

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIAS ECONÔMICAS**

HELOÍSA SALVADOR GARCIA LOPES

**O DESEMPENHO TECNOLÓGICO BRASILEIRO NOS ANOS 2000: UMA
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PAÍSES A PARTIR DE INDICADORES
SELECIONADOS**

UBERLÂNDIA - MG

2024

HELOÍSA SALVADOR GARCIA LOPES

**O DESEMPENHO TECNOLÓGICO BRASILEIRO NOS ANOS 2000: UMA
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PAÍSES A PARTIR DE INDICADORES
SELECIONADOS**

Monografia apresentada ao Instituto de Economia e
Relações Internacionais da Universidade Federal de
Uberlândia como pré-requisito a obtenção do título de
Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador(a): Prof. Dra. Marisa dos Reis Azevedo Botelho

UBERLÂNDIA - MG

2024

HELOÍSA SALVADOR GARCIA LOPES

**O DESEMPENHO TECNOLÓGICO BRASILEIRO NOS ANOS 2000: UMA
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PAÍSES A PARTIR DE INDICADORES
SELECIONADOS**

Monografia apresentada ao Instituto de Economia e
Relações Internacionais da Universidade Federal de
Uberlândia como pré-requisito a obtenção do título de
Bacharel em Ciências Econômicas.

Uberlândia, 30 de abril de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Uberlândia, 30 de abril de 2024.

Prof. Dra. Marisa dos Reis Azevedo Botelho

Prof. Dra. Ana Paula Macedo de Avellar

Prof. Dra. Soraia Aparecida Cardozo

AGRADECIMENTOS

É com imensa gratidão que me dirijo a todos vocês neste momento especial. Chegar ao final deste percurso não teria sido possível sem o apoio, incentivo e amor que cada um de vocês me proporcionou ao longo dessa jornada.

À minha mãe e meu pai, agradeço por serem os alicerces da minha vida, por todo o apoio incondicional, amparo, confiança e pela educação que me concederam. Sem vocês, eu não estaria aqui e não conquistaria tudo que conquistei. Aos meus queridos irmãos, Lucas e Vítor, que sempre acreditaram em mim mesmo quando eu duvidei do que era capaz, vocês são verdadeiros pilares na minha vida. Obrigado por estarem sempre ao meu lado. Agradeço à Alexia, que nunca me faltou apoio e incentivo para que eu conquistasse meus objetivos.

Aos meus avós, tio, tias e prima, sou grata por serem meu farol e suporte em todos os momentos da minha jornada. Sua presença e encorajamento foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Um agradecimento especial às minhas estrelas, Maria e Regina, que sei que estão celebrando minha conquista ai de cima. Levarei vocês para sempre em meu coração.

Agradeço à minha orientadora, que acreditou em mim desde o início e me deu todo o suporte necessário, formamos uma parceria que foi além do trabalho acadêmico, gerando um valioso ciclo de aprendizado. Sou imensamente grata por tudo que aprendi ao seu lado e pelo vínculo que pudemos criar e que já existia antes mesmo de nos conhecermos.

Aos meus amigos, que caminharam ao meu lado durante este longo período, enfrentando os desafios da vida pessoal e acadêmica junto, o apoio mútuo que compartilhamos foi essencial para chegarmos até aqui. Obrigado por cada momento compartilhado e por serem uma fonte constante de apoio e estímulo.

Aos estimados professores e amigos Marisa Amaral, Vanessa Val e Germano de Paula, que com dedicação e paixão deixaram suas marcas indeléveis na minha trajetória acadêmica e pessoal, minha mais profunda admiração e gratidão. Seus ensinamentos moldaram meu pensamento e minha visão de mundo.

Por fim, às professoras membros da mesa de avaliação, Ana Paula e Soraia, expresso minha sincera gratidão pela disponibilidade e contribuição. Admiro profundamente o conhecimento e a expertise de cada uma de vocês, e levarei comigo os ensinamentos que compartilharam durante minha jornada acadêmica.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Fluxo de entradas de IED (US\$ milhões) e tipos de IED (<i>greenfield</i> e F&A por quantidade de contratos).....	30
Gráfico 2 - Entradas líquidas de IED no mundo e a participação dos países no total de IED (%) entre 1990 e 2019.	31
Gráfico 3 - Saldo Tecnológico Brasileiro (US\$ milhões) entre 2007 e 2019.....	32
Gráfico 4 - Dispendios nacionais em P&D em relação ao PIB de países selecionados (%) entre 2007 e 2019.	37
Gráfico 5 - Saldo da BPTec brasileiro entre 1995 e 2019 (US\$ milhões).....	38
Gráfico 6 – Pedidos de Patentes por Residentes entre 2000 e 2019.....	39
Gráfico 7 - Pagamentos de direito de propriedade intelectual no Brasil em relação ao PIB (%).	40
Gráfico 8 - Receitas de direito de propriedade intelectual no Brasil em relação ao PIB (%). .	40
Gráfico 10 - Exportações de alta tecnologia como proporção das exportações totais entre 2008 e 2019.	43
Gráfico 11 - Saldo da balança comercial de bens de capital brasileiro entre 2000 e 2019.	45
Gráfico 12 –Participação da exportação e importação de bens de capital no total de exportação e importação.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição percentual de exportações brasileiras por grupo de indústrias (1989 - 2010).....	33
Tabela 2 - Vantagens Comerciais Reveladas Normalizado dos produtos manufatureiros para o Brasil (1989 – 2010).....	34

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
OBJETIVOS.....	Error! Bookmark not defined.
Objetivo geral.....	Error! Bookmark not defined.
Objetivos específicos.....	Error! Bookmark not defined.
METODOLOGIA.....	10
1. SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO	10
1.1. DEFINIÇÃO DE SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO	10
1.2. SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO NAS ECONOMIAS EM DESENVOLVIMENTO.....	15
2. HIATO TECNOLÓGICO	21
2.1. HIATO TECNOLÓGICO BRASILEIRO.....	23
3. A POSIÇÃO BRASILEIRA NO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO	27
3.1. PERSPECTIVA HISTÓRICA BRASILEIRA	27
3.2. COMPARAÇÃO ENTRE O DESEMPENHO TECNOLÓGICO BRASILEIRO E DE PAÍSES SELECIONADOS	35
CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS	51

INTRODUÇÃO

No ano de 2019 o Brasil ocupava a nona posição no *ranking* do PIB mundial, apresentando um montante de US\$ 1873 bilhões, estando a frente do Canadá, Rússia e México, mas abaixo da Índia e Itália, por exemplo (FMI, 2024). Entre a década de 1960 e 1980, os maiores crescimentos percentuais do PIB estavam concentrados nos países da América Latina, em grande parte conduzido pelo crescimento brasileiro. No entanto, na década seguinte há uma reversão dessa situação, com um ganho de participação voltado para os países asiáticos. Esse retrocesso latino-americano está fortemente relacionado ao baixo desempenho econômico brasileiro, que enfrenta até os dias de hoje desafios para a retomada do crescimento nos mesmos patamares alcançados até 1980 (Arend; Fonseca, 2012).

Entendemos um Sistema Nacional de Inovação (SNI) como um conjunto de agentes que buscam estimular e apoiar o desenvolvimento de inovações. Tendo em vista que grande parte dos países em desenvolvimento, como o Brasil, estão voltados principalmente para o financiamento e investimentos estrangeiros para a obtenção de tecnologias, os Sistemas de Inovação buscam compreender as políticas relacionadas à transferência de tecnologia, propriedade intelectual e patenteamento, importação de bens de capital e investimentos estrangeiros.

Neste primeiro capítulo, buscamos compreender teoricamente os fatores que determinam as diferenças existentes entre os Sistemas Nacionais de Inovação. Esse fator está fortemente relacionado à existência de vantagens tecnológicas das nações mais desenvolvidas sobre aquelas menos desenvolvidas, uma vez que os países podem apresentar uma elevada capacidade de geração de tecnologia, estando próximos da fronteira tecnológica, enquanto existem países que buscam a absorção de tecnologias geradas pelos países que estão a frente das inovações e, ainda, aqueles que possuem uma estrutura tecnológica aquém do nível necessário para o desenvolvimento de tecnologias que levem ao crescimento econômico (Patel; Pavitt, 1994).

Dada a existência dos diferentes níveis de tecnologia, os países menos desenvolvidos buscam a transferência de tecnologia, investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), Investimento Estrangeiro Direto (IED) e da importação, por exemplo, na tentativa de alcançar um *catching-up* tecnológico. Diante disso, hiato tecnológico está relacionado à ideia das diferenças do nível de desenvolvimento tecnológico entre os países (Fargerberger, 1987). Visto que o presente trabalho visa analisar o desempenho tecnológico do Brasil, serão abordados

estudos que auxiliam na explicação do baixo desenvolvimento tecnológico brasileiro nas últimas décadas, em uma trajetória de *falling behind* (Arend; Fonseca, 2012).

Por fim, considerando a existência do hiato tecnológico existente entre o Brasil e os países desenvolvidos tecnologicamente, ou seja, países localizados na fronteira tecnológica, o terceiro capítulo busca analisar a evolução de indicadores de atividades inovativas brasileiras, demonstrando a fragilidade do seu Sistema Nacional de Inovação, apontando suas fraquezas e desafios, além de demonstrar sua posição em relação a países selecionados.

Diante de tais circunstâncias, este trabalho busca compreender a evolução dos indicadores relativos ao desenvolvimento tecnológico brasileiro e os entraves enfrentados pelo país para seu sucesso tecnológico. Dessa forma, buscou-se analisar a posição brasileira no cenário internacional, a fim de identificar a estrutura dependente de produtos de alta tecnologia do país, sua baixa inserção nas exportações desses produtos e a dificuldade do país no acúmulo de conhecimentos diante do aprendizado em vista de melhorar sua posição internacionalmente.

A fim de compreender o onde o Brasil está posicionado, foram realizadas comparações entre países diante de indicadores selecionados. Para isso, os países selecionados foram Brasil, Índia, México e Rússia, compondo o grupo 1. A escolha destes países para compor um mesmo grupo está relacionado ao fato destes serem classificados como países emergentes, com um nível de desenvolvimento econômico crescente e que passaram por um processo de industrialização recente.

Os países que compõem o grupo 2 correspondem ao Reino Unido, Japão, Alemanha e Coreia do Sul. Essa seleção diz respeito aos países de primeiro mundo, ou seja, aqueles que já atingiram um nível de desenvolvimento social, tecnológico e econômico elevados

Portanto, o problema investigativo que norteia esta monografia é: Qual o arcabouço do sistema tecnológico brasileiro e quais as razões para que, atualmente, esteja o Brasil defasado em termos de avanços tecnológicos quando comparado inclusive a outros pares emergentes?

Para responder a este problema, o objetivo a ser atingido é averiguar como evoluíram os indicadores do desenvolvimento tecnológico brasileiro, com foco nas últimas duas décadas, a fim de avaliar o atual estágio de maturação dos avanços tecnológicos na indústria brasileira, através de uma análise crítica e comparativa, fornecendo *insights* para a promoção da inovação e desenvolvimento tecnológico na escala nacional e internacional.

Para isso, definiremos o que são Sistemas Nacionais de Inovação, com enfoque nas economias em desenvolvimento e no hiato tecnológico brasileiro e sua posição no desenvolvimento tecnológico entre os anos 1990 e 2019, além de avaliar a o desempenho tecnológico do país diante dos grupos 1 e 2 entre 2000 e 2019.

METODOLOGIA

A fim de desenvolver uma análise comparativa entre o Brasil e os países selecionados no contexto da transferência de tecnologia é necessário adotar uma metodologia de pesquisa multidisciplinar e multissetorial. Inicialmente, será utilizado no estudo a Revisão de Literatura, no qual será levantado conceitos e dados divulgados através de livros e artigos disponibilizados na literatura para abordar de forma mais aprofundada e completa as atualidades e os conceitos sobre a transferência de tecnologia no Brasil e nos países selecionados, buscando analisar a posição brasileira no desenvolvimento tecnológico e o seu hiato tecnológico.

Os critérios de inclusão foram trabalhos que apresentaram sua divulgação no idioma português e/ou inglês, autores com relevância profissional na área e com estudo disponibilizado na íntegra de forma física ou *online*. Já os critérios de exclusão foram eliminados trabalhos que não se adequavam ao tema específico ou estudos que não apresentavam confiabilidade e relevância suficiente para a abordagem ao tema.

Em seguida, será utilizado a metodologia da análise comparativa, utilizando indicadores quantitativos para avaliar o desempenho do Brasil quando comparado com os países selecionados. Para isso, se fez o uso de dados de exportação e importação brasileira e mundial a partir do UN Comtrade, IPEAdata, Sistema Gráfico de Comercio Internacional da Cepal e do Banco Central do Brasil. Quanto aos dados referentes a patentes, foram utilizados portal do Governo Federal do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTIC), a *World Bank* e o *World Intellectual Property Organization* (WIPO)

Por fim, esse estudo fornecerá *insights* referente a compreensão mais aprofundada das políticas, práticas e dos desafios que são enfrentados em diferentes atores do processo, no qual a múltipla metodologia traz maior robustez e validade aos dados obtidos na pesquisa comparativa entre o Brasil e os outros países selecionados.

1. SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO

1.1.DEFINIÇÃO DE SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO

Para Nelson (1993), a estrutura definida como “Sistema Nacional de Inovação” (SNI) representa um arranjo, isto é, uma base institucional que visa fomentar e apoiar os investimentos em inovação. Esses arranjos envolvem o Estado e as suas agências governamentais

financiadoras e de fomento, empresas — articuladas em redes de parcerias ou isoladas, universidades, institutos/centros de pesquisas e o sistema educacional, todos responsáveis pelo processo de geração e difusão de inovações tecnológicas. A diversidade dos arranjos institucionais varia entre países e está calcada nas características dinâmicas específicas de cada agente envolvido, da estrutura produtiva e da própria história das empresas inovadoras.

Inovações não ocorrem de maneira espontânea e isolada. Para seu desenvolvimento, é preciso que haja interações entre diversos atores, acarretando mudanças no ciclo circular da economia. Segundo Freeman (1987) um sistema de inovação é uma rede de instituições públicas e privadas cujas interações criam, modificam e difundem novas tecnologias através de relacionamentos de trocas. Dessa forma, a abordagem dos Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) se preocupa com o reconhecimento das dimensões culturais, políticas, territoriais e do espaço nacional e sua importância em explicar o comportamento e resultado das empresas e com as capacitações e trajetórias tecnológicas dos países. Nesse sentido, o SNI é o *locus* onde se desenvolve a inovação tecnológica.

Por outro lado, as inovações também são influenciadas pelas instituições e políticas públicas para aprimorar o ambiente em torno dessas empresas, tentando, portanto, superar as adversidades e obstáculos ao desenvolvimento de atividades inovativas buscando atingir o seu melhor desempenho (Lundvall, 1992). A exemplo disso, temos na literatura o caso alemão que defendia medidas de proteção e políticas para acelerar o crescimento econômico e a industrialização, em contraponto ao livre comércio internacional. Dessa forma, foi necessário investimento em educação, treinamento e criação de organizações de promoção de ciência, laboratórios de pesquisa e interações que promovessem aprendizagem entre usuários e produtores, adaptações de importações e também absorção de tecnologias (Nelson, 1993).

A partir disso, populariza-se o conceito dos SNIs a fim de substituir a visão estática da economia e destacar a relevância dos processos dinâmicos de inovação e aprendizado ao analisar o crescimento econômico, uma vez que esses sistemas se relacionam com a ideia da evolução por meio da inovação e do aprendizado, com a interação de diversos agentes, impactando no funcionamento da economia e das firmas (Lundvall, 2007).

Tendo em vista que o Sistema Nacional de Inovação é uma rede formada por agentes responsáveis por modificar, implementar e difundir novas tecnologias, a aprendizagem se torna um fator central na discussão, uma vez que, para que haja inovações, o processo de aprendizagem é um recurso essencial para tal. Esses processos advêm dos SNIs com o intuito de promover a transmissão de conhecimento na economia, visando o desenvolvimento de capacitações e competências dos agentes que permitem a criação de conhecimento e gerando

um ambiente propício para a geração de inovações. Portanto, os fatores que determinam um SNI vão além de critérios econômicos, mas também abrangem instituições e organizações, a sociedade, a política e a cultura.

Dessa forma, o SNI é composto por agentes que promovem interações e valorizam a aprendizagem. Esse processo é cumulativo e resulta em trajetórias tecnológicas que fortalecem os atores e seu desempenho inovativo, além de fortalecer a própria interação entre eles. Diante deste contexto, os SNIs se mostram diversos, uma vez que apresentam características específicas, como a interação existente entre as empresas e centros de pesquisa, incentivos à P&D, ao papel do governo diante das instituições, aos sistemas econômicos e ao conhecimento e formação dos agentes.

Isso posto, é essencial compreender as variações na composição dos SNIs entre os países, as quais derivam das estratégias de desenvolvimento que adotaram. Durante as décadas de 1960 e 1970, prevalecia a crença de que, em situações de alta demanda por produtos e com o crescimento do comércio internacional, a tecnologia se difundiria naturalmente. Esse raciocínio era fundamentado na suposição de que as melhorias tecnológicas e os conhecimentos adquiridos por meio da experiência de produção facilitariam sua transferência entre os países (Patel, Pavitt, 1994).

Contudo, essa expectativa não se concretizou plenamente, resultando em disparidades no desenvolvimento entre os países. Enquanto alguns conseguiram ultrapassar os Estados Unidos em determinados setores, outros não alcançaram o mesmo êxito (Nelson, 1990). Esse desenvolvimento desigual é atribuído ao fato de que a difusão de tecnologia não ocorre de maneira rápida e linear. Além disso, o processo de aprendizagem e a aquisição de conhecimento são complexos e demandam tempo, muitas vezes sendo obtidos por meio de tentativa e erro.

Com isso, surge o conceito de *learning-by-doing*, que se refere ao desenvolvimento do conhecimento por meio da prática e da experiência, juntamente com o conceito de conhecimento tácito, que é adquirido por meio da experimentação e da tentativa e erro. No entanto, é importante ressaltar que esse conhecimento não é adquirido aleatoriamente. Conforme os avanços tecnológicos se sucedem e se aprimoram, a especialização se torna cada vez mais necessária, resultando em uma maior presença do conhecimento tácito nas empresas – uma vez que são os pontos focais de desenvolvimento e inovação - por meio de investimentos em P&D (Bell, Pavitt, 1993). Diante disso, torna-se crucial compreender por que alguns países são mais bem-sucedidos que outros. Nesse sentido, os SNIs buscam analisar as razões por trás das divergências no desenvolvimento econômico e tecnológico entre as nações.

Os autores discorrem sobre os elementos-chave que constituem os Sistemas Nacionais de Inovação (SNI). Destacam-se as empresas, que investem em mudanças tecnológicas; as universidades, que desempenham um papel central na pesquisa básica; as instituições públicas e privadas, que oferecem educação e treinamento; e os governos, responsáveis pelo financiamento e pela promoção de incentivos à inovação.

Além disso, os incentivos desempenham um papel crucial no estímulo às atividades e instituições que impulsionam o avanço tecnológico, servindo como uma forma de "recompensa" por inovar e adquirir novos conhecimentos. Nesse sentido, o apoio estatal é fundamental para promover a pesquisa básica, uma vez que as descobertas realizadas pelas empresas podem não ser imediatamente lucrativas, mas ainda assim importantes para o progresso da sociedade, exigindo intervenção governamental.

Por fim, Patel e Pavitt (1994) apontam que uma das principais razões para as disparidades no crescimento econômico entre os países reside na vantagem tecnológica das nações mais desenvolvidas sobre as menos desenvolvidas, devido à existência de *gaps* tecnológicos.

É a partir deste contexto e dos desempenhos dos sistemas de inovação constituídos em cada país que os autores definiram três tipologias, para melhor explicar o nível do desenvolvimento tecnológico de um país.

Os **sistemas maduros** são aqueles com a capacidade de manter o país próximo da fronteira tecnológica internacional, ou seja, apresentam elevada capacidade de geração de tecnologia. Nesta primeira classe está o grupo de países formado pelos Estados Unidos, Alemanha e Japão. Eles são considerados a liderança tecnológica mundial e disputam a liderança da fronteira tecnologia. A França, Inglaterra e Itália ainda se posicionam próximos à fronteira tecnológica e contam dinamismo tecnológico bastante elevado, porém relativamente menor em relação ao primeiro grupo. São esses países os responsáveis por gerar inovações radicais, ou seja, responsáveis pelo desenvolvimento de novos produtos e tecnologias.

Os **sistemas intermediários**, voltados basicamente à difusão da inovação, contam com forte capacidade para absorver os avanços técnicos gerados nos sistemas mais maduros. Nesta categoria encontram-se dois grupos de países. Suécia, Dinamarca, Holanda e Suíça; e os países asiáticos: Coreia do Sul e Taiwan. Esses países desenvolveram uma especialização significativa, capitalizando suas vantagens geográficas ao estarem próximos dos principais centros tecnologicamente avançados. Isso se torna um elemento crucial na criação de vantagens comparativas. São esses países que possuem maior capacidade de aprendizado e absorção de tecnologia advindas do grupo anterior, podendo realizar inovações incrementais.

Os **sistemas incompletos**, constituídos por uma infraestrutura tecnológica mínima, por sua vez, são sistemas que estão presentes em países em desenvolvimento, tais como: Brasil, Argentina, México e Índia. A característica comum destes sistemas é a sua baixa articulação com o setor produtivo, contribuindo relativamente pouco para o crescimento econômico. Esses países possuem os seus sistemas de ciência e tecnologia, entretanto não fizeram deles os seus sistemas de inovação. São esses os países majoritariamente dependentes da transferência de tecnologia vindas dos países dos demais grupos (Patel e Pavitt, 1994).

Tendo em vista que os países apresentam diferentes níveis de desenvolvimento quanto à inovação tecnológica, as economias características dos sistemas incompletos utilizam da transferência de tecnologia, importação e diferentes tipos de investimento – investimento estrangeiro direto (IED), públicos, privados, P&D – além da difusão dessas inovações tecnológicas. Nesse contexto, os diferentes níveis de desenvolvimento dos SNIs entre os países podem ser explicados pelas relações deles com institutos de pesquisa, centros de inovação, financiamentos voltados para o desenvolvimento tecnológico e ciência e as relações com as empresas.

Nesse sentido, a fim de compreender o processo de inovações nas economias e como isso influencia no crescimento dos países e na concorrência entre eles, temos que os Sistemas Nacionais de Inovação apresentam diferenças em relação aos níveis de renda, aspectos sociais e outros. Para os neoschumpeterianos, as janelas de oportunidade podem ser abertas no surgimento de novas tecnologias, ou ainda, os países podem aproveitar essas oportunidades para realizar o *catchingup*, que seria a diminuição da diferença de produtividade entre eles. Ou seja, através da implementação de novas tecnologias, países poderiam reduzir o hiato tecnológico entre eles.

No tocante à relação entre inovação e conhecimento, temos que os agentes são capazes de absorver conhecimento por meio do esforço e das interações presentes na estrutura produtiva. Com isso, para se obter crescimento econômico é preciso haver inovações, invenções, difusão e uso dessas, sendo necessário analisar todo o arcabouço econômico, social, político, organizacional e institucional para compreender como o desenvolvimento é alcançado a partir da disseminação e utilização da inovação.

Além disso, apesar de investimentos em P&D serem recursos característicos dos SNIs como uma forma de geração de aprendizados e inovação, o conhecimento é uma arma indispensável para esse processo, havendo a necessidade sempre de um trabalho conjunto para o aprendizado, tanto individual, quanto das firmas e países para um processo de inovação e desenvolvimento econômico mais efetivos (Lundvall, 2007; Freeman, Soete, 1997).

Diante disso, pelo menos três explicações podem ser apontadas para a questão da baixa eficácia nos sistemas incompletos de inovação desses países, especialmente no caso brasileiro, que apresentam sistemas imaturos. A primeira diz respeito à carência de mecanismos mais estáveis de financiamento para investimentos em tecnologia no setor produtivo. Enquanto a instabilidade econômica crônica nessas economias tende a fragilizar o sistema institucional-financeiro, tornando difícil a concessão sistemática de incentivos fiscais, créditos e financiamentos a mais empresas e setores industriais. Já a escassez de opções e a dificuldade de acesso aos financiamentos públicos para inovação, para a maioria das empresas, agravaram ainda mais o hiato tecnológico intra e interempresas. Sendo assim, espera-se que um Sistema Nacional de Inovação bem estruturado seja capaz de promover a redução do hiato tecnológico desses países com a fronteira tecnológica.

1.2. SISTEMAS NACIONAIS DE INOVAÇÃO NAS ECONOMIAS EM DESENVOLVIMENTO

Políticas e programas para o desenvolvimento de Sistemas Nacionais de Inovações já estão difundidos em economias desenvolvidas e têm sido exploradas para as economias em desenvolvimento. A percepção que nos traz é que as respostas não se limitam a políticas baseadas exclusivamente no “empurrão tecnológico” ou na criação de demanda local para pesquisa científica e tecnológica. Pelo contrário, o sucesso no desenvolvimento econômico e industrial está intrinsecamente ligado à capacidade de um país adquirir, absorver e disseminar tecnologias modernas. Nas economias desenvolvidas, o SNI desempenha um papel essencial na manutenção ou melhoria da competitividade e do crescimento. Por outro lado, os países em desenvolvimento possuem o desafio de atingir tal nível (Mytelka, 1978).

Como as nações desenvolvidas são líderes tecnológicos, enquanto os países em desenvolvimento são seguidores, para atingir o sucesso no desenvolvimento, é necessário diminuir o hiato tecnológico, importar tecnologias existentes e desenvolver habilidades para usar e melhorar essas tecnologias. No entanto, é necessário fazer investimentos substanciais em infraestruturas sociais e tecnológicas para obter e desenvolver capacidades tecnológicas.

Os autores que buscam estudar os Sistemas de Inovação em países em desenvolvimento voltam suas análises para a questão da absorção de capacidades por parte dessas nações, ou seja, nas suas capacidades de absorção, aprendizado e implementação de tecnologias advindas dos países desenvolvidos. Nesse sentido, apesar de existirem diversas maneiras de aquisição de conhecimento por parte dos países em desenvolvimento, como a transferência de tecnologia,

por exemplo, isso não é o suficiente para que alcancem um desenvolvimento tecnológico efetivo. Para isso, é importante que esses países desenvolvam capacidades de absorção, a fim de fortalecer seus SNIs, como investimentos em P&D, melhorias na educação e qualificação técnica e investimentos na infraestrutura tecnológica do país, por exemplo (Feinson, 2003).

Em vista disso, é possível diferenciar o conceito e aprendizagem passiva, na qual as tecnologias são absorvidas sem que seu funcionamento seja compreendido, e a aprendizagem ativa, em que os países visam aprender e aprimorar as tecnologias. Essa última é vista como ponto central para o desenvolvimento tecnológico sustentável (Feinson, 2003). Dessa forma, o aprendizado mostra ser o pilar essencial para o desenvolvimento do Sistema Nacional de Inovação de um país.

Patel e Pavitt (1994) em seus estudos sobre como metrificar e comparar os SNIs, trouxeram diferenças importantes sobre como os países inovam. Os autores identificaram a existência de uma "Diversidade Desejável de Sistemas", sugerindo que as disparidades entre os países são esperadas devido aos seus diferentes estágios de desenvolvimento tecnológico e econômico. Por outro lado, alguns argumentam que essas diferenças podem ser prejudiciais e, se não forem resolvidas, podem contribuir para disparidades no crescimento entre os países, intensificando as taxas desiguais e divergentes de desenvolvimento tecnológico e econômico. Esses fenômenos são identificados como "Falhas Institucionais" ou "Falhas de Sistema".

As "Falhas Institucionais" consistem nas diferenças presentes no centro dos Sistemas de Inovação, ou seja, no volume de atividades geradoras de mudanças (especialmente P&D) nesses países, são suportadas pelas empresas e nas habilidades da força de trabalho, por exemplo. Dentro desse tipo de falha, existem dois tipos que podem ocorrer nas instituições:

1. Falhas de Incentivo: essa é uma falha decorrente da possibilidade de mobilidade existente de trabalhadores entre as empresas, que reduz o incentivo dessas de adotarem treinamentos técnicos, uma vez que esses ativos – conhecimento e especialização – não possuem garantias de que ficarão exclusivamente na empresa.

2. Falhas de Competência: são falhas relacionadas à capacidade das nações em aproveitar os investimentos em tecnologias. Patel e Pavitt (1994) dividem os SNIs em míopes e dinâmicos. Os primeiros consideram os investimentos em tecnologia como investimentos convencionais voltados para a demanda atual e para o curto prazo. Já os segundos enxergam que existem recursos, como o aprendizado, que são relevantes para sua estrutura. Esses são capazes de acumular as competências necessárias para o desenvolvimento econômico e tecnológico de maneira sustentável para os países, enquanto as míopes têm uma menor sensibilidade às oportunidades inovativas.

Quanto à “Diversidade Desejável de Sistemas” abordada por Patel e Pavitt (1994), há de se entender que, além da diversidade entre os Sistemas Nacionais de Inovação ser inevitável, por muitas vezes ela é desejada, podendo ser saudável para o desenvolvimento e mudanças dos países em relação ao desenvolvimento tecnológico e inovações. Essa diversidade pode servir como um indicador de falhas ou de sucesso para o progresso econômico, relacionada à especialização econômica dos países e à acumulação de habilidades ao longo do tempo.

Nesse sentido, vemos que há uma elevada importância por parte das nações em desenvolvimento para aprender e implementar as tecnologias e práticas advindas dos países desenvolvidos, o que requer capacidade de absorção. No caso das economias em desenvolvimento, o aprendizado pode ser definido como “[...] *the process of technical change achieved by diffusion (in the perspective of technology absorption) and incremental innovation*” (Viotti, 2002, P. 659). Em outras palavras, o aprendizado é a absorção de técnicas já existentes, ou seja, a absorção de inovações produzidas em outros lugares, e geração de melhorias nas proximidades das técnicas adquiridas.

Os países que se encontram em desenvolvimento estão sujeitos a diversos desafios referentes ao estabelecimento e funcionamento do sistema de inovação de forma eficaz. O desenvolvimento desses sistemas é extremamente necessário para impulsionar o crescimento econômico dos países, promovendo a sua competitividade global. Entretanto, na realidade esses países apresentam escassez de recursos, infraestrutura inadequada e capacidade institucional insuficiente, tornando a construção do sistema de inovação eficiente uma tarefa mais complexa (Bansi; Andrade; Galina, 2020).

Um dos principais desafios que os países em desenvolvimento enfrentam para o desenvolvimento de sistemas de inovações é a ausência de investimento em P&D, devido a restrições orçamentárias significativas, limitando a capacidade para alocar os recursos em atividades de inovação. Outro ponto importante é a falta da cultura de inovação e de empreendedorismo que dificultam o desenvolvimento de um sistema de inovação robusto. As sociedades dos países em desenvolvimento focam mais na sobrevivência imediata do que na procura de soluções inovadoras para os desafios enfrentados (Tambosi Junior; Tambosi; Falaster, 2021).

Segundo as teorias que visam explicar como a tecnologia sofre mudanças ao longo do tempo, é necessário compreender que diferentes países progridem em ritmos diferentes. Ou seja, é preciso considerar não apenas os incentivos externos que afetam a aprendizagem, mas as diferentes habilidades e capacidades das instituições entre os países que devem ser adotadas de acordo com seu contexto. Segundo Patel e Pavitt (1994):

...theories and models of endogenous technical change should face up to the challenge of explaining the uneven rate of development amongst countries and associated firms that we observe in practice. In doing so, they should incorporate not just the incentives and externalities associated with localized learning, but also - and above all - the differing institutional competencies across countries to evaluate realistically and implement effectively the economic benefits of learning activities that are increasingly complex, long-term and roundabout. "Learning to learn" should be a central subject in both the theory and the practice of technical change (Patel; Pavitt, 1994, p. 93).

As economias em desenvolvimento podem adotar estratégias para melhorar seus fluxos de conhecimento. A primeira delas seria por meio da aquisição de tecnologia estrangeira (transferência de tecnologia). Essa estratégia pode ser adotada por meio da imitação de bens estrangeiros; investimento estrangeiro direto (IED) e licenciamento. Uma vez que essa estratégia não inclui diretamente a transferência de conhecimento, ela está limitada ao capital humano existente no país, que será capaz de utilizar essas tecnologias.

A estratégia de IED pode ser adotada quando empresas de um país decidem criar filiais ou investir em empresas de outro país, fornecendo assistência na implementação de novas tecnologias, sendo uma fonte rica de conhecimento a ser adquirido, assim como o licenciamento.

Para o avanço tecnológico nos países, é necessário maiores investimentos em educação e treinamento. Países que possuem menores níveis de escolaridade apresentam maiores dificuldades em manusear tecnologias estrangeiras, uma vez que o capital humano é limitado. Nesse sentido, o investimento em capital humano se mostra uma estratégia efetiva, a partir do desenvolvimento dos sistemas educacionais (Dahlman; Nelson, 1995).

Tendo em vista que com a globalização o desenvolvimento tecnológico vem acelerando cada vez mais, é importante que os países também adotem melhorias incrementais em processos, insumos ou equipamentos, em busca de uma melhor produtividade e menores custos. Esse tipo de mudança não deriva de investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento, mas diretamente do chão de fábrica, em processos de *learning-by-doing*. Essas mudanças incrementais, muitas vezes, podem trazer benefícios ainda maiores do que as inovações radicais. No entanto, este fato não exclui a importância da P&D no desenvolvimento do conhecimento tecnológico e na utilização da engenharia reversa, por exemplo. Por esse motivo, o investimento em capital humano se mostra relevante.

Os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento devem focar em áreas que tragam benefícios imediatos para a economia desses países, como melhorias na tecnologia existente e adaptação de tecnologias de outros países para uso local. Para garantir que as descobertas

tecnológicas sejam aplicadas de forma eficaz e beneficiem toda a sociedade, é importante estabelecer políticas que incentivem a cooperação entre o setor público e privado. Compreendida a composição dos Sistemas Nacionais de Inovação nos países em desenvolvimento, devemos destacar a afirmação de Feinson (2003) acerca das medidas a serem adotadas por esses países:

For many, if not most developing countries, catching up technologically depends on the extent to which they are able to position their national innovation systems and environments to best take advantage of knowledge flows originating at the global level. As one researcher notes, “many of the developing countries will have to move from natural resource extraction economies to knowledge-based ventures that add value to these resources. All these changes require a shift in public policy at the national and global level. Domestic innovation will not be possible without access to international markets; access to international markets will not be possible without domestic technological innovation. Local factors and global dynamics are thus intertwined in new ways requiring fresh approaches to domestic and international policy.” This perspective strongly implies that attention to single issues or sources of knowledge flows, such as patents or adoption of a mix of technology transfer strategies that is passive rather than active in nature, will not produce fundamental improvements in economic development (Feinson, 2003; p. 18).

Com a finalidade de entender as principais diferenças entre os SNIs, alguns trabalhos se destacam ao construir indicadores para classificar os sistemas.

Matei e Aldea (2012) realizaram estudos para estimar a eficiência técnica dos SNIs, utilizando dados relacionados à disponibilidade de mão de obra qualificada, à qualidade dos sistemas de pesquisa e à colaboração entre as empresas do setor público e privado, comparando dados de 27 países. A partir disso, buscaram analisar os indicadores de exportação, a fim de compreender a capacidade de comercialização dos países considerando suas inovações. Os resultados da análise apontam que as variáveis de entrada e saída dos SNI não são homogêneas, uma vez que algumas das variáveis de entrada estão relacionadas à colaboração entre o setor público e privado ou ao registro de patentes.

Por outro lado, as variáveis de saída não apresentam muita variação, sendo seu coeficiente inferior a 40%, indicando que a diferença entre os países não é tão elevada nesses aspectos. A partir disso, os autores dividiram os países em grupos, sendo eles:

- a) Líder em Inovação: países cujo desempenho está muito acima da média dos 27 países;
- b) Seguidores em inovação: países que mostram desempenho próximo à média;
- c) Inovadores moderados: países com desempenho abaixo da média; e
- d) Inovadores modestos: países que apresentam a pior performance dentre os analisados.

Um estudo recente realizado por Filippetti e Archibugi (2011) buscou analisar até que ponto os investimentos em inovação foram afetados pelo choque financeiro de 2008. Por meio da análise de dados, os autores identificaram que a recessão econômica teve um grande impacto no comportamento de inovação das empresas em toda a Europa. Muitas empresas reduziram drasticamente seus gastos com inovação por causa da crise. Além disso, é possível notar que a diferença entre o número de empresas que aumentaram seus gastos com inovação e aquelas que os diminuíram mudou significativamente após a crise. Apenas alguns países conseguiram manter um equilíbrio positivo de gastos com inovação.

Isso significa que durante o período recessivo, as empresas e países se mostraram menos dispostos ou capazes de investir em P&D. A análise de dados referente à inovação das firmas nos permite identificar como cada país europeu foi afetado pela recessão em termos de gastos com inovação. Em 2009, após a crise, apenas quatro países – Suíça, Suécia, Áustria e Finlândia - se mostraram resistentes aos efeitos da recessão, mantendo ou aumentando seus gastos com inovação.

Diante desses resultados, foi possível a identificação de quatro grupos de países:

- i. Países em *catching-up*: países que apesar de não apresentar uma alta força de seu sistema nacional de inovação, eles aumentaram seus investimentos mais do que a média;
- ii. Países líderes: países que apresentam uma liderança estrutural em seu desempenho de inovação e continuam aumentando seus investimentos em inovação;
- iii. Países em declínio: países que, apesar de terem um sistema nacional de inovação forte, aumentaram relativamente menos seus gastos com inovação ao longo do período; e
- iv. Países atrasados: países que possuem um baixo desempenho de inovação em nível nacional e um baixo desempenho nos gastos com inovação das empresas.

Diante dos dados apresentados, podemos notar que a crise afetou os países de diferentes formas. Os países em *catching-up* foram mais afetados pela crise do que os líderes estabelecidos. Além disso, nota-se que grande parte dos países em *catching-up* faziam parte do antigo bloco socialista, além de que o desempenho dos países líderes resulta de esforços sistemáticos que permitem que suas economias continuem aproveitando os processos de aprendizado a partir de padrões cumulativos de *know-how*.

Isso significa que as diferenças entre os países estão se ampliando, com alguns países ficando para trás enquanto outros continuam na frente. O impacto da recessão nos investimentos em atividades inovativas não apresentou uma mesma magnitude em todos os países europeus.

Ainda, é possível notar que os países que possuem SNI mais fortes e consolidados foram aqueles menos afetados pela recessão, ao contrário do apresentado pelos resultados entre os

anos de 2006 e 2008, em que não existe relação significativa nos investimentos em inovação e na força do seu SNI, uma vez que todos investiam em inovação. Isso revela que os países que possuem SNI menos desenvolvidos, como os do antigo leste europeu socialista, ainda encaram um processo de adaptação à economia de mercado, possuindo poucos recursos para investir em inovação. Com isso, vemos que a estrutura do sistema de inovação de um país desempenha um papel importante em sua resiliência durante períodos de crise.

Sendo assim, não é possível desassociar a discussão de hiato tecnológico da diferença do nível de desenvolvimento dos países e, por consequência, suas trajetórias de crescimento e outros aspectos que vão além da economia. Com isso, vemos que o crescimento econômico está ligado ao aumento de produtividade que, por sua vez, relaciona-se ao desenvolvimento da tecnologia.

Diante deste cenário, nota-se que existem características específicas dos países que podem influenciar o comportamento das empresas em relação aos investimentos em inovação, como o estoque de conhecimento, a qualidade dos recursos humanos, a profundidade do sistema financeiro e de crédito e a especialização do país (Filippetti; Archibugi, 2011).

Tendo em vista a maior dificuldade dos países em *catching-up* em encarar a crise, é esperado que haja um aumento da disparidade tecnológica quando comparado aos países líderes, havendo a possibilidade de que os países em desenvolvimento não consigam sustentar o processo de *catch-up* iniciado antes da crise. Para que isso aconteça, esses países precisam manter suas capacidades, aprendizados e competências vivas.

2. HIATO TECNOLÓGICO

Tendo em vista que os países apresentam níveis de desenvolvimento distintos, um tema de pesquisa relevante é a de hiato tecnológico ou *technology gap*. Esse conceito deriva da percepção de que existem diferenças no nível de desenvolvimento tecnológico entre distintas empresas, setores e países (Silva; Botelho, 2023). Estudiosos do tema apontam que a hipótese de *gap* tecnológico se relaciona com a ideia de que a inovação determina o desempenho desses atores internacionalmente (Correa *et al.*, 2017), responsável pelo desenvolvimento econômico.

Segundo Fagerberg (1987), o hiato tecnológico é dependente da trajetória apresentada pelos países e decorre das diferenças de desenvolvimento econômico entre eles. Esse *gap* tecnológico pode ser expresso nas diferenças em indicadores de produtividade, participação em comércio internacional e/ou processos de internacionalização e conquistas de novos mercados, domínio tecnológico ou mesmo taxas de crescimento econômico. Em seus estudos, aponta que

investimentos em P&D são essenciais para reduzir o hiato tecnológico existente entre os países que, por sua vez, é um dos motivos que levam os países a apresentarem diferentes níveis de renda *per capita*.

A diferença nos níveis de desenvolvimento está relacionada aos mecanismos de apropriabilidade e cumulatividade, intrínsecos ao progresso técnico, que determinam os diferenciais de produtividade e competitividade que se manifestam ao nível de países e empresas. Além disso, as inovações se mostram como instrumentos importantes e a difusão de tecnologia importa, uma vez que essa não é um bem público disponível, como defendido pelos neoclássicos (Fagerberg, 1987).

Nesse sentido, a existência de hiato tecnológico baseia-se na ideia de que a inovação é responsável por determinar o desempenho de um país internacionalmente. Com isso, a capacidade inovativa de um país pode refletir diretamente na possibilidade de exportar (CORREA *et al.*, 2017). Isso se dá a partir da concepção de que os países que se encontram próximos da fronteira tecnológica apresentam maior capacidade de exportação, uma vez que exportam produtos com maior valor adicionado, quando comparado aos países distantes da fronteira (Silva; Botelho, 2023).

A competitividade de um país está relacionada a sua força e influência das estruturas produtivas, dos seus SNIs, que inclui a infraestrutura técnica, por exemplo. Nesse sentido, para que haja uma difusão internacional efetiva de tecnologia, os países recorrem a estratégias de imitação, essencial na construção de uma estrutura tecnológica avançada, capaz de absorver conhecimento para a construção da tecnologia internamente (Correa *et al.*, 2017). Com isso, para que haja uma redução do hiato tecnológico dos países com a fronteira tecnológica, é esperado uma maior participação no comércio internacional por meio de produtos que possuam um maior valor adicionado.

É recorrente que os estudos sobre hiato tecnológico analisam a relação entre as taxas de crescimento econômico e as taxas de progresso técnico em diferentes países. A tecnologia é vista como algo intrínseco às estruturas organizacionais, e sua transferência pode ser difícil e dispendiosa. Portanto, a mudança tecnológica é um resultado de atividades de inovação e aprendizado dentro das próprias organizações. Cada país tem características específicas que influenciam suas tecnologias e seu processo de mudança tecnológica. Nesse contexto, as empresas desempenham um papel crucial como impulsionadoras do progresso técnico, pois podem desenvolver as habilidades produtivas e tecnológicas necessárias para liderar essas mudanças (Fagerberg, 1987).

2.1. HIATO TECNOLÓGICO BRASILEIRO

A fim de compreender o desenvolvimento econômico desigual entre os países, os pesquisadores buscam olhar para como eles se adaptam aos novos paradigmas tecnológicos ao longo do tempo (Arend; Fonseca, 2012). Aqueles países que chamamos de líderes em desenvolvimento tendem a “abraçar” as mudanças e oportunidades. Outros podem tentar acompanhar esse ritmo, como os casos dos países em *catching-up*. No entanto, alguns podem ficar para trás e não conseguirem se adaptar às novas tecnologias, como o caso dos atrasados.

Diante desse contexto, a discussão acerca do hiato tecnológico brasileiro se faz necessária. Arend e Fonseca (2012) buscaram analisar o desenvolvimento econômico do país, apontando que entre os anos de 1955 e 1980 foi alcançado o *catch-up* tecnológico. Neste período, com o Plano de Metas de Juscelino Kubitschek, há uma aceleração da industrialização pesada no país. Durante o governo de JK, houve uma intensificação das estratégias de internacionalização do mercado interno brasileiro, com elevada entrada de IED e um amplo incentivo de recursos para a atração de capital externo.

Até o final da década de 1970, a base tecnológica brasileira já apresentava um nível elevado de desenvolvimento, determinado especialmente pela entrada de capital estrangeiro no país. Diante disso, foi possível que o Brasil atingisse seu *catching-up*, a partir de uma estrutura produtiva avançada, com elevada diversificação e internalização dos setores considerados chave das economias que se encontravam em um período de desenvolvimento industrial com grande enfoque no petróleo, no setor automobilístico, na produção em massa e, em especial, nos complexos metalmecânico-químico (Arend; Fonseca, 2012).

É importante entender que o período de maturidade do desenvolvimento influenciou diretamente no processo de industrialização do Brasil. Neste momento, os países líderes industriais atingiram seu esgotamento, passando a exportar sua tecnologia para os países periféricos, contribuindo para a sua geração de riqueza. Esse processo afetou diretamente o Brasil, pois ao mesmo tempo que havia entrada de capital produtivo, houve também de capital financeiro, levando a um aumento de empréstimos e concessões de crédito ao país.

Diante desse fluxo de capital financeiro direcionado ao Brasil, o país foi capaz de construir uma estrutura industrial que permitiu seu *catching-up*. Apesar dos investimentos externos levarem o país à uma certa estabilidade tecnológica, isso fez com que houvesse uma menor necessidade de esforços nacionais para o desenvolvimento tecnológico do país. Com isso, apesar de denotar uma convergência tecnológica, esse processo se mostrava altamente dependente do capital externo.

Por esse motivo, em 1980, com a nova revolução tecnológica, essa estratégia evidenciou fraquezas diante da elevada dependência de investimentos estrangeiros. Além disso, é nesse período que os países centrais comandam um processo de reestruturação tecnológica e produtiva, direcionando sua estrutura industrial ao complexo eletrônico. Enquanto isso, o Brasil não seguiu essa mesma tendência, além de ter aumentado significativamente o desenvolvimento das indústrias de recursos minerais.

Diante disso, o Brasil enfrenta uma redução da participação da indústria de transformação em relação ao seu PIB, fazendo com que sua estrutura industrial apresente um retrocesso em relação às décadas anteriores. É neste momento que o *catching-up* brasileiro passa por um período de estagnação, dando início ao processo de *falling behind* que persiste até os dias de hoje (Arend; Fonseca, 2012).

A partir disso, percebe-se que a transição brasileira da substituição de importações para uma abertura comercial fez com que o país atravessasse uma redução precoce da participação da indústria no PIB, além de uma retomada da industrialização voltada para recursos naturais e *commodities* no comércio internacional, levando o Brasil a um processo de desindustrialização prematura (Arend; Fonseca, 2012).

Nesse sentido, nota-se que para que exista a convergência tecnológica entre os países em busca da “superação do atraso” por parte daqueles em desenvolvimento, é esperado que haja uma menor dependência das flutuações do capital internacional a longo prazo. No entanto, este não foi o caso brasileiro, uma vez que a difusão da tecnologia internacional no Brasil se deu a partir de investimentos das empresas multinacionais, ou seja, havia uma elevada dependência da entrada de capital estrangeiro no país. Isso evidenciou a vulnerabilidade da estratégia adotada pelo Brasil, uma vez que não havia garantia de um desenvolvimento tecnológico endógeno, condicionando o país a um baixo dinamismo econômico e tecnológico dependente de capital externo.

Arend e Fonseca (2012) demonstram que durante o período de *catchingup* não houve estímulos para o desenvolvimento do aprendizado, de modo que não se criou uma autonomia tecnológica no Brasil e gerou uma dependência nos fluxos de IED. Os pesquisadores apontam que ao final deste período, esse fluxo é reduzido para os setores industriais, assim como há uma redução na participação da indústria de transformação no PIB. Esse fluxo passa a ser direcionado para o setor de serviços, além de que o processo de fusões e aquisições (F&A) e as privatizações não permitiram a geração de uma maior capacidade produtiva no país.

Portanto, a década de 1990 nos aponta que o Brasil adotou uma estratégia de mudança industrial, mas seguiu o caminho contrário ao dos países em desenvolvimento, uma vez que a

entrada de IED nos setores de microeletrônica foi baixa. Ao invés disso, houve uma concentração de investimentos nos setores antigos, como o metalomecânico-químico e de recursos naturais. Isso demonstrou que o país adotara uma estratégia de mudança industrial frágil, que o levou a uma fraca modernização, com a estagnação de suas indústrias, baixos níveis de crescimento e escassez de recursos. Por esse motivo, o Brasil enfrenta uma elevada dependência tecnológica externa e necessidade de recursos e investimentos estrangeiros.

Também com vistas a analisar o atraso no nível de desenvolvimento tecnológico do Brasil por meio de comparações entre países, o estudo de Correa *et al.* (2017) identifica a existência de diferenças tecnológicas entre o Brasil e países europeus localizados na fronteira tecnológica, a partir da análise de correspondência. Identificou-se que o Brasil possui características tecnológicas análogas à países com baixo dinamismo tecnológico, como Hungria, Croácia e Sérvia. Enquanto isso, os países caracterizados com nível alto e médio de desempenho tecnológico, ou seja, países de fronteira tecnológica, são Alemanha, Holanda e Bélgica.

A primeira análise nos revela que o grupo dos países com baixo dinamismo inovativo, estão localizados nas categorias de baixo e médio-baixo desempenho tecnológico nos setores que, segundo a OCDE, deveriam ter um desempenho alto ou médio-alto (como os setores farmacêutico, de informática, produtos químicos e de automóveis). Enquanto isso, os países de fronteira, ou seja, de alto dinamismo tecnológico, estão localizados na classificação das categorias de alto e médio-alto desempenho tecnológico. Com isso, os países do segundo grupo já demonstram uma superioridade diante da concentração nos setores de alta intensidade inovativa.

Outro indicador analisado no estudo é o comportamento do *market share* das exportações brasileiras em comparação aos demais países, a fim de demonstrar que a capacidade inovativa está ligada à sua posição competitiva. Nesse sentido, evidencia-se que o Brasil se posiciona bem atrás dos demais, principalmente nos setores de alto nível inovativo em comparação ao grupo de alto e médio desempenho tecnológico.

Além de haver uma distância quanto ao nível tecnológico, o Brasil também apresenta um esforço inovativo contrário dos demais, que apresentam elevados níveis de investimento nos setores de alta tecnologia, enquanto o nível de investimento brasileiro encontra-se bem abaixo. Diante desses resultados, verifica-se a existência de um grande *gap* tecnológico entre o Brasil e os países analisados, principalmente nos setores de média-alta intensidade tecnológica.

Partindo para uma análise com foco em pequenas empresas, Silva e Botelho (2023), buscaram analisar a existência de diferenças tecnológicas entre pequenas empresas do Brasil e

de países europeus, por meio de indicadores que medem o esforço e o resultado das atividades inovadoras das empresas, a fim de identificar se realmente existem diferenças tecnológicas entre eles. A partir de indicadores de esforço inovativo das empresas nos países analisados, os pesquisadores identificaram que as empresas na Finlândia, Bélgica e Suécia investem mais em P&D, enquanto na França, Bélgica e República Tcheca são mais comuns atividades contínuas de P&D. Surpreendentemente, as pequenas empresas se destacam pelos seus altos gastos em atividades inovativas.

Por outro lado, ao analisar os indicadores de resultado inovativo, a partir das taxas de inovação, a Alemanha, Bélgica e Áustria se destacam, enquanto o Brasil se aproxima de países como República Tcheca e Espanha. Além disso, é evidenciado que as pequenas empresas brasileiras tendem a concentrar seus esforços em inovações de processo, provavelmente levado pela dificuldade em realizar outros tipos de inovação.

Diante disso, foi realizada uma comparação entre os indicadores de esforço e resultado inovativo que permitiram revelar uma visão acerca das características dos indicadores inovativos utilizados. O primeiro deles consiste no Esforço Inovativo, que trouxe como resultado a Finlândia como país de fronteira tecnológica. Tendo este como base, foi possível medir o hiato em relação aos países analisados: Bélgica e França têm baixo hiato; Alemanha, República Tcheca, Suécia, Áustria e Espanha têm hiato médio; Hungria, Itália, Polônia e Brasil têm hiato alto.

Além disso, é importante analisar se esses esforços resultam em inovações efetivas, ou seja, se tornam as empresas mais inovadoras, tanto em produtos quanto em processos. Diante deste indicador, a Áustria se apresenta como país de fronteira, mesmo com menores esforços para alcançar resultados. Neste caso, o Brasil apresenta um hiato médio em relação à Áustria. A partir de uma análise combinando os índices de esforço e o índice de resultado, é possível identificar que a Bélgica é o país com maior índice de inovação, com o Brasil e a Polônia apresentando um hiato superior a 50 pontos em relação à fronteira.

Esses resultados sugerem que as pequenas empresas enfrentam maiores dificuldades em países com Sistemas Nacionais de Inovação menos desenvolvidos, como é o caso do Brasil e da Polônia, podendo estar relacionado com questões como restrições financeiras, falta de pessoal qualificado e dificuldades para obter financiamento para atividades inovativas (Silva; Botelho, 2023).

Por último, é calculada a eficiência do esforço inovativo, a fim de avaliar a produtividade dos esforços realizados pelas empresas e seus resultados. Diante disso, a Finlândia é considerada o país de fronteira, ou seja, que possui uma maior produtividade dos

esforços em atividades inovativas em pequenas empresas. Mais uma vez, o Brasil apresenta um hiato elevado, indicando uma menor eficiência dos esforços em gerar inovação.

Geralmente, os resultados obtidos pelo estudo convergem com a literatura, apontando que existem divergências entre os países devido ao hiato tecnológico. É possível perceber que os países que se classificam como líderes quando tratamos de Sistemas de Inovação, também se destacam quanto aos indicadores de inovação, podendo tratar de pequenas empresas ou de países.

Sendo assim, a partir dos trabalhos analisados, vemos que os resultados apresentados são semelhantes ao apontar a existência de significativos hiatos tecnológicos do Brasil em relação a outros países. Vimos que os países líderes em desenvolvimento tendem a “abraçar” mudanças e oportunidades de desenvolvimento tecnológico, enquanto outros buscam acompanhar esse ritmo e um terceiro grupo não possui condições para isso, ficando em posição de atraso tecnológico.

Portanto, a análise dos trabalhos sugere que o Brasil enfrenta desafios relevantes para seu desenvolvimento tecnológico e industrial, sendo necessário que o país busque por estratégias para a redução do seu hiato tecnológico quando comparado a outros países. Diante disso, o capítulo seguinte visa analisar de forma detalhada a evolução dos indicadores de atividades inovativas no Brasil em comparação a países selecionados nos anos 2000, fornecendo conclusões importantes para o entendimento desse processo e a posição em que o país se encontra em níveis de desenvolvimento tecnológico.

3. A POSIÇÃO BRASILEIRA NO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

3.1.PERSPECTIVA HISTÓRICA BRASILEIRA

A crise financeira global de 1929 desempenhou um papel crucial no desencadeamento de transformações econômicas no Brasil e em outros países latino-americanos. Até este período, essas nações adotavam um sistema econômico com políticas predominantemente liberais, de cunho agrário-exportador, caracterizado pela especialização na produção de bens de baixo custo destinados ao mercado internacional. Essa especialização se manifestava na produção de matérias-primas e outros produtos intensivos em mão de obra e recursos naturais, que exigiam investimentos mínimos e, conseqüentemente, resultavam em baixos níveis de renda. Essa estrutura econômica vulnerável levou à deterioração dessas economias, tornando necessárias

mudanças em suas bases estruturais. Com isso, houve uma queda no volume de produtos exportados no preço das matérias-primas e uma redução no fluxo de capitais das economias desenvolvidas para o Brasil e América Latina no geral.

A fim de que fosse possível contornar essa situação, foram adotadas medidas comerciais protecionistas e controladas pelo Estado por meio do modelo de industrialização por substituição de importações, no qual visava pelo desenvolvimento da produção interna de produtos manufaturados que antes eram importados. As medidas protecionistas visavam o aumento de tarifas e impostos, além da limitação das importações.

Com a Grande Depressão em 1929, houve um processo de fuga de capitais internacionais, os países latino-americanos experimentaram maior liberdade externa. Muitos países já haviam iniciado seus processos industriais, porém enquanto economias menores focavam principalmente em indústrias de beneficiamento agroindustrial, as maiores desenvolviam indústrias de bens de consumo, químicas, metalúrgicas e de materiais de construção de forma incipiente.

A partir da Segunda Guerra Mundial, esses países enfrentaram dificuldades de abastecimento externo, o que os obrigou a diversificar suas fontes de suprimento internas e a produzir itens que antes importavam, incentivando sua indústria interna. Já com a Guerra Fria, os Estados Unidos adotaram medidas repressivas contra o nacionalismo e forças políticas progressistas na América Latina. Com isso, o Estado brasileiro passou a suprir as deficiências do capital privado nacional e do interesse estrangeiro, investindo em setores como petróleo, aço, produtos químicos básicos e infraestrutura.

É neste cenário que se destacam as medidas adotadas no Plano de Metas de Juscelino Kubitschek, com o desenvolvimento da indústria de base brasileira. O governo investiu em setores como energia, transporte, siderurgia e refino de petróleo, financiando essas iniciativas por meio do Tesouro Nacional e do Banco do Brasil. Isso marcou uma mudança em direção à industrialização mais autônoma, menos dependente das políticas dos Estados Unidos.

Com o governo militar em 1964, apesar de haver uma tentativa para o desenvolvimento industrial do país, havia uma certa resistência dada o temor do comunismo. Ao final deste período de golpe militar, em 1967, o Brasil inicia o processo do “Milagre Econômico”, caracterizado por políticas expansionistas que levaram a um rápido crescimento econômico, como maior abertura ao comércio exterior e um aumento das exportações.

O ano de 1980 marcou o fim do modelo de substituição de importações no Brasil, em decorrência da crise macroeconômica enfrentada pelo país. Diante das transformações tanto no cenário nacional quanto internacional, as políticas econômicas foram reavaliadas, resultando

em uma reorientação das políticas industriais e comerciais. Este reposicionamento tornou-se mais evidente no início da década de 1990, quando houve uma redefinição do papel do Estado e uma mudança na prioridade atribuída ao mercado diante da alocação de recursos.

Este foi o momento que o país se deparou com a liberalização financeira, reformas tributárias, incentivos ao investimento estrangeiro direto, privatizações, e outros aspectos semelhantes. Sob tal influência, os países latino-americanos demonstraram uma crescente inclinação em migrar de modelos econômicos anteriormente baseados na estatização para modelos mais liberais, em consonância com as práticas adotadas pelos Estados Unidos, por exemplo (Pereira, Dathein, 2003).

O primeiro sinal de abertura do Brasil se deu com o fim das barreiras não tarifárias e a redução das taxas de importação. Além disso, adotou-se também a redução das restrições da entrada de Investimento Estrangeiro Direto. Nesse sentido, a estratégia brasileira era voltada para a construção de um ambiente atrativo para o capital internacional, uma vez que o país não possuía recursos para impulsionar o desenvolvimento econômico e modernizar seu parque tecnológico (Arend, Fonseca, 2012).

Esse processo ocorreu de maneira relativamente tardia, durante um período em que o país enfrentava desafios significativos, incluindo uma elevada taxa de inflação e um aumento substancial da dívida externa, o que exercia pressão sobre o Balanço de Pagamentos. Essa conjuntura desafiadora resultou em um complexo processo de ajuste e no aumento do hiato entre o desenvolvimento industrial nacional e o dos centros mais desenvolvidos, tornando difícil o processo de *catch-up* do país. Tal processo foi caracterizado pela sua natureza tardia em relação a iniciativas semelhantes adotadas em outros contextos globais, que retardou a interação da economia brasileira com a dinâmica econômica internacional e a redução do *gap* industrial do Brasil em comparação com países desenvolvidos.

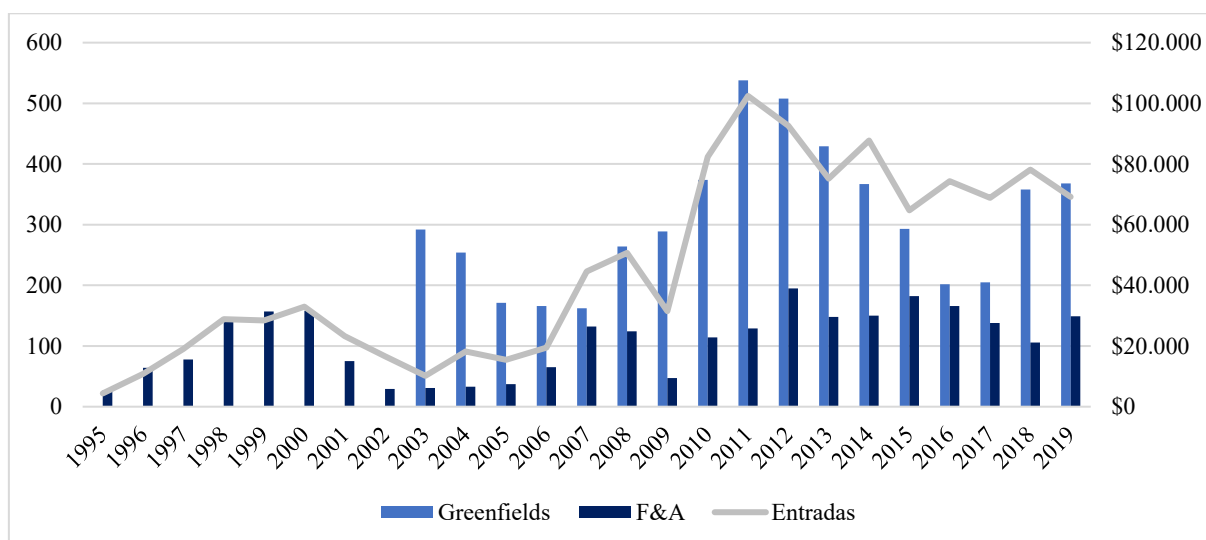
O fluxo de investimento estrangeiro direto (IED) ajuda no entendimento das formas que um país pode adquirir tecnologia. Conforme já mencionado neste trabalho, o IED é capaz de proporcionar a transferência de tecnologia, permitindo que o país tenha contato com inovações, melhora na produtividade e na difusão de conhecimento e tecnologia. Com a inserção da nova tecnologia, o país receptor está sujeito ao processo de aprendizagem por meio da imitação e aplicação, por exemplo.

A partir dos anos 2000 os fluxos de IED no Brasil tiveram um aumento significativo (Gráfico 1), devido a maior abertura comercial e financeira do país e às políticas adotadas. No ano de 2011 o país atinge seu maior fluxo, com uma entrada 102 bilhões de dólares em investimentos (Banco Central, 2023). É importante destacar que este fluxo se trata de taxas de

utilização de direitos de propriedade e taxas de licenças para reproduzir e/ou distribuir propriedade intelectual e se refere aos investimentos totais realizados no país, ou seja, não trata especificamente de fatores tecnológicos referentes à tecnologia.

Ainda, a maior parte desse fluxo está concentrada em projetos de empresas *greenfield*. Esse tipo de investimento é capaz de estimular o crescimento, uma vez que leva ao aumento da capacidade produtiva das empresas estrangeiras no Brasil, além de estimular o desenvolvimento com as inovações que traz consigo. No entanto, esse investimento pode trazer perdas ao país caso este não possua aprendizados o suficiente para absorver essas tecnologias. No caso brasileiro, investimentos *greenfield* têm se mostrado benéficos e apresentam resultados relevantes desde o início dos anos 2000, e apresentando 368 projetos anunciados em 2019.

Gráfico 1 - Fluxo de entradas de IED (US\$ milhões) e tipos de IED (*greenfield* e F&A por quantidade de contratos).



Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponibilizados pelo Banco Central, 2023.

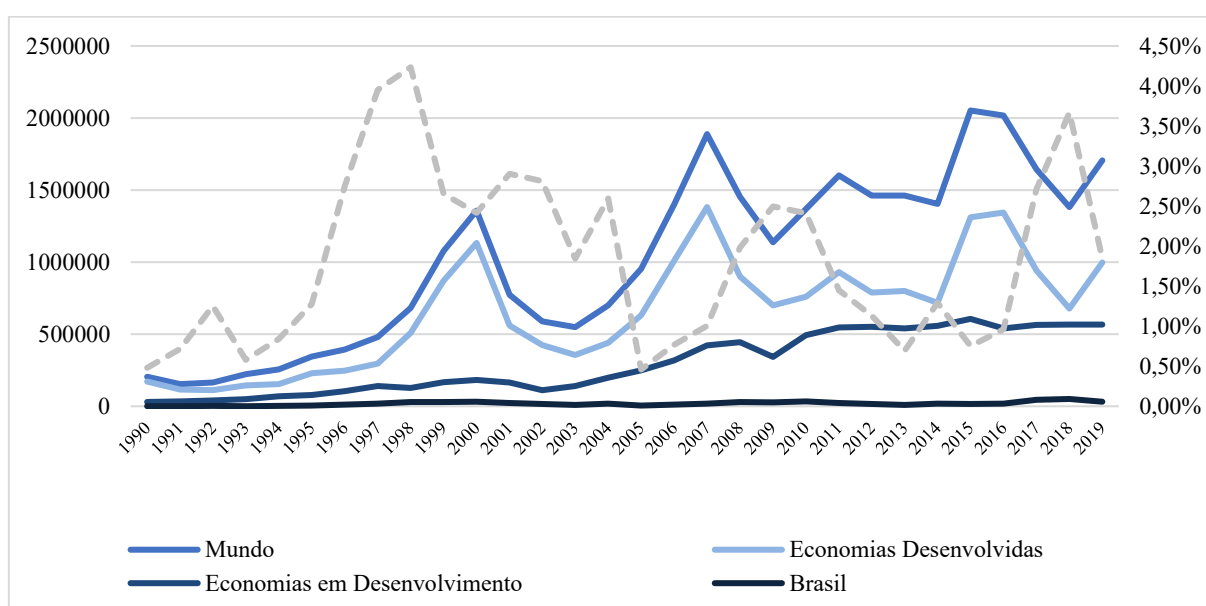
Por outro lado, há uma parcela relevante de IED via operações de Fusões e Aquisições (F&A). Nesse tipo de operação não há geração de nova capacidade produtiva e apenas em alguns casos existe a transferência de habilidades. No entanto, as operações de F&A possibilitam as empresas de se integrarem às redes globais e se inserirem em um processo de trocas de tecnologia (Chiarini, 2014).

A partir dos dados extraídos a partir do Banco Central (Gráfico 2), é possível visualizar que entre os anos de 1990 e 2000 há um aumento exponencial de entrada de IED no mundo. Ainda, é interessante notar a existência de uma correlação negativa entre a participação no IED de países desenvolvidos e em desenvolvimento, com exceção da China, denotando que

enquanto um grupo de país tende a receber mais investimentos, o outro recebe menos, e vice-versa.

Além disso, percebe-se uma correlação positiva entre o fluxo de IED mundial e o de países desenvolvidos, além de haver uma assimetria para os países em desenvolvimento. Isso nos indica que grande parte do fluxo de IED mundial é conduzido pelos países desenvolvidos, uma vez que durante todo o período apresentam uma participação superior à dos países em desenvolvimento.

Gráfico 2 - Entradas líquidas de IED no mundo e a participação dos países no total de IED (%) entre 1990 e 2019.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponibilizados pela UNCTAD, 2023.

Conforme apresentado por Arend e Fonseca (2012), o processo de industrialização na década de 70 foi baseado na internacionalização do mercado interno do país, com uma elevada entrada de IED e incentivos para a atração de capital externo, em grande parte voltado para a atração de empresas multinacionais. Esse mesmo panorama se repete na década de 90, fazendo com que o país tivesse baixos estímulos para as exportações de manufaturados, levando o país a uma dependência de entrada de capital estrangeiro para seu crescimento (Chiarini, 2014).

Existem diversas formas de transferência de tecnologia, e meios para a entrada de multinacionais no Brasil. Essa é uma janela de oportunidade que o país possui para melhorar sua capacidade tecnológica. No entanto, diante da elevada entrada de investimentos externos no início da década de 2000, o país não adotou estratégias para o desenvolvimento interno de tecnologia. Isso faz com que o Brasil não tenha as reais oportunidades de utilizar

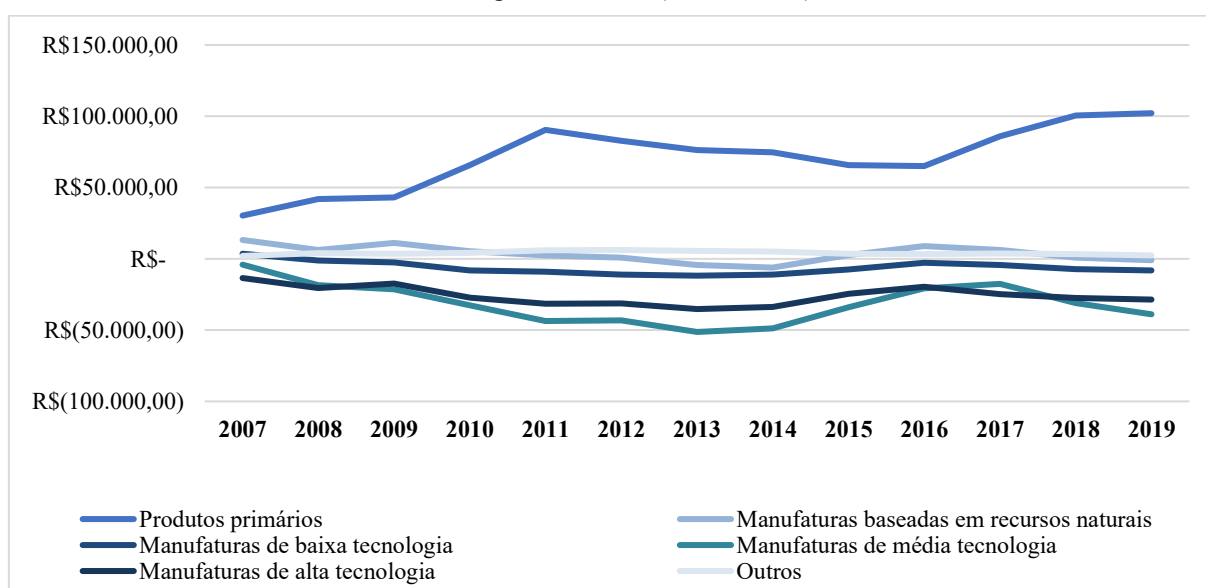
completamente as vantagens trazidas pela incorporação de tecnologia estrangeira e complementar sua capacidade técnica e tecnológica (Chiarini, 2014).

Em 2002, após um período de baixa demanda mundial iniciado em 1999, ocorreu um aumento significativo da demanda global e uma elevação nos preços internacionais, especialmente no que diz respeito às *commodities*. Diante deste contexto, o Brasil foi beneficiado, uma vez que houve estímulos para a venda de *commodities*, o que por sua vez incentivou também a exportação de produtos manufaturados. Como resultado, há um notável aumento tanto nas importações quanto nas exportações até o ano de 2008. O crescimento das exportações foi impulsionado pela maior demanda externa, sobretudo da China, e pelo aumento dos preços desses produtos.

Sabemos que com a abertura econômica na década de 90, houve também um aumento no comércio de bens tecnológicos, levando a um aumento das exportações e importações do país. Quanto às importações, é possível perceber um aumento significativo a partir dos anos 2000, em grande parte ocasionado pela importação de produtos manufaturados (CEPAL-SIGCI, 2024).

Diante do gráfico 3, é possível notar que, em média, o Brasil apresenta um saldo tecnológico positivo apenas para produtos primários, demonstrando um maior fluxo de exportações de produtos primários e importação de manufaturas de média e alta intensidade tecnológica. Isso denota o que fora apontado por Arend e Fonseca (2012) acerca da mudança de estratégia industrial contrária à dos países desenvolvidos, dada a menor entrada de IED nos setores de microeletrônica e um maior foco em serviços.

Gráfico 3 - Saldo Tecnológico Brasileiro (US\$ milhões) entre 2007 e 2019.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponibilizados pela SIGCI, 2023

Conforme já mencionado neste trabalho, a importação de produtos com maior teor tecnológico se relaciona com a promoção do desenvolvimento tecnológico, uma vez que abre portas para a o uso dessa tecnologia e sua adoção nos sistemas produtivos do país. Por outro lado, vale recordar que para que aconteça efetivamente a transferência de tecnologia, é preciso que o país já possua uma base de conhecimento para que haja o processo de aprendizado, de maneira a incorporar essa tecnologia (Chiarini, 2014; Chiarini, 2016).

No início dos anos 2000 o Brasil alcança um aumento significativo nas exportações industriais do Brasil. Com a implementação da abertura comercial, houve um incremento no segmento de indústrias intensivas em recursos naturais, registrando um aumento de 11,6% entre os anos de 1989 e 2010, evidenciando o foco no brasileiro em indústrias de recursos naturais e *commodities*, conforme apontado por Arend e Fonseca (2012). Esse crescimento pode ser atribuído ao aumento dos preços das *commodities* no início do século XXI e à correspondente expansão da demanda por esses produtos. Por outro lado, as indústrias intensivas em mão de obra experimentaram uma redução em sua participação, devido ao aumento da competição externa ocasionada pela abertura comercial e à sobrevalorização do real.

Tabela 1 - Distribuição percentual de exportações brasileiras por grupo de indústrias (1989 - 2010).

Indústrias	89 - 91	92 - 95	96 - 99	00 - 05	06 - 10
Indústrias Intensivas em Recursos Naturais	26,40%	29,10%	31,30%	33,50%	38,00%
Indústrias Intensivas em Trabalho	13,80%	14,30%	13,40%	12,10%	8,80%
Indústrias Intensivas em Escala	46,30%	42,60%	40,20%	37,00%	37,10%
Indústrias Diferenciadas	10,20%	10,00%	10,90%	13,20%	11,00%
Indústrias Baseadas em Ciência	3,30%	3,90%	4,20%	4,10%	5,00%

Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponibilizados por Melo *et. al.* (2014)

Adicionalmente, as indústrias intensivas em escala diminuíram sua representatividade nas exportações, devido ao crescimento da demanda interna por esses produtos, impulsionado pela redução de impostos e pelo maior acesso ao crédito no país. Diante desse cenário, observa-se uma concentração das exportações brasileiras nas indústrias intensivas em recursos naturais, enquanto aquelas que demandam maior investimento tecnológico apresentam uma participação relativamente baixa (Chiarini, 2014)

Ademais, no que tange aos dados de exportações, sabemos que eles permitem indicar o nível do desenvolvimento tecnológico do país e a capacitação deste diante do tipo de produto exportado. A partir desses dados, é possível identificar as características do do país quanto à

sua capacidade tecnológica, ou seja, se o país consegue efetivamente desenvolver tecnologias, incorporar aquelas advindas de outros países, aprimorar seu processo de aprendizado (Chiarini, 2016).

Nesse sentido, o gráfico 3 nos revela que as exportações brasileiras apresentam um crescimento ao longo dos anos 2000, apresentando um saldo comercial positivo em quase todo o período. A partir de dados do Sistema Gráfico de Comércio Internacional (SIGCI), vemos que em 2009 o país passa por um aumento exponencial das suas exportações, atingindo seu patamar máximo de US\$ 253 bilhões em 2011.

No entanto, esse valor é em grande parte carregado pela exportação de produtos primários, seguido de manufaturas baseadas em recursos naturais e, em terceiro lugar, manufaturas de média tecnologia, demonstrando o potencial baixo do país quanto ao seu desenvolvimento tecnológico. Tendo em vista que as importações são um canal de transferência de tecnologia e as exportações um canal de aprendizagem, os dados demonstram a baixa capacidade brasileira no desenvolvimento de bens de maior intensidade tecnológica, evidenciando os problemas existentes na sua estrutura produtiva e dificuldade de incorporar o conhecimento técnico, por meio do aprendizado, dos recursos adquiridos via importação ou IED, por exemplo (Chiarini, 2014).

O processo de abertura comercial no Brasil contribuiu para uma maior especialização da indústria em setores intensivos em recursos naturais, ao passo que resultou em perda de vantagem competitiva para as indústrias intensivas em mão de obra e em escala, devido à intensificação da concorrência externa e à valorização da moeda nacional. Enquanto a indústria intensiva em recursos naturais continua a usufruir de vantagens comerciais consistentes, as demais, em particular as indústrias diferenciadas e baseadas em ciência, apresentam um crescimento das exportações mais modesto e sofrem desvantagens comerciais (Tabela 2).

Tabela 2 - Vantagens Comerciais Reveladas¹ dos produtos manufatureiros para o Brasil (1989 – 2010).

Indústrias	89 - 91	92 - 95	96 - 99	00 - 05	06 - 10
Indústrias Intensivas em Recursos Naturais	0,293	0,349	0,414	0,524	0,557
Indústrias Intensivas em Trabalho	0,018	-0,009	-0,019	-0,055	-0,196
Indústrias Intensivas em Escala	0,085	0,077	0,060	0,009	-0,028
Indústrias Diferenciadas	-0,346	-0,364	0,350	-0,280	-0,314
Indústrias Baseadas em Ciência	-0,574	-0,546	-0,559	-0,593	-0,517

¹A Vantagem Comparativa Revelada foi proposta por Bela Balassa em 1965 e é utilizada para determinar a competitividade de um país. Para o cálculo desse índice é utilizado o desempenho das exportações do país em uma categoria de produto, revelando sua vantagem no setor. Dessa forma, o índice irá analisar as diferenças de custos dos países, apontando em qual indústria o país deve se especializar, ou seja, naquela em que há menores custos e mais eficiente (Rubin, Rondinel, 2004).

Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponibilizados por Melo *et. al.* (2014)

No entanto, existem outros meios, mais difíceis de serem metrificados, para apontar a existência, ou não, de inovações dentro do país, uma vez que a transferência de tecnologia pode ocorrer por meio da importação via multinacionais, restringindo-as ao ambiente das firmas e não havendo sua disseminação para o mercado interno. Por esse motivo, a análise da propriedade intelectual se mostra relevante, pois é capaz de apontar a produção tecnológica realizada por residentes e não residentes.

Conforme já mencionado, as exportações brasileiras têm tido cada vez mais um foco nas *commodities*, muito impulsionada pela demanda mundial, fazendo com que haja uma especialização mais voltada para as indústrias intensivas em recursos naturais, impactando o desenvolvimento das indústrias intensivas em tecnologia. Tal situação demonstra a assimetria do desenvolvimento econômico e tecnológico brasileiro diante da sua abertura comercial.

Ao contrário do que se imaginava, a abertura comercial não trouxe para o país aumentos consideráveis em sua pauta tecnológica. Mesmo com um aumento considerável das importações e do fluxo de IED, possibilitando o contato com inovações e tecnologias externas, não houve efeito na estrutura e capacidade produtiva e tecnológica brasileira, uma vez que não foi capaz de integrar essas tecnologias ao seu sistema e aprimorar sua pauta exportadora e seu lugar no comércio internacional. Além disso, o aumento do fluxo de IED não levou à um processo de modernização mais ampla, pois os fluxos recebidos se voltaram, em grande parte, para a aquisição de empresas. Dessa forma, o Brasil se mantém no século XXI como um exportador de *commodities*, com indústrias de baixa complexidade tecnológica (Chiarini, 2016).

3.2.COMPARAÇÃO ENTRE O DESEMPENHO TECNOLÓGICO BRASILEIRO E DE PAÍSES SELECIONADOS

Existem diversas métricas para avaliar o desempenho científico e tecnológico dos países, que variam desde a produção científica até o sucesso das inovações empresariais. Esse desempenho está intrinsecamente ligado às capacidades que os países possuem para se tornarem mais avançados nesse âmbito. Diante disso, este capítulo abordará diversos indicadores que refletem o desempenho tecnológico brasileiro, como a questão das patentes, a importação e exportação de bens de capital e bens de elevado conteúdo tecnológico, e investimentos externos,

por exemplo, a fim de compreender a capacidade de absorção de tecnologias e aprendizado existentes no país.

Conforme já mencionado, a inovação se define como a criação de novos produtos ou processos que resultam em um aprimoramento dos já existentes. Para que ocorra a inovação, é essencial que esse novo produto ou processo seja introduzido no mercado, o que implica que uma invenção se transforme em inovação quando é lançada no mercado por uma empresa. Nessa perspectiva, é importante ressaltar que a maioria das inovações são incrementais, isto é, visam melhorar tecnologias já existentes, não necessariamente a criação de algo novo.

Diante desse cenário, observa-se uma crescente tendência dos países em aumentar seus investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), impulsionada pela percepção de que isso aumenta significativamente as chances de gerar inovações. Esse aumento na capacidade de inovar é considerado crucial para elevar a competitividade da economia, além de ser um mecanismo fundamental para as empresas absorverem tecnologias externas e se manterem atualizadas no mercado global.

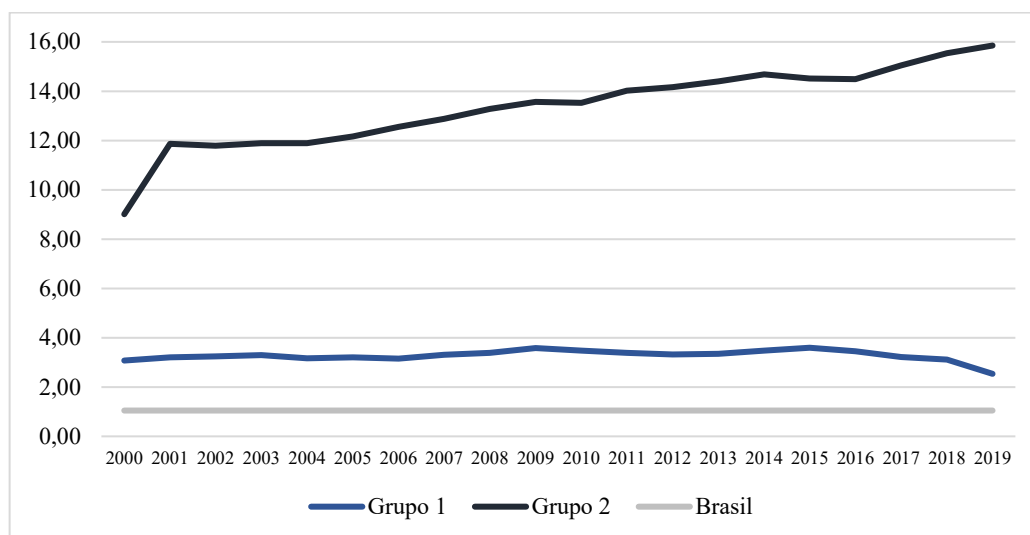
Neste trabalho, a fim de se entender a posição em que o Brasil se encontra em termos de inovação e desenvolvimento tecnológico, foram selecionados oito países que serão separados em dois grupos. O primeiro grupo corresponde aos países de economia emergente, como Brasil, Índia, Rússia e México. O segundo grupo será composto por Alemanha, Reino Unido, Coreia do Sul e Japão, economias que se encontram em desenvolvimento econômico e tecnológico.

No contexto do Brasil, os gastos públicos e empresariais em P&D representaram apenas 1,21% do Produto Interno Bruto (PIB) no ano de 2019. Comparativamente, a média dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) equivale a 2,38% do PIB, situando-se acima dos demais países latino-americanos. Essa disparidade evidencia uma oportunidade de aprimoramento e ampliação dos investimentos em P&D no Brasil, a fim de fortalecer sua capacidade de inovação e competitividade econômica, alinhando-se aos padrões internacionais e impulsionando o desenvolvimento sustentável a longo prazo (MCTIC; 2024).

Isso quer dizer que os investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) provenientes tanto do setor público quanto do privado constituem um desafio fundamental para a ascensão do Brasil em sua posição atual. Embora os aportes em P&D no país não sejam insignificantes, verifica-se a necessidade de um estímulo mais substancial por meio de políticas públicas para promover seu desenvolvimento. Este cenário torna-se evidente ao observar que os investimentos em P&D no Brasil têm mantido relativa estabilidade ao longo do tempo, ao

passo que outras nações com níveis de investimento comparativamente inferiores têm experimentado um crescimento mais robusto nessa área (MCTIC, 2024).

Gráfico 4 - Dispendios nacionais em P&D em relação ao PIB de países selecionados (%) entre 2007 e 2019.

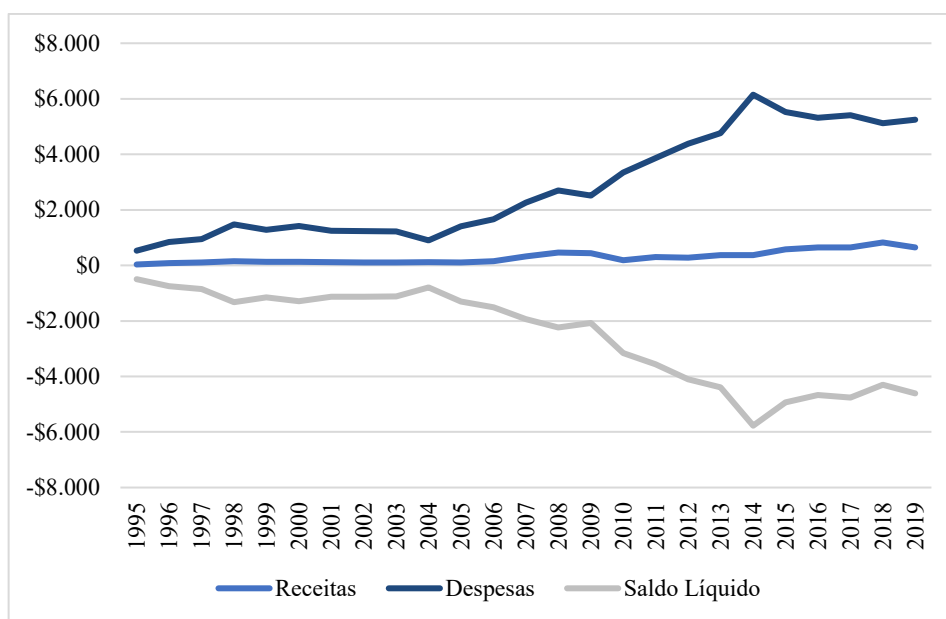


Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponibilizados pelo MCTIC, 2024.

Conforme demonstrado no Gráfico 4, observa-se que a maioria dos grupos de países do grupo 2 registraram um crescimento nos investimentos empresariais em P&D ao longo do tempo. Apesar de o Brasil também ter apresentado um aumento em seus números, sua posição relativa permaneceu praticamente inalterada em comparação com outros países que demonstraram um crescimento proporcionalmente maior. Esses dados indicam que, embora as empresas brasileiras estejam envolvidas na criação de inovações, o indicador de investimento em P&D permaneceu estável, sugerindo um avanço gradual e insuficiente do país no que diz respeito à inovação (OCDE, MCTIC; 2024).

Apesar dos esforços do país na importação de tecnologias, acesso a investimentos externos para o alcance do seu *catching-up*, diante dessa dificuldade de conversão do Brasil em tecnologias mais avançadas e inovações, é válido analisar o saldo da sua Balança de Pagamentos Tecnológicos, ou seja, suas taxas de utilização de direitos de propriedade e taxas de licenças para reproduzir e/ou distribuir propriedade intelectual. A partir dele, podemos entender o uso da difusão de tecnologias brasileiro para o seu SNI.

A partir do gráfico 5, vemos que no período analisado a balança tecnológica brasileira apresenta apenas resultados deficitários, dado elevado montante de pagamentos pelo uso de tecnologia estrangeira, facilitado pela abertura comercial e liberalização do país.

Gráfico 5 - Saldo da BPTec brasileiro entre 1995 e 2019 (US\$ milhões).

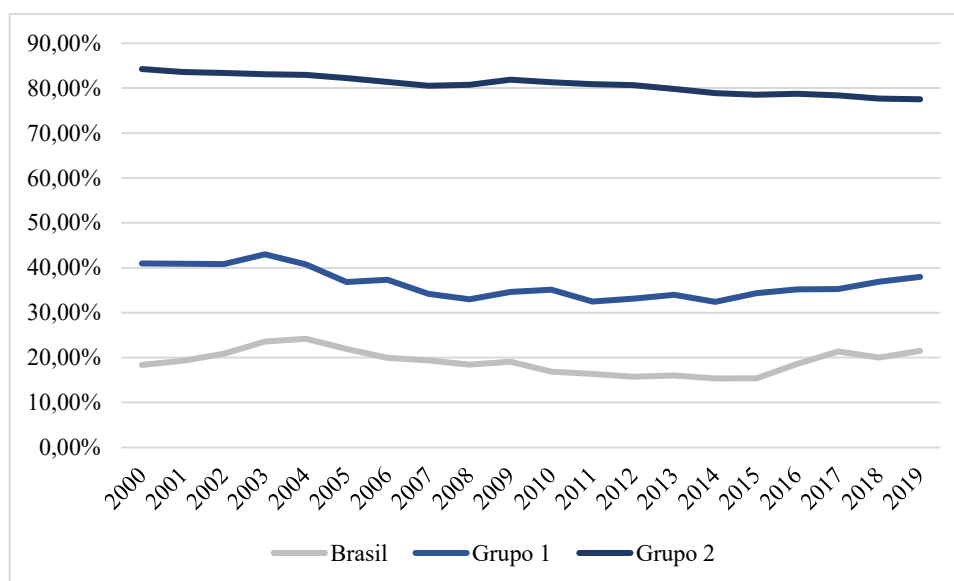
Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponibilizados pelo Banco Central, 2024

A diferença entre os ganhos e os custos associados ao uso da propriedade intelectual é significativa no Brasil. A partir dos dados, evidencia-se que as receitas não cresceram significativamente durante o período de 1995 a 2019. Ao contrário do que houve com as receitas, as despesas aumentaram 85% a partir de 2004 até 2014.

Nesse sentido, é relevante realizar uma análise acerca dos indicadores de patentes, uma vez que podem auxiliar no entendimento de se esse fluxo está relacionado ao avanço tecnológico interno.

Embora as patentes sejam instrumentos posteriores ao processo de inovação, destinadas a proteger as criações, a evolução de seus números está diretamente relacionada ao aumento da produção de novas tecnologias e inovações. Entre 2000 e 2019, o número de pedidos patentes no Brasil aumentou de 17.283 para 25.396, um crescimento que, embora significativo, foi menor do que o observado pelos países aqui selecionados durante o mesmo período.

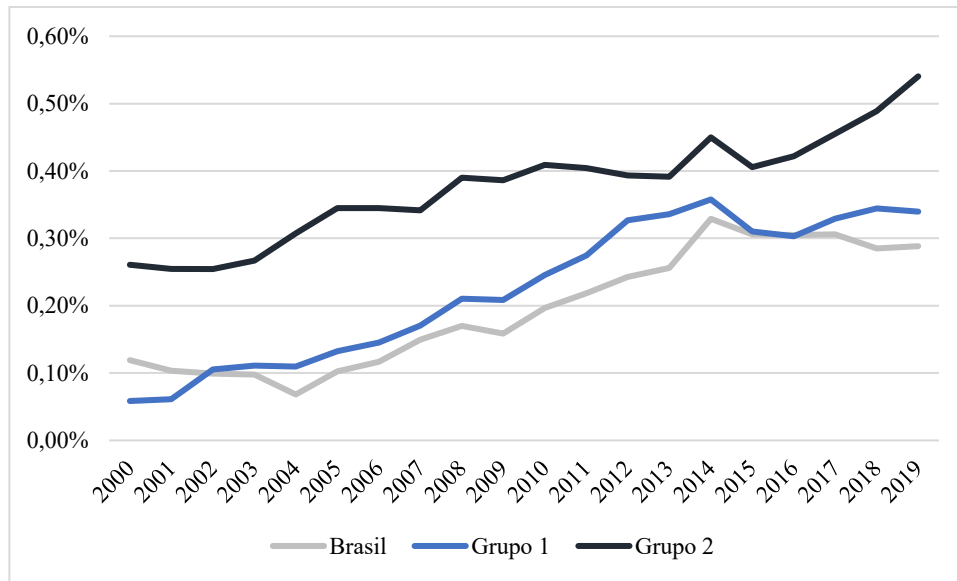
Além disso, em 2019, aproximadamente 21% do número de pedidos de patentes no Brasil advém de residentes, enquanto os países do grupo 1 apresentaram uma média de 37% e os do grupo 2, apresentaram 78% dos pedidos realizados por residentes. No grupo composto pelo Brasil, o país que possui mais patentes solicitadas por residentes é a Rússia, com 66% dos pedidos, e o México se encontra na pior posição, com apenas 8% dos pedidos. Uma vez que a proporção de pedidos realizados por patentes no Brasil é menor que a de ambos os grupos, é possível evidenciar a baixa atividade inovadora e de patenteamento das empresas brasileiras.

Gráfico 6 – Pedidos de Patentes por Residentes entre 2000 e 2019.

Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponibilizados pelo WITS, 2024.

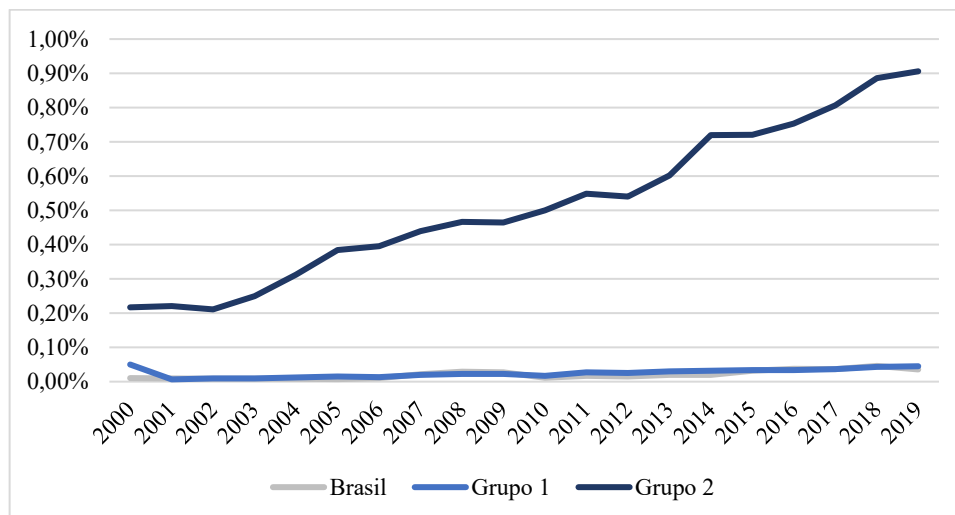
A relação entre as patentes concedidas por residentes permite identificar a capacidade tecnológica do país em questão e a de não residentes à contribuição acerca da dependência tecnológica do país. Diante disso, percebe-se que as receitas obtidas pelo Brasil com a cobrança pelo uso de propriedade intelectual são baixas, ainda mais quando comparadas às despesas. O ano de 2014 se destaca, pois foi o período de maiores gastos pelo uso de propriedade intelectual, com um dispêndio de US\$ 6 bilhões. A partir do ano seguinte, o indicador passa a apresentar queda em seus números, ao passo que as receitas apresentam um leve crescimento.

Em 2019, o Brasil destinou 0,29% do Produto Interno Bruto (PIB) para o pagamento realizado pelas empresas pelo uso de propriedade intelectual (Gráfico 7). Apesar de esse valor estar em linha com o observado nos países pertencentes aos grupos 1 e 2, ele permanece inferior à média dos países do grupo 1, que destinaram 0,35% do seu PIB para pagamentos. Já o grupo 2, destinou 0,55% do PIB (*World Bank - World Development Indicators*, 2024). No entanto, ainda que os gastos dos países do grupo 2 serem superiores aos do grupo 1, nos últimos anos esses países têm apresentado uma maior participação nos gastos totais do mundo, sugerindo a existência de transferência de tecnologia para esses países ao longo dos anos 2000.

Gráfico 7 - Pagamentos de direito de propriedade intelectual no Brasil em relação ao PIB (%).

Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponibilizados pelo World Bank, 2024.

As receitas obtidas com os recebimentos oriundos dos direitos de propriedade intelectual acabam sendo cobertas pelos gastos, ocasionando em um saldo negativo para esse indicador. Esse fator é o oposto do que podemos observar nos países do grupo 2, por exemplo, que apresentam ganhos positivos em termos de propriedade intelectual. No entanto, o fator de maior relevância a ser apontado diz respeito à considerável diferença entre os ganhos com o direito de propriedade intelectual do grupo 1 em relação ao grupo 2 (Gráfico 8). Um exemplo marcante é o caso da Alemanha em 2019, que apresentou gastos de 0,60% do seu PIB com direitos de propriedade intelectual, mas em contrapartida, obteve recebimentos de 1,04% do PIB.

Gráfico 8 - Receitas de direito de propriedade intelectual no Brasil em relação ao PIB (%).

Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponibilizados pelo World Bank, 2024.

Internacionalmente, a contribuição do Brasil para o número total de patentes registradas não é significativa e não reflete conquistas expressivas nesse âmbito. O número de patentes depositadas por brasileiros aumentou de 77 em 2005 para 494 em 2020. Embora esse crescimento possa parecer considerável em termos absolutos, torna-se insignificante quando comparado com o número de patentes depositadas por outros países.

Tabela 3 - Número de patentes concedidas por ano no WIPO entre 2007 e 2019.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Alemanha	9.011	10.005	9.051	8.915	9.000	12.363	11.920	13.835	15.498	16.550	16.549	15.928	16.846	16.032	18.293
Brasil	77	121	90	101	103	175	215	196	254	334	323	310	374	371	425
China	402	661	772	1.225	1.655	2.657	3.174	4.637	5.928	7.236	8.116	10.462	13.243	14.488	19.209
Coréia do Sul	4.352	5.908	6.295	7.549	8.762	11.671	12.262	13.233	14.548	16.469	17.924	19.494	20.717	19.780	21.684
Estados Unidos	74.637	89.823	79.527	77.501	82.382	107.792	108.626	121.026	133.593	144.621	140.969	143.723	150.949	144.413	167.115
Índia	384	481	546	634	679	1.098	1.234	1.691	2.424	2.987	3.355	3.657	4.163	4.225	5.378
Japão	30.341	36.807	33.354	33.682	35.501	44.814	46.139	50.677	51.919	53.849	52.409	49.800	49.677	47.566	53.542
México	80	66	55	54	60	101	90	122	155	172	172	224	288	327	374
Reino Unido	3.148	3.585	3.292	3.094	3.175	4.308	4.299	5.213	5.806	6.487	6.417	6.458	6.635	6.616	7.791
Rússia	148	172	188	176	196	272	298	331	417	445	440	511	541	533	622

Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponibilizados pela WIPO, 2024.

Essa discrepância ressalta a necessidade de um maior investimento e estímulo ao desenvolvimento tecnológico e à inovação no Brasil, a fim de aumentar sua contribuição global no campo das patentes e fortalecer sua posição como um ator relevante no cenário internacional de inovação. Com efeito, o Brasil ainda se enquadra em uma posição de relativa vantagem, uma vez que ainda se mostra superior aos demais países latino-americanos e outros países em desenvolvimento.

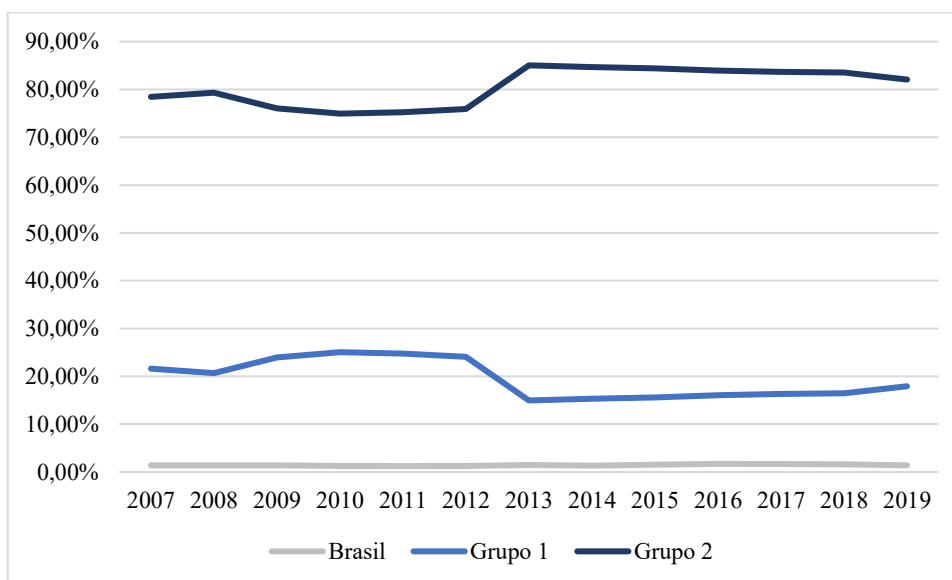
O desenvolvimento tecnológico de um país está intrinsecamente ligado à sua capacidade de exportar de forma diversificada e intensiva em conhecimento, sendo esta última dependente direta da inovação. Portanto, a competitividade entre os países reflete sua habilidade no desenvolvimento desses aspectos. No entanto, é importante ressaltar que países que exportam uma quantidade limitada de produtos intensivos em tecnologia não devem ser automaticamente considerados apenas importadores de tecnologia, incapazes de produzir inovações e conhecimento por si mesmos (De Negri, 2018).

Um exemplo que ilustra essa situação é o caso da Austrália, um país que é um grande exportador de commodities, com apenas uma pequena parcela de suas exportações sendo produtos intensivos em tecnologia. Apesar disso, sua indústria representa 25% do Produto Interno Bruto (PIB) e o país investe 2% de seu PIB em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Isso evidencia que, mesmo que a Austrália não seja um grande exportador de produtos intensivos em tecnologia, ainda assim possui uma base industrial robusta e investe

significativamente em atividades de P&D, demonstrando sua capacidade de inovação e geração de conhecimento (De Negri, 2018).

Ainda que existam exceções, como o caso da Austrália, é geralmente reconhecido que a posse de capacidades científicas e tecnológicas desenvolvidas, responsáveis pela produção e exportação de produtos mais avançados, está positivamente relacionada ao desenvolvimento tecnológico de um país. Observa-se que, a partir de 2014 (Gráfico 9), houve uma redução na capacidade de exportação de produtos de alta tecnologia por parte dos países. Esse declínio apresenta a mesma tendência dos indicadores de investimentos em P&D e patentes. Ou seja, os países mais desenvolvidos, econômica e tecnologicamente, apresentam uma maior parcela de bens de alta tecnologia na sua pauta exportadora.

Gráfico 9 - Exportações de alta tecnologia entre 2007 e 2021.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponibilizados pelo UNTRADE, 2024.

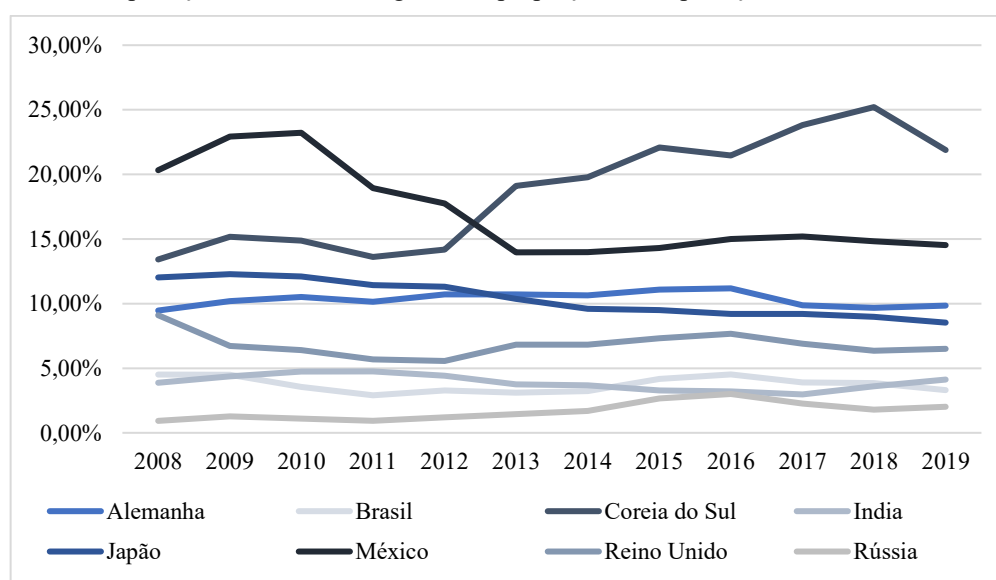
Dentre os grupos analisados, vemos que em média 80% das exportações de produtos de alta tecnologia tem como origem os países do grupo 2. Esse é um valor elevado que evidencia bem a divergência e o hiato tecnológico existente entre os dois grupos de países. Além disso, o Brasil em relação aos demais países do grupo 1 ainda se encontra em uma posição de desvantagem diante deste indicador, estando a frente apenas da Rússia. O México, por outro lado, no período analisado, apresentou uma média de 13,40% das exportações de produtos de alta tecnologia em relação aos demais países selecionados, enquanto o Brasil apenas 1,44%.

Além disso, a proporção das exportações de alta tecnologia em relação ao total das exportações dos países mostra uma correlação positiva com os indicadores de investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e o número de patentes registradas de produtos e processos.

Em outras palavras, países mais desenvolvidos tendem a produzir e possuir uma maior quantidade de produtos que demandam tecnologia avançada em suas exportações.

. Neste contexto, o Brasil ocupa uma posição intermediária, apesar de ter registrado uma queda nas exportações intensivas em tecnologia nos últimos anos, passando de 4,9% em 2007 para 3,3% em 2019. Esse declínio pode ser justificado pelo aumento da participação das commodities na pauta exportadora do país, em detrimento das exportações de alta tecnologia, devido às variações nos preços das commodities e à capacidade do Brasil em competir no mercado de produtos que demandam tecnologia mais avançada.

Gráfico 9 - Exportações de alta tecnologia como proporção das exportações totais entre 2008 e 2019.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponibilizados pelo UNTRADE, 2024.

Para que as novas tecnologias impulsionem o crescimento econômico dos países, é fundamental que haja uma difusão e adoção dessas tecnologias pela sociedade. Nos países subdesenvolvidos, onde a mão-de-obra é mais barata, o processo de adoção dessas tecnologias é muitas vezes dificultado, uma vez que, no curto prazo, pode ser mais atrativo utilizar mão-de-obra barata em vez de investir em maquinário, devido ao alto custo inicial associado ao uso dessas tecnologias. Essa situação contribui para o atraso tecnológico desses países em comparação com os mais desenvolvidos (De Negri, 2018).

De fato, a incorporação de novas tecnologias pelos países é um processo gradual e contínuo, pois requer tempo para aprendizado e adaptação. Esse processo está diretamente relacionado à capacidade dos países de aumentar sua produtividade e renda. Além disso, uma

vez que a maioria das inovações são incrementais, a habilidade dos países em inovar está diretamente ligada à sua capacidade de utilizar eficazmente essas tecnologias existentes.

O desenvolvimento, difusão e transferência de tecnologia entre os países estão intrinsecamente ligados a diversos fatores, incluindo a educação, o nível de abertura do país ao comércio internacional e o histórico de utilização de tecnologias passadas. Isso implica que um país precisa ter uma população com mão de obra qualificada capaz de utilizar as tecnologias, realizar novas aquisições, além de e ter um acesso prévio a tecnologias retrógradas, evitando assim o tempo necessário para aprendizagem para esse desenvolvimento (Comin, Hobijn, 2004 *apud* De Negri, 2018).

A educação desempenha um papel fundamental no desenvolvimento e adoção de tecnologias, pois uma população educada é essencial para o manuseio eficaz das tecnologias avançadas. Além disso, a abertura do país ao comércio internacional facilita a aquisição de tecnologias de outros países e promove a transferência de conhecimento e inovação. Por fim, o acesso prévio a tecnologias passadas é crucial, pois permite que um país construa sobre o conhecimento existente e evite repetir o processo de aprendizagem, acelerando assim o desenvolvimento e adoção de tecnologias mais avançadas. Em conjunto, esses fatores desempenham um papel importante na promoção do desenvolvimento tecnológico e no fortalecimento da capacidade de inovação de um país.

Os países que não estão na vanguarda tecnológica frequentemente acessam tecnologia através de diversas formas, incluindo licenciamento, pagamento de royalties pelo uso de tecnologia importada, investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e aquisição de bens de capital. No caso do Brasil, além de não desempenhar um papel significativo na exportação de produtos de alta tecnologia, a economia ainda é relativamente fechada em relação à importação de produtos e tecnologias, devido a impostos e tarifas elevados.

O acesso à tecnologia por meio de licenciamento envolve a obtenção de permissão para utilizar tecnologia desenvolvida por outras empresas ou instituições. Isso pode ser realizado mediante pagamento de royalties, que são taxas pelo uso da tecnologia licenciada. Além disso, os países podem adquirir tecnologia através do investimento em P&D, seja em instituições nacionais ou através de parcerias internacionais. A aquisição de bens de capital também é uma forma de acessar tecnologia, pois envolve a compra de equipamentos e maquinário que incorporam tecnologias avançadas.

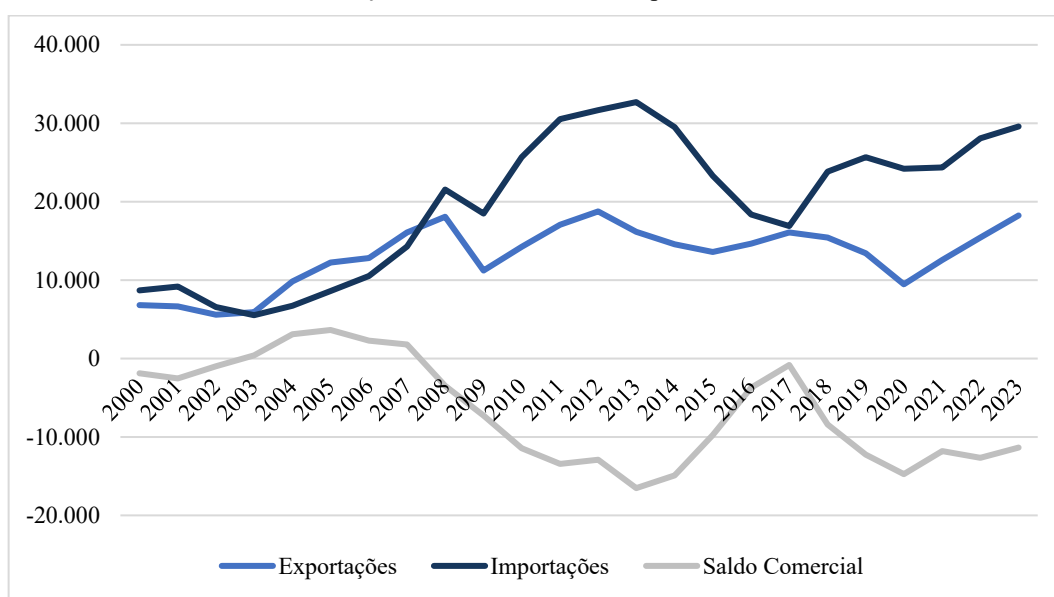
Adicionalmente, o Brasil demonstra um fluxo reduzido de comércio em relação ao seu PIB quando comparado globalmente. De acordo com o Banco Mundial, as importações e exportações do país correspondem a apenas 15,62% do PIB, um valor consideravelmente menor

do que a média observada nos países do grupo 1, que apresentam uma média de 28,49%. Esses indicadores apontam para desafios significativos enfrentados pelo Brasil no que diz respeito ao acesso a tecnologias estrangeiras e à sua participação no comércio internacional.

Ainda, o saldo da balança comercial brasileira de Bens de Capital é capaz de indicar o processo de modernização industrial do país, uma vez que pode representar as mudanças técnicas adotadas pelo país.

As importações e exportações de bens de capital, nos permite identificar que o único período em que há um superávit das importações é entre os anos de 2002 e 2008, demonstrando que o país possui capacidade na produção de máquinas e equipamentos. No entanto, após da crise, o Brasil recupera folego e retoma seu crescimento de exportações e importações, mas ainda apresentando seu padrão histórico de dependência tecnológica.

Gráfico 10 - Saldo da balança comercial de bens de capital brasileiro entre 2000 e 2019.



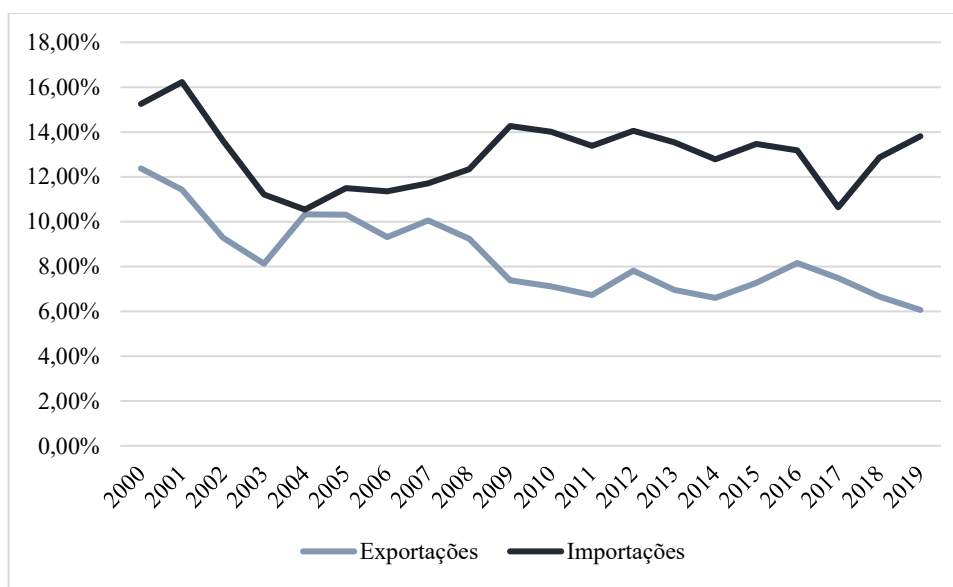
Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponibilizados pela IPEADATA, 2024.

Por outro lado, é possível notar que no ano de 2008 há uma redução do comércio de forma geral, mas as importações indicaram uma redução menos brusca. Isso significa que o Brasil, ainda que em períodos de crise financeira global, é dependente de importações de máquinas e equipamentos.

Além disso, em termos do percentual de importações de bens de capital em relação ao total das importações, o Brasil apresenta uma participação relativamente baixa e decrescente ao longo dos anos (Gráfico 12), demonstrando os efeitos das baixas taxas de investimentos durante o período. Ainda, podemos ver uma queda na participação das exportações de bens de capital

no total de exportações do país. Em 2001, essa participação era de 17,5%, enquanto em 2019, atingiu 7,4%. Essa queda pode ser explicada pela diversificação da pauta exportadora do Brasil, como na indústria de recursos naturais e *commodities*, conforme já mencionado no início deste capítulo, com um maior foco em produtos manufaturados e de menor valor agregado.

Gráfico 11 – Participação da exportação e importação de bens de capital no total de exportação e importação.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponibilizados pela IPEAdata, 2024.

No início da década de 2000, a participação das exportações de bens de capital apresentou um crescimento, alcançando um pico de 18,5% em 2004. A partir de 2005, a participação das exportações de bens de capital começou a cair, ainda que com algumas recuperações em 2008 e 2010, levadas pela retomada da economia global após a crise financeira internacional.

No entanto, ainda é possível notar a fragilidade da estrutura de exportações de produtos de maior valor agregado no Brasil, com uma forte dependência de importações e uma redução da participação das exportações. Essa redução de exportações demonstram a dificuldade do país na conversão da transferência de tecnologia para o desenvolvimento interno.

De fato, observa-se que o uso de tecnologias incentiva a produção de tecnologias desenvolvidas e inovações, estabelecendo uma relação complementar entre esses aspectos. Nesse contexto, é importante destacar que a produção de tecnologias "do zero" não é trivial, uma vez que muitas tecnologias já existem e estão disponíveis para utilização. Além disso, devido ao rápido avanço tecnológico, as tecnologias tornam-se obsoletas em um curto espaço

de tempo, o que ressalta a necessidade de os países utilizarem as tecnologias disponíveis para melhor posicionarem-se para a adoção e produção das tecnologias futuras.

Diante desse cenário, é perceptível que o Brasil, embora não possa ser considerado tecnologicamente atrasado, encontra-se em uma posição inferior em relação a diversos aspectos tecnológicos e científicos em relação aos dois grupos analisados. Ainda, nos últimos anos, o país não tem apresentado avanços significativos nesses indicadores, o que evidencia um processo mais lento em comparação com outros países. Isso ressalta a importância de o Brasil adotar estratégias e políticas que incentivem a inovação, o desenvolvimento tecnológico e científico, a fim de promover um avanço mais acelerado e sustentável nesses setores.

Nesse sentido, a partir dos dados apresentados, é possível afirmar que o Brasil possui um Sistema Nacional de Inovação pouco desenvolvido e que carece da principal característica que define um SNI avançado: a inovação tecnológica. Diante do conceito de SNI apresentado no primeiro capítulo, vimos que o aprendizado é uma das principais chaves para que um país alcance o crescimento econômico e a evolução por meio da inovação (Lundvall, 2007).

No entanto, os dados aqui analisados indicam que o Brasil apresenta elevada dificuldade na absorção de tecnologias para o desenvolvimento interno, uma vez que as medidas voltadas para o aprendizado foram adotadas em um ritmo lento e insuficiente. Ou seja, apesar do país ter apresentado elevados fluxos de investimentos externos (IED) e transferência de tecnologias, houve uma baixa interação entre os agentes para a constituição de capacidades para a incorporação de novas tecnologias, refletindo em um baixo desempenho dos indicadores de exportações e patentes, por exemplo, indicadores que podem demonstrar o potencial do país de absorção de recursos adquiridos externamente para a sua cadeia produtiva interna.

Com isso, é possível notar que se verifica o que fora apontado por Patel e Pavitt (1994) acerca da existência de “Falhas de Competência”, uma vez que o Brasil apresenta dificuldade no aproveitamento de investimentos em tecnologia, com dificuldades no acúmulo de competências para um desenvolvimento econômico e tecnológico sustentável para o país.

Isso evidenciou também as diferenças existentes entre os países quanto ao nível de desenvolvimento tecnológico, que levam a disparidades de níveis de crescimento econômico diante das suas vantagens tecnológicas, como visto aqui nas divergências entre os grupos 1 e 2. Conforme apontado por Patel e Pavitt (1994), os países do grupo 1 podem ser considerados aqueles com “Sistemas Incompletos”, uma vez que apresentam uma baixa articulação do setor produtivo, levando a uma baixa contribuição para o crescimento econômico do país. Enquanto isso, os países do grupo 2 podem ser caracterizados como “Sistemas Maduros”, uma vez que apresentam alta capacidade de geração de tecnologia.

Sendo assim, os países do grupo 2, Alemanha, Japão, Coreia do Sul e Reino Unido, podem ser caracterizados como os países que estão na fronteira tecnológica, ou seja, Países Líderes, conforme a classificação de Filippetti e Archibugi (2011), enquanto Brasil, México, Índia e Rússia estão localizados longe da fronteira, evidenciando a existência do hiato tecnológico, podendo ser classificados como Países em *Catching-up*, uma vez que não apresentam um SNI forte, mas apresentam aumentos nos investimentos.

Ainda, os indicadores analisados evidenciam bem o exposto por Arend e Fonseca (2012) acerca do período de *falling behind* brasileiro. Vimos que a partir da década de 1990 o Brasil passa a sofrer as consequências do abandono do processo de substituição de importações de forma precoce, levando o país a uma menor participação industrial no PIB. Além disso, vemos que a indústria passa a apresentar um enfoque voltado para a exportação de produtos primários, o que demonstra uma maior especialização nesse setor, além de evidenciar sua baixa capacidade tecnológica.

Por fim, conforme apontado pelos pesquisadores, o Brasil em seu período de *catching-up* não apresentou desenvolvimento do aprendizado, fazendo com que não gerasse no país uma autonomia tecnológica. Vemos isso a partir dos dados relativos ao fluxo de IED, uma vez que quando observamos a redução de entradas, há uma redução nos indicadores indicativos de desenvolvimento tecnológico, como a participação da indústria no PIB. A partir disso, evidencia-se a dependência do país nos fluxos de IED e no capital externo. Ainda, tem se observado ao longo dos últimos anos no período analisado neste trabalho um aumento dos processos de Fusões e Aquisições, que comprometem o processo de geração de capacidade produtiva do país, visto que não estimulam o desenvolvimento tecnológico e a geração de capacidade produtiva no país.

CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo compreender os fatores que explicam o desempenho tecnológico brasileiro, com foco nas últimas duas décadas. Para isso, buscou-se entender o que são Sistemas Nacionais de Inovação e o que contribui para que os países apresentem diferenças em seus sistemas e como isso se relaciona com a existência de hiatos tecnológicos. Os SNI, portanto, é definido como uma rede de agentes responsáveis por alterar, implementar e difundir novas tecnologias. Para que isso aconteça efetivamente, espera-se que os países possuam os recursos necessários, sendo seu principal componente a aprendizagem.

Além disso, é esperado que os países também possuam instituições fortes e bem articuladas para o desenvolvimento de inovações e mudanças tecnológicas.

Identificada a existência de diferentes níveis tecnológicos dos países, vimos que os fatores que contribuem para que alguns países sejam mais bem-sucedidos vai além das diferenças dos níveis de renda e aspectos sociais, mas também se relaciona com a capacidade dos países na absorção de conhecimentos, investimentos em P&D, transferência de tecnologia, geração de propriedade intelectual e atividades de exportação e importação de produtos de alta tecnologia.

Nesse sentido, a análise empírica nos mostra que os investimentos P&D é um instrumento chave para a inovação e o desenvolvimento tecnológico e, no Brasil, os gastos públicos e empresariais representaram uma pequena parcela de seu PIB (1,21%). Ainda, com relação aos indicadores de patentes, vemos que no país, apesar de haver um crescimento no número de pedidos de patentes, este é baixo quando comparado aos demais países aqui apontados, além de que os pedidos de patentes brasileiros derivam majoritariamente de não residentes, demonstrando a fragilidade interna brasileira.

Com relação à análise da balança tecnológica, vemos que existe um saldo negativo para o Brasil quanto aos ganhos e custos relacionados ao uso de propriedade, ou seja, o país gasta mais para a utilização de propriedade externa, do que recebe em receitas. Por fim, a análise das importações e exportações de bens de capital revela a capacidade do país em modernizar sua indústria e adotar tecnologias avançadas. O Brasil enfrenta desafios na diversificação de sua pauta exportadora e depende significativamente de importações de máquinas e equipamentos, indicando uma necessidade de fortalecer a capacidade industrial e tecnológica interna.

Os resultados obtidos a partir da análise dos indicadores construídos para a elaboração desde trabalho estão em consonância com as ideias propostas no referencial teórico aqui apresentado. Vimos que a partir da década de 1980, fim do período de *catching-up* brasileiro, inúmeros esforços foram empreendidos no sentido de reverter a condição de atraso tecnológico da indústria brasileira nos últimos quarenta anos. Contudo, a falta de recursos que vem atingindo os setores de ciência e tecnologia e a dificuldade do país no aproveitamento e conversão das tecnologias externas obtidas, contribuíram para o insuficiente desenvolvimento tecnológico e industrial do país.

A análise dos indicadores mostra que o Brasil se encontra em uma posição de grande distância dos países de fronteira tecnológica, aqui considerados os países do grupo 2, Alemanha, Japão, Coreia do Sul e Reino Unido, uma vez que apresentaram resultados inferiores para todos os indicadores trabalhados, além de apresentar resultados piores do que de países do próprio

grupo. Esses resultados se mostram em linha com o que fora apresentado por Matei e Aldea (2012), Filippetti e Archibugi (2011), Arend e Fonseca (2012) e por Silva e Botelho (2023).

Dessa forma, os dados corroboram a noção de que o Brasil vem passando por um período de *falling behind* (Arend; Fonseca, 2012). Desde a década de 1990, o país tem perdido participação industrial no PIB e se concentrado em produtos primários, o que mostra o seu frágil desenvolvimento tecnológico. Além disso, durante o período de *catching-up*, o Brasil não conseguiu adquirir autonomia tecnológica, levando à dependência de investimentos estrangeiros e fluxos de capital externo. Sendo assim, evidencia-se a debilidade do Sistema Nacional de Inovação brasileiro.

Portanto, respondendo à pergunta feita no início deste trabalho, o sistema tecnológico brasileiro enfrenta desafios na construção de capacidades tecnológicas para que o país obtenha acessos à tecnologia internamente e alcance vantagens diante da importação desses produtos. Além disso, vimos que a acumulação de conhecimento e o aumento dos esforços para a melhoria dos bens que entram no país são essenciais para que o Brasil atinja novamente o *catch-up* tecnológico. Ou seja, a importação não é o caminho para a inovação, é um dos meios.

Sendo assim, evidenciamos que o problema enfrentado pelo Brasil se relaciona com a tendência do país em importar tecnologias e atrair investimentos estrangeiros e na sua dificuldade em absorver e internalizar esses novos conhecimentos. Na verdade, o país mantém sua dependência do exterior na obtenção de tecnologias complementares diante da sua fraca estrutura e capacidades tecnológicas internas, inapta a desenvolver essas habilidades tecnológicas endógenas em sua totalidade. Portanto, o ponto de partida para que o Brasil alcance o desenvolvimento e seu emparelhamento tecnológico, a fim de melhorar sua posição no cenário internacional, é o de investir em P&D, educação, tecnologia e políticas industriais que incentivem a inovação e o desenvolvimento tecnológico interno do país.

REFERÊNCIAS

AREND, M.; FONSECA, P. C. D. Brasil (1955-2005): 25 anos de catching up, 25 anos de falling behind. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 32, n. 1, p. 33-54, 2012.

BANCO CENTRAL. **Dados de Investimento Direto**. 2024. Disponível em: <https://dadosabertos.bcb.gov.br/organization/66d0eaea-6ea2-4e85-a691-f56cb354033c?tags=Investimento+direto>

BANSI, A. C.; ANDRADE, A. M. F.; GALINA, S. V. A relação entre internacionalização e inovação nas multinacionais de países emergentes. **Revista Eletrônica de Negócios Internacionais**, v. 16, n. 1, p. 110-126, 2021.

BELL, M.; PAVITT, K. (1993) Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts between Developed and Developing Countries. **Industrial and Corporate Change**, v. 2, n. 2, p. 157-210, 1993.

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) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014

CHIARINI, T.; SILVA, Ana Lucia Gonçalves da. Comércio exterior brasileiro de acordo com a intensidade tecnológica dos setores industriais: notas sobre as décadas de 1990 e 2000. **Nova economia**, v. 26, n. 3, p. 1007-1051, 2016.

CORREA, A.; CARVALHO, E.; POSSAS M., MELO, T. Competitividade e gap tecnológico – uma análise comparativa entre Brasil e países europeus selecionados. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 16, p. 129-156, 2017.

DAHLMAN, C.; NELSON, R. R. **Social Absorption Capability, National Innovation Systems and Economic Development in Social Capability and Long-Term Economic Growth**. London: Korea DevelopmentInstitute, 1995.

DE NEGRI, Fernanda. Novos caminhos para a inovação no Brasil. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)**, 2018

FAGERBERG, J. A technology gap approach to why growth rates differ. **Research Policy**, v. 16, n. 2-4, p. 87-99, 1987.

FEINSON, S. **National Innovation Systems: Overview and Country Cases**. New York: Rockefeller Foundation, 2003.

FILIPPETTI, A.; ARCHIBUGI, D. Innovation in times of crisis: national systems of innovation, structure, and demand. **Research Policy**, v. 40, n. 2, p. 179-192, 2011.

FREEMAN, C. The ‘national system of innovation’ in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, v. 19, p. 5-24, 1995.

FREEMAN, C; SOETE, I. **The Economics of Industrial Innovations**. 3 ed. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1997.

IPEADATA. **Dados Macroeconômicos**. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/Default.aspx>

LUNDEVALL, B. A. National innovation systems—analytical concept and development tool. **Industry and innovation**, v. 14, n. 1, p. 95-119, 2007.

LUNDEVALL, B. **National systems of innovation: an analytical framework**. Londres: Pinter, 1992.

MATEI, M. M.; ALDEA, A. Ranking national innovation systems according to their technical efficiency. **Procedia: Social and Behavioral Sciences**, v. 62, p. 968-974, 2012.

MCTIC. Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações. **Comparações Internacionais - Recursos Aplicados, 2023**. Disponível em: <https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/indicadores/detalhe/comparacoesInternacionais/8.1.3.html>

Melo, M; Ruiz, A.; Castilho, M. Estrutura Tecnológica E Abertura Comercial No Brasil," Anais do XL Encontro Nacional de Economia. **Proceedings of the 40th Brazilian Economics Meeting**. ANPEC - Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, 2014.

MYTELKA, L. K. Licensing and Technology Dependence in the Andean Group. **World Development**, v. 6, p. 447-459, 1978.

NELSON, R. R. **National innovation systems: a comparative analysis**. Oxford: Oxford University Press, 1993.

NELSON, R. R. US Technological Leadership: where did it come from, and where did it go? **Research Policy**, v. 19, p. 117-132, 1990.

PATEL, P.; PAVITT, K. National Innovation Systems: Why They Are Important, And How They Might Be Measured and Compared. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 3, n. 1, p. 77-95, 1994.

RUBIN, L.; RONDINEL, R. Vantagens comparativas e orientação das exportações: estudo do caso do café, do fumo e da soja no período de 1989-2001. **Rila – Revista de Integração Latino-Americana**, Santa Maria: UFSM, n. 1, ano 1, 2004.

SIGCI. **Sistema Gráfico de Comércio Internacional**. CEPAL, 2023. Disponível em: https://sigci.cepal.org/sigci_intensidad_tecnologica_periodos.html?idioma=e.

SILVA, M.; BOTELHO, M. Hiato tecnológico entre pequenas empresas do Brasil e de países europeus. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 22, p. 1-31, 2023.

TAMBOSI JUNIOR, J.; TAMBOSI, S. S. V.; FALASTER, C. D. A inovação das nações: uma análise sob o viés da cultura nacional. **Revista Gestão Organizacional**, v. 14, n. 3, p. 158-174, 2021.

UNCTAD. **Foreign direct investment: inward and outward flows and stock, annual.** 2023. Disponível em: <https://unctadstat.unctad.org/datacentre/dataviewer/US.FdiFlowsStock>.

UNCTAD. **World Investment Report.** 2024. Disponível em: <https://unctad.org/topic/investment/world-investment-report>. Acesso em: 22 abr. 2024.

VIOTTI, E. B. National learning systems: a new approach on technical change in late industrializing economies and evidence from the cases of Brazil and South Korea. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 69, n. 7, p. 653-680, 2002.

WITS. **World Capital goods exports by country in US\$ Thousand 2000 – 2021.** 2024. Disponível em: <https://wits.worldbank.org/CountryProfile/en/Country/WLD/StartYear/2000/EndYear/2021/TradeFlow/Export/Indicator/XPRT-TRD-VL/Partner/BY-COUNTRY/Product/UNCTAD-SoP4#>.

WIPO. World Intellectual Property Organization. **WIPO IP Statistics Data Center.** 2024. Disponível em: <https://www3.wipo.int/ipstats/ips-search/search-result?type=IPS&selectedTab=patent&indicator=13&reportType=13&fromYear=1990&toYear=2021&ipsOffSelValues=&ipsOriSelValues=MX,BR&ipsTechSelValues=910,911,912>

WORLD BANK. **World Development Indicators.** 2024. Disponível em: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>