 2010**. São Paulo: FAPESP, 2011.
- GREENHALGH, C.; ROGERS, M. **Innovation, intellectual property, and economic growth**. New Jersey: Princeton University Press, 2010
- HELLER C. Path-dependence, lock-in e inércia. In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. organizadores. **Economia e inovação tecnológica**. São Paulo: Editora Hucitec, 2006.
- INPI. Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Brasil). **Indicadores de Propriedade Industrial 2020**. In: PINHEIRO, V. L. S.; ASSIS, F. L.; TRAVASSOS, G.; MELLO, L. M. Rio de Janeiro: Instituto Nacional da Propriedade Industrial - INPI, Diretoria Executiva, Assessoria de Assuntos Econômicos, 2021.
- KANNEBLEY JUNIOR, S.; P., G. S.; PAZELLO, Elaine Toldo. **Inovação na indústria brasileira: uma análise exploratória a partir da PINTEC**. Revista Brasileira de Inovação, v. 3, n. 1, p. 87-128, 2004.
- KOELLER, P.; MIRANDA, P. Ciência, tecnologia e inovação: como mensurar? In. RAPINI, M. S.; RUFFONI, J.; SILVA, L. A.; MOTTA E ALBUQUERQUE, E.; (ORG.). **Economia da ciência, tecnologia e inovação: Fundamentos teóricos e a economia global**. 2.ed. Belo Horizonte: FACE – UFMG, 2021.
- KIM, L. **Technology transfer & intellectual property rights**. UNCTAD-ICTSD project on intellectual property rights and sustainable development, n. 2, 2003.
- KIM, L. **Da imitação à inovação: a dinâmica do aprendizado tecnológico da Coreia**. Campinas: Unicamp, 2005.
- LEE, K.; MALERBA, F. Economic Catch-up by Latecomers as an Evolutionary Process. In: NELSON, R.; DOSI, G.; HELFAT, C.; PYKA, A.; SAVIOTTI, P.; LEE, K. *et al.* (Authors). **Modern Evolutionary Economics**. Cambridge: Cambridge University Press, 2018.

MAICHER, L.; MJOS, K. D.; TONISSON, L. Intervention opportunities for capacity building in technology transfer. In: Granieri, M.; Basso, A. (eds). **Capacity Building in Technology Transfer**. Springer, Cham, 2019.

MENDI, P. Trade in disembodied technology and total factor productivity in OECD countries. **Research Policy**, v. 36, n. 1, p. 121–133, fev. 2007.

MORCEIRO, P. C. **A indústria brasileira no limiar do século XXI: uma análise da sua evolução estrutural, comercial e tecnológica**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

MOURA, A. M. M.; GABRIEL JUNIOR, R. F.; MAGNUS, A. P. M; BOCHI, F. S.; SCARTASSINI, V. B. Panorama das patentes depositadas no Brasil: uma análise a partir dos maiores depositantes de patentes na base Derwent Innovations Index. **Brazilian Journal of Information Studies: Research Trends**. v.13, n. 2, 2019.

IPEADATA. **Ipeadata**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>>. Acesso em: 01 jun. 2022.

OCDE. **The measurement of Scientific and technical activities: TBP Manual 199**. Paris, OCDE, 1990.

Pesquisa de Inovação - IBGE. **PINTEC - Pesquisa de Inovação**. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/ciencia-tecnologia-e-inovacao/9141-pesquisa-de-inovacao.html?=&t=destaques>>. Acesso em: 22 jan. 2022.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **Exportações de mais alta tecnologia não recuperam nível pré-pandemia**. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/competitividade/exportacoes-de-mais-alta-tecnologias-nao-recuperam-nivel-pre-pandemia/>>. Acesso em: 10 maio de 2022.

RADOSEVIC, S. **International technology transfer and catch-up in economic development**. Northampton, MA: Edward Elgar Publishing, 1999.

SCARPELLI, M. C.; KANNEBLEY JUNIOR, S. Mensuração e avaliação de indicadores de inovação. In: **Gestão da Inovação e Empreendedorismo**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. p. 335-364.

SCHUMPETER, J. A. **A teoria do desenvolvimento econômico (1912)**. São Paulo: Nova Cultural, 1997.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Ed. Fundo de Cultura, 1961.

SCHNEEGANS, S.; LEWIS, J.; STRAZA, T. **Relatório de Ciências da UNESCO: A corrida contra o tempo por um desenvolvimento mais inteligente—Resumo executivo e cenário brasileiro** [Internet]. 2021.

SOUZA, N. J. **Desenvolvimento econômico**. 6ed. São Paulo: Atlas, 2012.

SUZIGAN, W.; GARCIA, R.; ASSIS FEITOSA, P. H. Institutions and industrial policy in Brazil after two decades: have we built the needed institutions?. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 29, n. 7, p. 799-813, 2020.

STIGLITZ, J. More instruments and broader goals: moving toward the Post-Washington consensus. **Revista de Economia Política**, v.19, n.1, pp. 94-120, 1999.

TEIXEIRA, A. A. C.; BARROS, D. Technology balance of payments and countries' international competitiveness. A dynamic panel data analysis of OECD countries, 2000-2017. **Applied Economics Letters**, v. 27, n. 12, 2020.

UNESCO. **Relatório de ciência da UNESCO: Rumo a 2030-Visão Geral e Cenário Brasileiro**. Unesco, 2015.

WEI, L. International technology transfer and development of technological capabilities: A theoretical framework. **Technology in Society**, v. 17, n. 1, p. 103–120, jan. 1995.