

Artigo

Estratégia nacional de inovação: uma breve contribuição para sua efetividade sob a perspectiva de acumulação de capacidade tecnológica¹Paulo Negreiros Figueiredo¹¹ Fundação Getúlio Vargas / Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas, Rio de Janeiro / RJ – Brasil

A acumulação de um conjunto de habilidades e recursos intensivos em conhecimento para mudar tecnologias existentes ou para criar novas tecnologias, ou seja, a capacidade tecnológica, em nível de empresas e indústrias, é um dos insumos vitais para a transição de países para níveis progressivamente mais elevados de desenvolvimento industrial e de renda *per capita*. Esse tema tem integrado a agenda governamental e empresarial de vários países que realizaram essa transição de maneira exitosa. Porém, as diversas políticas públicas de inovação implementadas no Brasil durante as últimas décadas, assim como os diferentes estudos e debates sobre os resultados limitados gerados por essas políticas, têm dispensado um tratamento limitado à acumulação de capacidade tecnológica de empresas e indústrias como uma das fontes primárias do aumento da taxa de inovação e do crescimento sustentado da economia. Este artigo objetiva apresentar uma base analítica no intuito de contribuir para a efetividade de uma estratégia nacional de inovação centrada na acumulação de capacidade tecnológica em nível de empresas e indústrias. Essa base analítica pode contribuir para a aferição do retorno das políticas de incentivo à inovação em termos de acumulação de capacidade tecnológica para inovações significativas.

Palavras-chave: política pública de inovação; aprendizagem tecnológica; desenvolvimento industrial; desenvolvimento socioeconômico.

Estrategia nacional de innovación: una breve contribución a su efectividad desde la perspectiva de la acumulación de capacidad tecnológica

La acumulación de un conjunto de habilidades y recursos intensivos en conocimiento para cambiar las tecnologías existentes o crear nuevas tecnologías, es decir, la capacidad tecnológica, en el ámbito empresarial e industrial, es uno de los insumos vitales para la transición de los países hacia niveles cada vez más altos de desarrollo industrial y de ingreso per cápita. Este tema ha integrado la agenda gubernamental y empresarial de varios países que hicieron exitosamente esta transición. Sin embargo, las diversas políticas públicas de innovación implementadas en Brasil durante las últimas décadas, así como los diferentes estudios y debates sobre los limitados resultados generados por estas políticas, han dado un tratamiento limitado a la acumulación de capacidad tecnológica por parte de empresas e industrias como una de las fuentes principales del aumento de la tasa de innovación y del crecimiento sostenido de la economía. Este artículo tiene como objetivo presentar una base analítica para contribuir a la efectividad de una estrategia nacional de innovación centrada en la acumulación de capacidad

DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-761220220418>ISSN: 1982-3134 

Artigo recebido em 30 dez. 2022 e aceito em 10 jul. 2023.

Editora-chefe:Alketa Peci (Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro / RJ – Brasil) **Editora adjunta:**Gabriela Spanghero Lotta (Fundação Getúlio Vargas, São Paulo / SP – Brasil) **Pareceristas:**José Ricardo de Santana (Universidade Federal de Sergipe, Aracaju / SE – Brasil) Maria Lucia Figueiredo Gomes de Meza (Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba / PR – Brasil) **Relatório de revisão por pares:** o relatório de revisão por pares está disponível neste [link](#).

¹ Este artigo deriva de estudo realizado no âmbito do Programa de Pesquisa em Aprendizagem Tecnológica e Inovação Industrial no Brasil da Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas da Fundação Getúlio Vargas (FGV EBAPE).

tecnológica en el ámbito empresarial e industrial. Esta base analítica puede contribuir a la evaluación del retorno de las políticas de incentivos a la innovación en términos de acumulación de capacidad tecnológica para innovaciones significativas.

Palabras clave: política pública de innovación; aprendizaje tecnológico; desarrollo industrial; desarrollo socioeconómico.

National innovation strategy: A brief contribution to its effectiveness from the perspective of technological capability accumulation

Technological capability refers to knowledge-intensive skills and resources to change existing technologies or to create new ones. The accumulation of such capability by companies and industries has been part of governments and businesses' agendas as it is vital for countries' industrial development and increase of per capita income. However, the various public innovation policies implemented in Brazil over the last few decades and the different studies and debates on their limited outcomes failed to address the accumulation of technological capabilities by companies and industries as one of the primary sources for the increase in the rate of innovation and the sustained growth of the economy. This article presents an analytical framework to contribute to the effectiveness of a national innovation strategy centred on the accumulation of technological capability at the level of companies and industries. This analytical framework can contribute to assessing the return on public innovation policies regarding the accumulation of technological capability to develop significant innovations.

Keywords: public innovation policy; technological learning; industrial development; socioeconomic development; technological capability.

AGRADECIMENTOS

Sou muitíssimo grato aos dois avaliadores anônimos pelos comentários críticos e construtivos que contribuíram significativamente para o aprimoramento deste artigo.

1. INTRODUÇÃO

A acumulação de um conjunto de habilidades e recursos intensivos em conhecimento para mudar tecnologias existentes ou para criar novas tecnologias, ou seja, a capacidade tecnológica, em nível de empresas e indústrias, é um dos insumos vitais para a transição de países para níveis progressivamente mais elevados de desenvolvimento industrial e de renda *per capita* (Bell & Pavitt, 1993; Nelson, 2007; K. Lee, 2019).

Ao longo dos últimos 60 anos, em especial desde o início da década de 2000, o Brasil tem implementado diversas políticas públicas ligadas à inovação, no intuito de promover o desenvolvimento socioeconômico. Porém, tais iniciativas, ainda que meritórias, têm sido insuficientes para materializar os objetivos desejados. De fato, o crescimento e o desenvolvimento socioeconômico do Brasil têm sido limitados, entre outros vários fatores, pela sua insuficiência sistêmica de capacidade para gerir e gerar inovações significativas em nível de empresas, indústrias e na economia.

A insuficiente capacidade para inovação do Brasil se reflete em várias frentes: nos seus altos custos de produção, no baixo valor agregado de suas exportações, na crescente insignificância tecnológica do país no cenário mundial acoplada à preocupante condição, com algumas exceções, de mero usuário passivo de tecnologias importadas, no atendimento precário do setor público às demandas da população e nas práticas anacrônicas presentes no cotidiano de várias atividades econômicas (Figueiredo, 2023; Leal & Figueiredo, 2021).

Por outro lado, nos últimos anos, vêm surgindo vários estudos e debates sobre a baixa taxa de inovação no Brasil e as ineficácias das políticas públicas relacionadas. Todavia, a acumulação de capacidade tecnológica em nível de empresas e indústrias, embora seja uma fonte primária de inovação e de crescimento econômico (Aharonson & Schilling, 2016; Gräbner & Hornykewycz, 2022; K. Lee, 2013), tem sido negligenciada nas próprias políticas públicas e em estudos e debates relacionados. Portanto, é imperativa a construção de uma estratégia nacional de inovação centrada na acumulação de níveis progressivamente mais elevados de capacidade tecnológica em empresas e indústrias.

Este artigo objetiva oferecer insumos para o desenho de uma estratégia nacional de inovação centrada na acumulação de capacidade tecnológica em nível de empresas e indústrias. Essa base analítica também pode contribuir para a aferição do retorno das políticas de incentivo à inovação em termos de acumulação de capacidade tecnológica para inovações significativas. Para alcançar esse objetivo, a próxima seção discute a relevância econômica da acumulação de capacidade tecnológica para a inovação em empresas e indústrias. A terceira discute brevemente o imperativo de uma estratégia nacional efetiva de inovação, sob a perspectiva da acumulação de capacidade tecnológica. A quarta apresenta uma base analítica para auxiliar no desenho e na implementação de uma estratégia nacional de inovação. Por fim, a quinta apresenta as considerações finais.

2. RELEVÂNCIA ECONÔMICA DA INOVAÇÃO E DA CAPACIDADE TECNOLÓGICA EM NÍVEL DE EMPRESAS E INDÚSTRIAS

Uma das principais razões para o crescimento lento em certas economias emergentes é o baixo nível de capacidade tecnológica para inovação das empresas e da indústria (K. Lee, 2013). Isso reflete a condição historicamente determinada das empresas de economias emergentes e de renda média, bem como seu processo tardio de industrialização, associada a baixas oportunidades de aprendizagem para acumular capacidade tecnológica (Bell, 2009; Mathews, 2002) e a falhas recorrentes de políticas públicas (Bell, 2009; Bell & Pavitt, 1993, 1995; K. Lee, 2019; K. Lee, J. D. Lee, Meissner, Radosevic, & Vonortas, 2021).

Para aumentar a taxa de inovação da economia e competir nos mercados globais, as empresas de economias emergentes devem acumular capacidade inovadora em nível próximo, igual ou superior ao dos líderes tecnológicos globais das economias avançadas (K. Lee & Mathews, 2012). No entanto, a eficácia desse processo depende, em grande parte, dos esforços deliberados em nível de empresas e indústrias, com apoio governamental, para adquirir e gerar conhecimento, isto é, engajar-se em processos de aprendizagem tecnológica para a construção e a acumulação de capacidades tecnológicas para inovação (Bell & Pavitt, 1993; Chung & K. Lee, 2015; Lall, Navaretti, Teitel, & Wignaraja, 1994; Nelson, 2007).

O crescimento econômico nacional sustentado depende, em grande parte, da agregação de valor à produção nacional (Cimoli, Dosi, & Stiglitz, 2009; Dosi & Yu, 2018; K. Lee et al., 2021), a qual depende, basicamente, da capacidade de inovação de empresas e indústrias (Aharonson & Schilling, 2016; Bell & Pavitt, 1993; Gräbner & Hornykewycz, 2022; Teece, 2014). Especificamente nas economias emergentes e de renda e tecnologia média, o alcance do nível de renda *per capita* próximo ou igual ao de economias industrialmente avançadas e de alta renda reflete, em grande parte, o estreitamento ou a ampliação do hiato de capacidade tecnológica para inovação em relação aos líderes tecnológicos da indústria global localizados em economias avançadas (Bell & Figueiredo, 2012; K. Lee, 2013; Malerba & Lee, 2021).

O Brasil é uma economia de industrialização tardia e de renda e tecnologia médias, condição na qual está estacionado há mais de 50 anos. Países assim estão aprisionados entre dois aspectos: de um lado, seus custos de produção são por demais altos, impedindo-os de competir com as economias mais exportadoras e competitivas; de outro, seu nível de capacidade tecnológica para inovação, especificamente em nível de suas empresas, não é suficientemente alto para competir com as economias avançadas. Nações estagnadas por longo tempo nessa condição de renda e tecnologia média tendem a experimentar um crescimento econômico lento, com suas mazelas sociais (K. Lee, 2019; K. Lee et al., 2021).

Países que conseguiram escapar dessa condição de renda e tecnologia média obtiveram considerável aumento de ganhos de produtividade na economia, o qual foi conseguido, em grande parte, pelo aumento da capacidade tecnológica para inovação em diferentes setores industriais e pela exposição à competição internacional (K. Lee, 2019, 2013; Yeon, Lee, & Baek, 2021). Em outras palavras, eles fortaleceram consideravelmente sua competitividade, o que também reflete a acumulação de capacidade tecnológica para inovação, em nível da indústria e de empresas (Cimoli et al., 2009; K. Lee et al., 2021); afinal, é na indústria e em suas empresas, com o apoio de organizações parceiras e governamental, que ocorre a transformação de ideias criativas em riqueza. Em outras palavras, é em nível da indústria e das empresas que o real processo de inovação ocorre (Bell & Figueiredo, 2012), como será discutido mais adiante.

Neste estágio, contudo, é importante sublinhar que tal afirmação não sugere que a inovação noutras áreas da economia não seja importante. Por exemplo, inovações no sector público podem ter impactos significativos na sociedade, melhorando os serviços públicos, os cuidados de saúde, a educação, as infraestruturas, o enfrentamento de desafios sociais complexos, incluindo as alterações climáticas, a pobreza e as crises de saúde pública. No entanto, a inovação no setor privado está ainda mais diretamente relacionada com o crescimento econômico, por meio da criação de novos produtos, serviços e mercados, que estimulam a criação de empregos e aumentam a prosperidade geral. Além disso, as inovações do setor privado beneficiam diretamente os consumidores através de produtos e serviços aprimorados, preços mais baixos e maior escolha. Consequentemente, este artigo centra-se na acumulação de capacidade tecnológica para a inovação do sector privado.

Obviamente que a capacidade tecnológica e a inovação não são a cura para todos os males ou uma panaceia para o desenvolvimento industrial e socioeconômico. Porém, as evidências ao longo da história mostram que países que acumularam níveis de capacidades tecnológicas para inovações significativas em vários segmentos da indústria também realizaram uma transição eficaz para níveis industrial, tecnológico e, principalmente, de renda per capita mais elevados (Dosi & Yu, 2018).

Ocorre que aumentar a taxa de inovação do Brasil, de modo a possibilitar que o país agregue mais valor à sua produção e obtenha crescimento econômico sustentado, no entanto, depende da superação de várias dificuldades nacionais, algumas estruturais, como a alta taxa de concentração da economia brasileira (Leal & Figueiredo, 2021) e demais problemas que constroem o desempenho de inovação (Mazzucato & Penna, 2016). De fato, países exitosos na transição para nível mais elevado de desenvolvimento industrial e de renda *per capita* envidaram esforços significativos na superação de dificuldades estruturais, como qualidade da educação, infraestrutura, sistema tributário, competição da economia entre outros.

A solução para esses problemas é uma condição necessária, mas não suficiente, para uma transição exitosa para nível mais elevado de desenvolvimento industrial e socioeconômico. Por isso, é preciso

esforços específicos na acumulação de níveis elevados de capacidades tecnológicas de empresas e indústrias, fontes vitais de inovações e de crescimento econômico sustentado (Bell & Figueiredo, 2012; Fagerberg, Mowery, & Nelson, 2005; K. Lee, 2013, 2019).

3. IMPERATIVO DE UMA ESTRATÉGIA NACIONAL DE INOVAÇÃO CENTRADA NA ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADE TECNOLÓGICA

Ao longo dos últimos 60 anos, sobretudo nas últimas duas décadas, o Brasil tem realizado esforços significativos orientados à inovação. Por exemplo, desde 1999, o país vem aumentando de maneira consistente o investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D), que engloba atividades de pesquisa básica, pesquisa aplicada e desenvolvimento de produtos, de processos, além de soluções de problemas tecnológicos diversos (Figueiredo, 2023; Leal & Figueiredo, 2021).

Segundo Silva (2018), a partir do início da década de 2000, houve um aumento significativo de políticas orientadas à inovação em níveis federal, estadual e municipal – de 2011 a 2020, foram implementadas 36 novas políticas de inovação em âmbito federal. Desde 2010, foram geradas diversas versões de iniciativas formais, como a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (2012-2016, 2015-2020, 2016-2022) e a Política Nacional de Inovação acompanhada da Estratégia Nacional de Inovação. Esses documentos têm intenções meritórias e definem diretrizes para atividades científico-tecnológicas e de inovação para o desenvolvimento nacional.

A despeito da intensidade de políticas públicas de inovação no Brasil durante as últimas décadas, os resultados obtidos em termos de taxa de inovação, produtividade e competitividade têm sido limitados. Com exceção de algumas poucas áreas, o Brasil tem experimentado um sistemático distanciamento da fronteira internacional da inovação tecnológica (Leal & Figueiredo, 2021).

Vários estudos têm examinado e discutido, sob diferentes perspectivas e metodologias, algumas das inconsistências e dos paradoxos das iniciativas do Brasil para promover a inovação na economia. Por exemplo, Carrara e Ferreira (2020) argumentam que, embora os gastos em P&D tenham crescido, ainda são insuficientes para fomentar de maneira robusta a economia do país (Carrara & Ferreira, 2020). Bastos e Frenkel (2017) ressaltam a discrepância entre produção científica e aplicação de patentes, ao passo que Mazzucato e Penna (2016) examinam as forças e as fraquezas do sistema brasileiro de inovação. Eles chamam a atenção para a falta de uma agenda de longo prazo e a baixa demanda do setor privado por conhecimento produzido no setor público.

Reynolds, Schneider, e Zylberberg (2019) examinam as iniciativas brasileiras em inovação sob diferentes ângulos, como a economia política de inovação, a criação e difusão de conhecimento e as inovações institucionais, além das atividades de empresas e indústrias frente à economia global. Eles ressaltam a necessidade de o setor privado assumir o protagonismo das iniciativas de inovação no Brasil, assim como a premência por foco e avaliações robustas de programas e políticas de inovação no país.

Outro grupo de estudos examina os retornos obtidos por políticas específicas de inovação. Porém, suas análises, embora cuidadosas e robustas, geram resultados inconclusivos e não convergentes. Por exemplo, em 2005, foi promulgada a Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005, conhecida como lei do bem. Seu objetivo é induzir investimentos empresariais em P&D mediante a concessão de incentivos fiscais federais, além da contratação de pesquisadores e da inserção

de produtos/serviços e processos novos no mercado. Os investimentos realizados por meio dos incentivos fiscais dessa lei representam cerca de 36% do total do investimento em P&D no Brasil (Araújo, Rauen, & Zucoloto, 2016).

Alguns estudos buscaram identificar os impactos da lei do bem na economia brasileira e encontraram, por exemplo, aumento nos investimentos em P&D pelas empresas (Colombo & Cruz, 2018; Kannebley, Shimada, & De Negri, 2016) e maior probabilidade de inovar (Santos et al., 2020). Por outro lado, outros estudos argumentam que esses dispêndios não resultaram em mais inovação (Rocha & Rauen, 2018). Análises inconclusivas e perspectivas divergentes também aparecem em relação a outras políticas de inovação, como é o caso do Programa Inovar-Auto (2013-2017). Essa política pública objetivou estimular o aumento da nacionalização dos veículos consumidos no país e aumentar a competitividade internacional dessa indústria, por meio de desenvolvimento e treinamento de fornecedores e de investimentos em P&D, envolvendo um dispêndio tributário de aproximadamente R\$ 7 bilhões.

Ao examinarem a Estratégia Nacional de Inovação, De Negri et al. (2021) apontam algumas ameaças para sua efetividade, entre as quais ausência de diagnósticos precisos e objetivos claros, metas amplas e inalcançáveis, bem como fragmentação e ausência de prioridades. Assim, o Tribunal de Contas da União (TCU, 2022), ao examinar a efetividade das políticas públicas de inovação, encontrou

“[...] falhas em todo o ciclo das políticas públicas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) que podem comprometer a transformação dos avanços científicos em ganhos de produtividade e competitividade para o país”.

Além de corroborar as deficiências identificadas em De Negri et al. (2021), o TCU (2022) chama a atenção para a ausência de planejamento estratégico de longo prazo, para benefícios tributários ineficientes para induzir a competitividade de empresas e produtos incentivados, bem como para a inexistência de metas e indicadores de resultados e impacto.

Em suma, ao longo das últimas décadas, em especial nos últimos anos, tem havido uma profusão de iniciativas em termos de debates, propostas, documentos governamentais e estudos sob diferentes perspectivas e métodos relacionados a políticas de inovação no Brasil. Porém, na grande maioria dessas iniciativas, o tema da acumulação de capacidade tecnológica em nível de empresas e indústrias tem sido surpreendentemente negligenciado, ainda que se trate de fonte primária para inovação e de crescimento econômico sustentado, como discutido anteriormente.

O mesmo ocorre nos debates sobre a reindustrialização do Brasil, que vem sendo tratada como chave para o desenvolvimento econômico sustentável. Embora os termos “tecnologia” e “inovação” apareçam com frequência nesse debate, a acumulação de capacidade tecnológica para inovação de empresas, indústrias e seus ecossistemas não têm recebido a atenção adequada nesse debate. Reindustrialização é um processo complexo e envolve múltiplos fatores, porém a acumulação efetiva de capacidade tecnológica para inovações significativas em nível de empresas e indústrias é condição fundamental para o desenvolvimento industrial (Bell & Figueiredo, 2012; K. Lee, 2013). Em outras palavras, não obstante a sua importância fundamental, o processo de acumulação de capacidade tecnológica para inovação, suas fontes e seus impactos em nível de empresas e indústrias têm sido negligenciados nos documentos governamentais e nos debates sobre políticas de inovação e de reindustrialização no Brasil.

Por isso, torna-se imperativo o desenho e a implementação de uma estratégia nacional de inovação com ênfase na acumulação de capacidade tecnológica para inovação. A próxima seção introduz uma base analítica que contribui para a efetividade do desenho e a implementação dessa estratégia.

4. BASE ANALÍTICA PARA UMA ESTRATÉGIA NACIONAL DE INOVAÇÃO CENTRADA NA ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADE TECNOLÓGICA

A base analítica aqui apresentada identifica a acumulação de capacidade tecnológica e as atividades inovadoras como variáveis centrais. Os investimentos deliberados em processos de aquisição de conhecimento de fontes externas e internas são considerados insumos primários para a acumulação de capacidade tecnológica. A base analítica também identifica os impactos gerados pela acumulação de capacidade tecnológica e pela implementação de atividades inovadoras. Esta seção apresenta as definições e a operacionalização dos componentes principais da base analítica.

4.1. Atividades inovadoras: significado e propriedades

Parece truísmo ou clichê argumentar sobre a importância da inovação para o crescimento sustentado e a competitividade de empresas e países. Todavia, a gestão do processo de inovação em si e da principal fonte para atividades inovadoras, a capacidade tecnológica, está longe de ser trivial. Por exemplo, sondagens realizadas por consultorias, como McKinsey e Deloitte, entre executivos internacionais, mostram que, embora a maioria dos gestores reconheça a importância da inovação, eles têm dificuldade para geri-la (Blackburn, Galvin, LaBerge, & Williams, 2021). Um dos problemas se refere ao entendimento confuso do seu real significado. Ainda que pareça óbvio, o significado do termo “inovação” não é nítido para muitos gestores empresariais e governamentais. Por vezes, inovação é definida de forma muito limitada; em outras, é confundida com invenção, criatividade, tecnologia e ciência. Por isso, é relevante discutir alguns aspectos do real significado e das propriedades de atividades inovadoras.

4.1.1. Inovação: seu real significado e alguns requisitos

O termo “inovação” vem do latim *innovare*, que significa fazer algo diferente. Sob a perspectiva econômica, inovação significa adicionar valor a uma ideia criativa ou inventiva. Ainda que a criatividade seja inerente a toda atividade inovadora, ela é condição necessária, mas não suficiente. Da mesma forma, uma invenção reflete uma ideia criativa, um esboço ou um modelo voltado a um dispositivo, produto, processo ou sistema novo ou aperfeiçoado, a qual pode ser patenteada, mas que não resulta necessariamente em inovação. Existe uma cadeia de eventos desde a invenção até sua especificação ou aplicação como inovação, o que frequentemente envolve um caminho longo e arriscado (Fagerberg et al., 2005). Por isso, invenções, ainda que envolvendo grande sofisticação técnico-científica e alto grau de criatividade, não podem ser confundidas com inovações.

Alguns requisitos inter-relacionados devem ser atendidos para classificarmos uma atividade como inovação. O primeiro deles se refere à novidade, que pode ser relativizada. Segundo o Manual de Oslo (Organisation for Economic Cooperation and Development [OECD], 2005), podemos ter inovações que são novas à empresa ou à organização, novas ao mercado ou a economias locais e novas ao mundo. As inovações novas à empresa são típicas de economias em desenvolvimento. Elas refletem

inovações incrementais básicas ou imitações criativas, contudo podem ser uma base à evolução para níveis mais sofisticados de atividades inovadoras.

Embora se argumente que uma inovação só acontece com a primeira introdução no sistema socioeconômico, isso se relaciona com outro requisito importante que envolve aplicação prática e agregação de valor. Uma inovação atende a uma demanda existente ou potencial – cria-se uma demanda para um benefício que ainda não se conhece. Isso significa demonstrar diferenciação em relação ao que existe e/ou gerar algum benefício que ainda não é entregue por aquilo que existe. Tal valor adicionado pode se refletir em maior grau de satisfação a ser percebido pelos usuários de produtos, serviços e/ou processos industriais em termos de aumento de eficiência, produtividade, segurança, conforto, praticidade etc.

4.1.2. Inovação: processo não linear liderado essencialmente pelas empresas

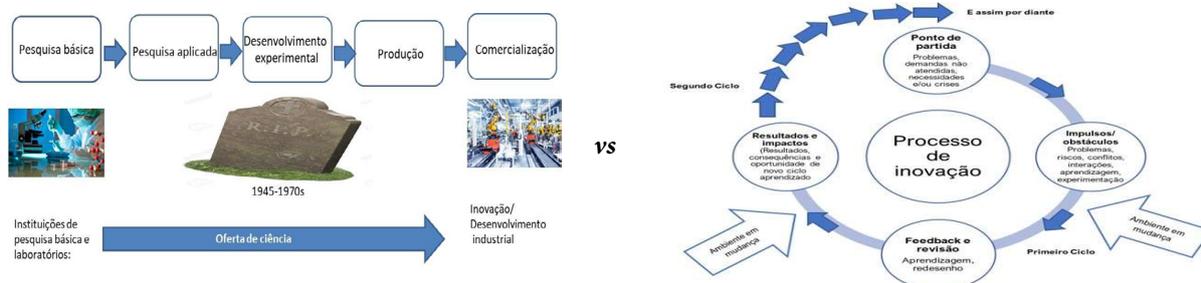
A inovação é um processo, mas não um processo linear. Intarakumnerd e Chaminade (2011) argumentam que, nos poucos países em desenvolvimento onde tem havido políticas de inovação, elas frequentemente refletem a inovação como um processo linear. Ou seja, tendem a incentivar o desenvolvimento de capacidades para pesquisa básica no setor público (universidades e institutos de pesquisa), negligenciando a acumulação de capacidade tecnológica no setor privado. Sob essa óptica, a indústria, em sentido amplo, e as empresas são vistas meramente como usuárias do sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação.

O investimento privado em inovação, incluindo P&D, garante a aderência às demandas, forçando um maior foco em resultados. São as empresas que acumulam experiências e conhecimentos específicos e idiossincráticos sobre aspectos técnicos de produtos, processos e serviços, bem como sobre sua comercialização. Ademais, inovações em empresas e sua rede de parceiros em vários setores da economia são a base para a produtividade e o crescimento de países, reiterando o que foi discutido na seção anterior.

Considerando que o processo de inovação é implementado primordialmente pelas empresas (Fagerberg et al., 2005), os ganhos de produtividade e o crescimento econômico de países dependem, em última análise, de empresas inovadoras (Bell & Figueiredo, 2012; K. Lee, 2013). Todavia, o papel primordial da empresa, como demandante de recursos humanos qualificados e diferentes tipos de conhecimento para resolver problemas ou atender a demandas existentes e potenciais, tende a ser negligenciado pelas políticas públicas de inovação em países em desenvolvimento. Nesse contexto, tende-se a atribuir, equivocadamente, a universidades e institutos públicos de pesquisa papel concentrador da pesquisa básica e de geradores de inovação.

Essa perspectiva linear argumenta que a inovação seria um processo que se inicia com a pesquisa básica, evoluindo, sequencialmente, para a pesquisa aplicada, o desenvolvimento, a produção e a comercialização, como representado pelo lado esquerdo da Figura 1. Esse ponto de vista, que emergiu por volta de 1945, foi amplamente questionado e perdeu validade já nos anos 1970. A partir de então, o processo de inovação passou a ser entendido, com base em observações empíricas, como recursivo, repleto de interações e influências, de idas e vindas (Fagerberg et al., 2005), como representado no lado direito da Figura 1.

FIGURA 1 PROCESSO DE INOVAÇÃO: PERSPECTIVA LINEAR VS. PERSPECTIVA NÃO LINEAR



Fonte: Elaborada pelo autor e adaptada de Haapala (2019).

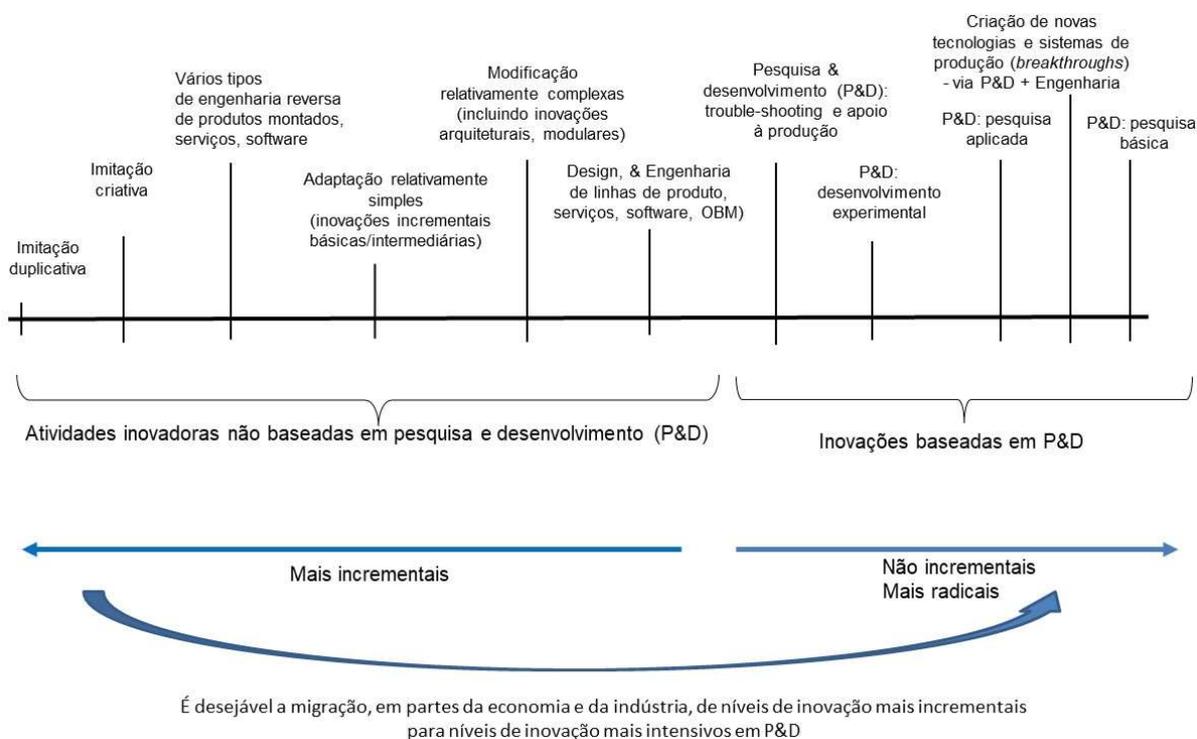
A partir da década de 1960, quando as políticas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) foram institucionalizadas no modelo de desenvolvimento nacional, também foram concebidas e implementadas sob a perspectiva linear, com ênfase na formação de recursos humanos para serem absorvidos pela academia e com ênfase em pesquisa básica, concentrada em universidades e institutos públicos de pesquisa. No início da década de 2000, a pesquisa tecnológica, isto é, de atividades de natureza experimental, de desenvolvimento e prototipagem, ou seja, atividades de P&D mais associadas às demandas da indústria, passaram a receber maior atenção em programas e linhas de fomento à inovação no Brasil (Vedovello, 2021). No entanto, grande parte da P&D nacional continua centralizada no setor público, enquanto o setor privado permanece como mero usuário e pouco atraído para um engajamento maior. Trata-se de uma relação inversa do que já ocorre há décadas em economias avançadas, incluindo Coréia do Sul e China (Figueiredo, 2023; Leal & Figueiredo, 2021).

4.1.3. Uma perspectiva ampliada sobre inovação

Schumpeter (1934) revelou que o desenvolvimento econômico é marcado por mudanças qualitativas e descontinuidades puxadas pela inovação tecnológica na forma de novos produtos, processos, serviços, arranjos organizacionais e insumos para produção. Mais do que isso, ele demonstrou que inovações relevantes envolvem, em grande parte, recombinações de tecnologias existentes. Por isso, a inovação transcende as perspectivas limitadas que a equiparam somente a atividades altamente originais e complexas, derivadas de esforço científico em sofisticados laboratórios de pesquisa básica.

As inovações que as empresas implementam, individualmente ou em conjunto com seus parceiros do ecossistema, envolvem um amplo espectro de atividades, que variam desde imitações duplicativas até criativas, passando por experimentações, *design* e engenharia aos diversos níveis de P&D – da solução de problemas e apoio à produção à pesquisa básica –, com diferentes implicações econômicas e competitivas (Bell & Figueiredo, 2012), como visto na Figura 2.

FIGURA 2 INOVAÇÃO SOB A PERSPECTIVA AMPLIADA



Fonte: Figueiredo (2015).

É óbvio, portanto, que se deseja que a indústria e a economia se movam para níveis intensivos de P&D e patentário, isto é, para o lado direito da figura 2. Porém, grande parte das empresas em economias em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, ainda não chegou a um estágio de intensivas atividades de P&D e de patentes. A maioria das atividades inovadoras se refere a esforços de engenharia, *design* e atividades relacionadas (*non-R&D innovations*). No entanto, em muitos casos, essas atividades de inovação funcionam como condição para atividades de P&D de classe mundial. Por isso, no contexto de economias em desenvolvimento, é fundamental que políticas públicas enfatizem como as empresas e as indústrias se capacitam para evoluir da esquerda para a direita ao longo do espectro de atividades inovadoras da Figura 2 (Figueiredo, 2015).

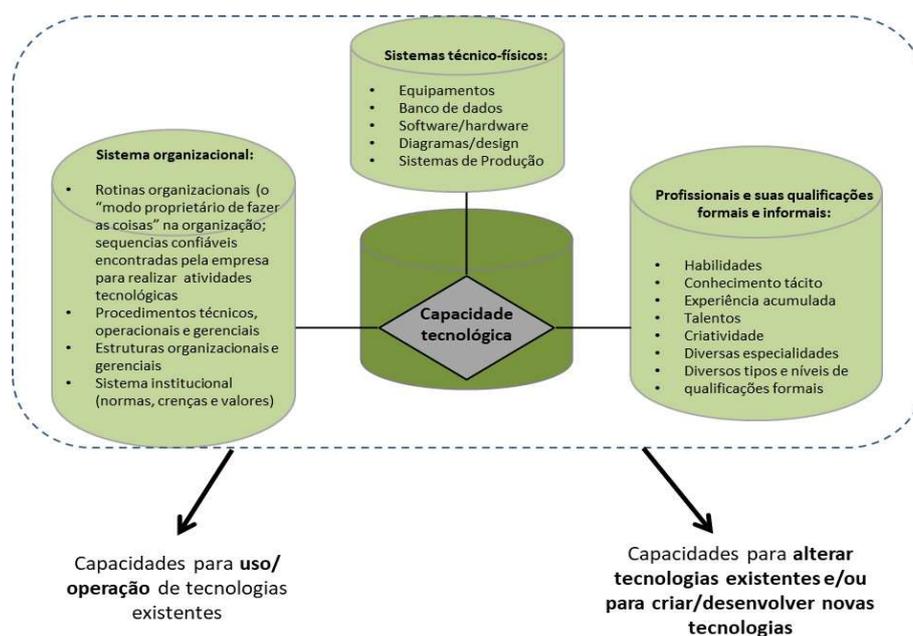
4.2. Capacidade tecnológica como insumo vital para atividades inovadoras

Para que organizações e países inovem, ou seja, para que modifiquem tecnologias existentes e/ou desenvolvam novas, é necessário que construam e acumulem um conjunto de habilidades, um estoque de saber ou ativo intensivo em conhecimento, denominado capacidade tecnológica. Esse ativo está longe de ser um bem público. Ele é altamente tácito e construído por meio de processos deliberados de aprendizagem em organizações e países, como será discutido nesta seção e na subsequente.

4.2.1. Capacidade tecnológica: conceito e composição

A capacidade tecnológica de organizações é um conjunto de habilidades e recursos intensivos em conhecimento para usar, mudar ou criar diferentes formas de tecnologia. Ela reflete o que as organizações podem fazer tecnologicamente (Bell & Pavitt, 1993; Jacobides & Winter, 2012). Essas habilidades ou recursos se armazenam e se acumulam nas seguintes dimensões nas organizações, como representado na Figura 3: (i) em profissionais ou recursos humanos, que não se limitam a cientistas ou pesquisadores, incluindo também engenheiros, técnicos e profissionais operacionais na forma de suas qualificações formais, experiências, habilidades e conhecimento tácito acumulado; (ii) nos sistemas técnico-físicos da organização, na forma de laboratórios, banco de dados, *software*, equipamentos, alguns desses sistemas construídos pelos profissionais; (iii) nas estruturas organizacionais, na forma de processos organizacionais e de produção, rotinas e procedimentos, bem como unidades organizacionais formais, como departamentos de engenharia e *design*, de qualidade e P&D, os quais retêm grande parte do conhecimento tácito dos profissionais.

FIGURA 3 COMPOSIÇÃO DA CAPACIDADE TECNOLÓGICA



Fonte: Elaborada pelo autor.

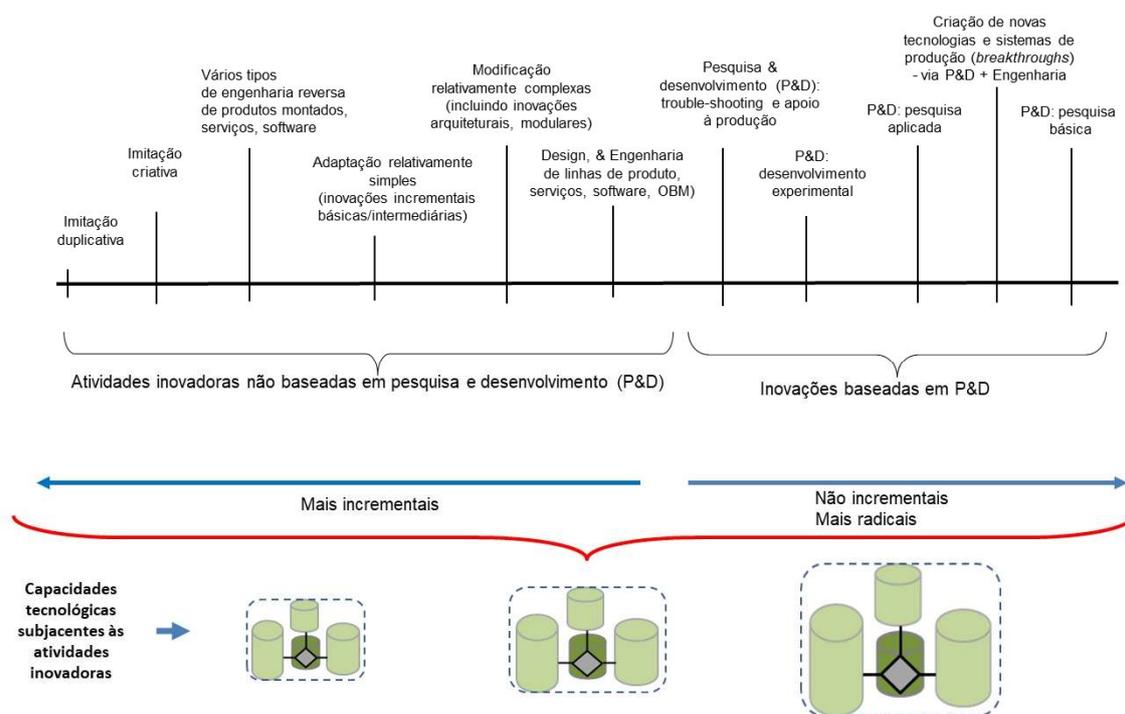
A interação simbiótica que se desenvolve entre esses três componentes forma um todo inseparável que constitui um ativo estratégico ou um estoque de saber específico à organização na qual se desenvolvem. Esse ativo não só fundamenta a implementação da atividade tecnológica da organização, como também a distingue de outras em sua mesma área de atuação (Bell & Pavitt, 1993; Dosi, Nelson, & Winter, 2000; Leonard-Barton, 1995). Parte desse ativo se acumula dentro da empresa, enquanto outras partes são distribuídas em sua rede de parceiros no ecossistema (Bell & Figueiredo, 2012).

Uma organização pode acumular suas capacidades tecnológicas para a implementação de atividades operacionais e/ou de inovação (Bell & Figueiredo, 2012; Bell & Pavitt, 1995), como indicado na Figura 3. A primeira se refere às capacidades para atividades operacionais que refletem o uso ou a operação de tecnologias existentes, enquanto a segunda se refere à capacidade inovadora, isto é, de modificar tecnologias existentes ou de criar/desenvolver novas em várias formas, como produtos, serviços, processos e sistemas de produção, sistemas digitais e modelos de negócios.

Tanto as capacidades operacionais quanto as de inovação incluem os componentes mencionados antes (Figura 3), com diferenças em termos de características qualitativas (Bell, 2009). As capacidades operacionais são fundamentais para garantir eficiência, qualidade e segurança aos processos de produção de uma empresa, bem como sua conformidade com normas e certificações internacionais. Como também podem apoiar a implementação de atividades de inovação (Figueiredo, 2002). Logo, existe uma fronteira tênue entre elas (Bell & Figueiredo, 2012).

Para que a organização obtenha crescimento com agregação de valor, novidade e tecnologia a seus produtos e serviços, todavia, é fundamental se engajar em esforços deliberados para a construção e a acumulação de capacidade tecnológica, a fim de implementar níveis progressivamente mais elevados de atividades inovadoras (Bell & Figueiredo, 2012; Figueiredo, 2015). Essa implementação é condicionada pelo nível de capacidade tecnológica acumulado. Se o nível de capacidade tecnológica é raso, a organização está apta a implementar somente inovações muito simples e com baixo valor adicionado e grau de novidade, como representado na Figura 4. Porém, à medida que a organização aprofunda seu nível de capacidade tecnológica, ela estará apta a implementar atividades com graus de complexidade técnico-científica e novidade progressivamente mais altos.

FIGURA 4 CAPACIDADE TECNOLÓGICA COMO FONTE SUBJACENTE A ATIVIDADES INOVADORAS



Fonte: Figueiredo (2005, 2009, 2020, 2023).

O processo de acumulação de capacidades inovadoras, assim como o de inovação dele decorrente, é árduo e arriscado. As empresas, por sua vez, são entidades acumuladoras e geradoras de conhecimento e aprendizado. Especificamente, elas são um repositório de capacidades tecnológicas de diversas áreas de especialidade (Wang & von Tunzelmann, 2000), as quais são acumuladas de maneira idiossincrática. Ao mesmo tempo, as empresas são movidas pelo incentivo econômico para transformar conhecimento em aplicação prática e riqueza. Por isso, é imprescindível destacar o importante papel da indústria e das empresas na competitividade, no crescimento e no desenvolvimento econômico nacional (Bell & Pavitt, 1995; Dosi, 1988; Lall, 1992).

Um dos equívocos típicos de políticas públicas de inovação, sobretudo no contexto de economias em desenvolvimento, é concentrar ou enfatizar a acumulação dessas capacidades em instituições que realizam pesquisa básica, como universidades e institutos públicos de pesquisa. Trata-se de uma perspectiva que exclui capacidades tecnológicas outras que não a pesquisa básica ou mesmo capacidades tecnológicas não baseadas em outros níveis de P&D. Essas capacidades estão distribuídas ao redor do ecossistema envolvendo fornecedores, pequenas e médias empresas, consultorias e usuários (Bell, 2009).

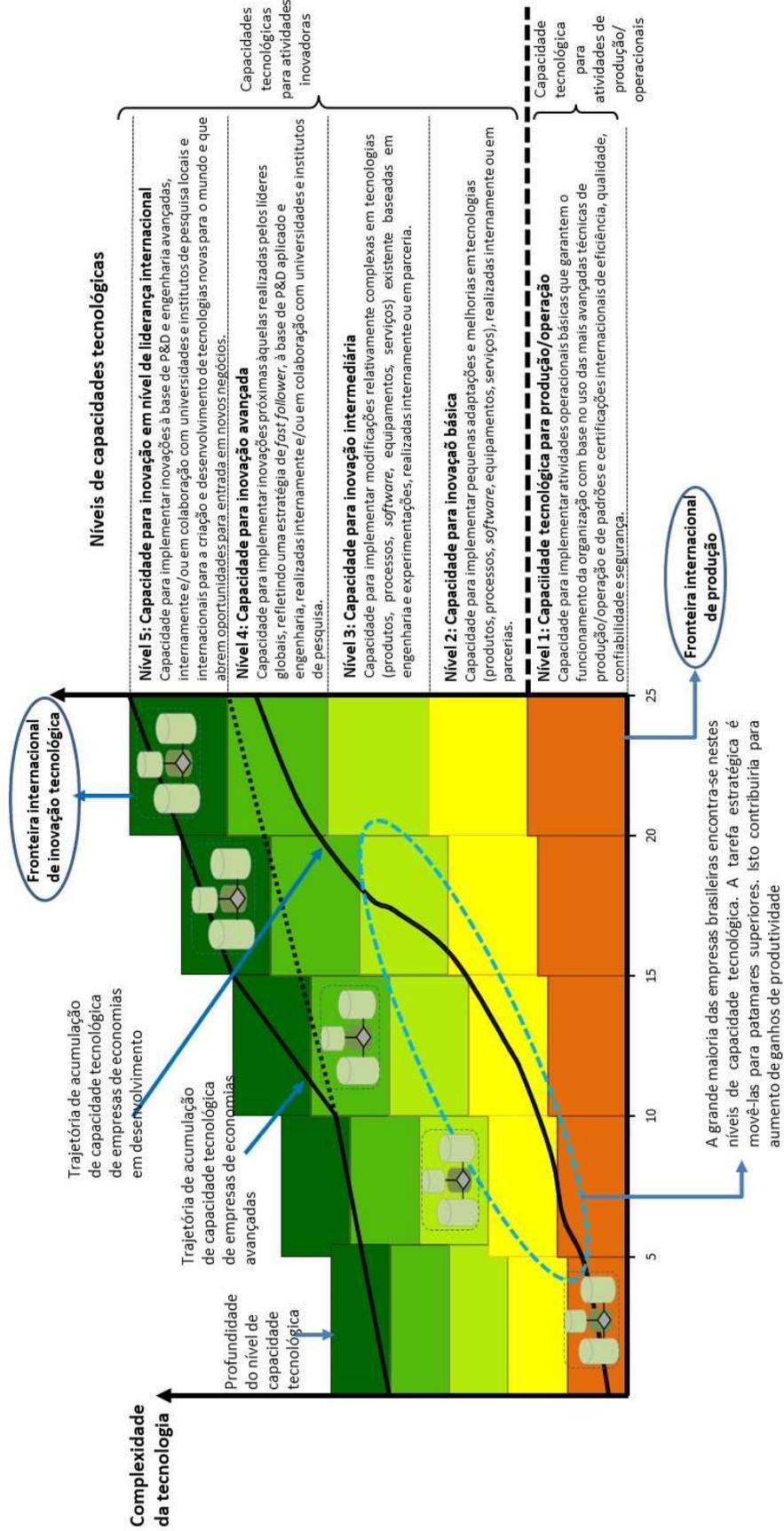
4.2.2. Operacionalização do conceito de capacidade tecnológica

O exame de capacidade tecnológica para inovação em empresas e indústrias tem sido realizado por meio de *proxies* convencionais, como patentes ou gastos com P&D. Ocorre que essas *proxies* têm limitações inerentes, pois excluem dimensões importantes e níveis da capacidade tecnológica (Bell & Figueiredo, 2012; Figueiredo, 2015). Superando essas limitações, uma corrente de estudos sobre acumulação de capacidade tecnológica e inovação no contexto de empresas e indústrias de economias em desenvolvimento tem adotado uma perspectiva mais compreensiva do ponto de vista conceitual e metodológico.

Tal perspectiva vem sendo a base dos primeiros estudos sistemáticos sobre acumulação de capacidade tecnológica em empresas de economias emergentes (Bell & Pavitt, 1993, 1995; Figueiredo, 2001; Lall, 1992). Essa abordagem identifica os níveis de novidade e importância crescente da atividade inovadora. Infere-se, então, que diferentes níveis de capacidade estão subjacentes a diferentes tipos de atividade inovadora (ver revisões sobre essa abordagem em Bell & Figueiredo, 2012; Figueiredo, 2015; Peerally, Santiago, De Fuentes, & Moghavvemi, 2022).

Essa abordagem se baseia na visão de *capacidades reveladas* (Figueiredo, 2011; Figueiredo & Cohen, 2019). As capacidades se revelam nas atividades tecnológicas que as empresas são capazes de realizar individualmente e/ou em parceria com outras organizações. Especificamente, essa abordagem se baseia na adoção de um modelo de maturidade que identifica os níveis de capacidade tecnológica, como representado na Figura 5.

FIGURA 5 MODELO DE MATUREZADE DO PROCESSO DE ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADE TECNOLÓGICA EM EMPRESAS DE ECONOMIAS EMERGENTES: UMA ILUSTRAÇÃO



Fonte: Adaptada de Bell (1997), Bell e Figueiredo (2012) e Figueiredo (2001, 2023).

Esse modelo de maturidade distingue as capacidades tecnológicas de produção das inovadoras, além de permitir identificá-las na fronteira internacional de produção e inovação. Para reiterar, as capacidades tecnológicas de produção (ou operacionais) se referem àquelas que permitem às empresas *usarem* (ou *operarem*) tecnologias e sistemas de produção existentes, ou seja, são os recursos necessários para realizar atividades de produção de bens ou serviços com certo grau de eficiência. Já as capacidades tecnológicas inovadoras possibilitam às empresas implementarem diferentes tipos e graus de atividades inovadoras, estando relacionadas com os recursos necessários para gerar e gerir mudanças tecnológicas, em termos de inovações em processos, produtos, sistemas técnico-físicos, serviços e organização. As capacidades de inovação são desagregadas em quatro níveis: básico, intermediário, avançado e de liderança mundial. O último deles implica que a inovação incorpora características globalmente novas em uma área tecnológica em questão (Bell, 2009), permitindo que as empresas se envolvam em processos de exploração de atividades tecnológicas diferentes das existentes (Dixon, Meyer, & Day, 2014).

Assim esse modelo de maturidade inclui P&D e patentes, porém não os considera indicadores únicos de capacidade tecnológica inovadora. Tal modelo de maturidade é útil para representar como as capacidades tecnológicas das empresas evoluem sistematicamente, ao longo de determinado caminho, na direção da fronteira internacional de inovação ou de produção. Embora esse modelo de maturidade destaque as capacidades internas de uma empresa, também reconhece que uma parte substancial da capacidade de inovação de uma empresa reside em outras organizações, como fornecedores, empresas de consultoria, institutos de pesquisa e universidades.

Para a geração de uma avaliação efetiva, e não subjetiva, dos níveis de capacidade tecnológica alcançados por empresas ou indústrias, a aplicação desse modelo de maturidade precisa ser substanciada por *evidências concretas e convincentes*, as quais reflitam a capacidade de empresas de realizarem certa atividade tecnológica, com determinado grau de novidade e complexidade. Tal abordagem tem como fundamento a aquisição direta de informações descritivas sobre as atividades tecnológicas das empresas. Como mostrado em estudos nos quais esse modelo de maturidade de capacidade tecnológica foi utilizado (ver Bell & Figueiredo, 2012; Figueiredo & Cohen, 2019; Peerally et al., 2022), convém reiterar que:

- 1) Não há linearidade no processo de acumulação dessas capacidades tecnológicas.
- 2) Áreas tecnológicas na mesma organização podem diferir quanto à maneira e ao ritmo de acumulação dessas capacidades.
- 3) A aplicação desse modelo permite reconstruir a trajetória de acumulação de capacidade tecnológica e compreender *se e como* empresas e indústrias têm se movido em direção à fronteira de capacidades de inovação ou de produção.
- 4) É *possível* identificar nuances e detalhes altamente importantes para obter uma visão com adequado nível de detalhe e profundidade, o que provavelmente não seria captado por outras *proxies* e outros métodos.

4.3. Processos de aprendizagem como insumos para acumulação de capacidade tecnológica

4.3.1. Breve base conceitual

Como a capacidade tecnológica não pode ser adquirida automaticamente no mercado, sua criação e acumulação por organizações, ecossistemas e países dependem de esforços deliberados e dispendiosos em processos de aprendizagem por parte de pessoas e organizações (Bell & Pavitt, 1993; Figueiredo, 2003; Figueiredo & Cohen, 2019; Malerba, 1992). Esse processo envolve a aquisição de diversos tipos de conhecimento de diferentes fontes externas, assim como a geração de conhecimento organizacional voltado à criação e à acumulação de capacidade tecnológica. Ele é denominado “aprendizagem tecnológica” e representa a variável mais próxima que contribui para explicar a variação no processo de acumulação de capacidade tecnológica.

A abordagem aqui apresentada, portanto, se baseia num argumento muito simples: se as empresas fizerem esforços limitados para investir na aquisição e na criação de conhecimentos necessários para inovar (capacidades tecnológicas), isto é, se fizerem esforços limitados ou ineficazes em processos de aprendizagem, elas acumularão capacidades inovadoras de maneira muito limitada ou não as acumularão (Bell & Figueiredo, 2012).

Considerando que, no contexto de economias em desenvolvimento, há uma escassez sistêmica de capacidades tecnológicas para inovações significativas, a gestão dos processos de aprendizagem tecnológica se torna uma tarefa estratégica para empresas. Por isso, os processos de aprendizagem para sua acumulação em nível de empresas e indústrias deveriam ser alvo das políticas públicas de inovação (Bell & Figueiredo, 2012). A efetividade desses processos envolve esforços simultâneos na aquisição de conhecimento de fontes externas e na geração interna de conhecimento (Lewin, Massini, & Peeters, 2011).

4.3.2. Operacionalização do conceito de processos de aprendizagem

A operacionalização dos processos de aprendizagem, como fontes para a acumulação de capacidade tecnológica, tem sido geralmente baseada no uso de *proxies* convencionais, como dispêndios em P&D e estatísticas de patentes. Por outro lado, a metodologia aqui proposta se apoia nas literaturas de aprendizagem organizacional (Lane, Koka, & Pathak, 2006; Leonard-Barton, 1995; Zollo & Winter, 2002) e de acumulação de capacidade tecnológica em empresas de economias em desenvolvimento (Bell, 2006; Bell & Figueiredo, 2012). Ela operacionaliza os processos de aprendizagem à base de *práticas empiricamente observáveis* ou o *uso de mecanismos* para adquirir e assimilar conhecimento externo, criando conhecimento internamente para acumular capacidade tecnológica inovadora.

Esses mecanismos de aprendizagem podem ser classificados em dois grandes tipos: (i) aqueles que envolvem a aquisição de conhecimento e outros elementos de capacidade tecnológica de fontes externas à empresa e (ii) aqueles que envolvem a criação e aquisição de conhecimento de fontes internas à empresa. Em outras palavras, a operacionalização se baseia na observação de uso de vários mecanismos externos e internos de aprendizagem (Bell & Figueiredo, 2012; Figueiredo & Cohen, 2019).

Enquanto as capacidades tecnológicas constituem um *estoque de recursos*, também chamado de ativo cognitivo ou estratégico, a aprendizagem é um processo constituído por vários fluxos de conhecimentos externos e internos, que permitem que organizações e países acumulem capacidades

tecnológicas. O Quadro 1 identifica e detalha esses dois tipos de mecanismo de aprendizagem subjacentes ao processo de acumulação de capacidade tecnológica para inovação.

Os mecanismos externos aprendizagem envolvem a identificação e a aquisição de conhecimentos, habilidades e outros elementos da capacidade tecnológica de fontes externas. Por meio deles, as empresas se envolvem com outras organizações em processos de aprendizagem para atender às demandas de conhecimento para empreender novas formas de inovação (Dantas & Bell, 2011; Mazzoleni & Nelson, 2007), além de aprenderem com vários parceiros (Lewin et al., 2011), refletindo a abertura das estratégias de busca externa e potencializando o desempenho inovador (Laursen & Salter, 2006).

Tais mecanismos envolvem esforços propositais, organizados e efetivos para atingir, selecionar, capturar e obter diferentes tipos de conhecimento necessários para uma empresa constituir suas capacidades inovadoras. É possível importar saber externo, recorrer à assistência técnica e promover treinamento no exterior. Outros meios seriam a canalização sistemática de saber externo codificado, o convite a especialistas para dar conferências etc.

Por meio do uso de mecanismos internos de aprendizagem, as empresas absorvem conhecimento e informação externos, internalizando-os em suas próprias capacidades de processo e produto. Isso envolve busca, experimentação, treinamento e pesquisa, complementando a aquisição externa de conhecimento para acumular capacidade tecnológica, pois garante a absorção efetiva de conhecimentos e habilidades adquiridos externamente, cria a base de conhecimento necessária para aquisição adicional de conhecimento e habilidades, bem como constrói uma base interna de conhecimento para implementar inovações (Bell, 2009; Lall et al., 1994). O uso eficaz de mecanismos de compartilhamento, integração e codificação de conhecimento é um dos insumos vitais para a acumulação de capacidade tecnológica para inovação (Zahra & George, 2002; Zollo & Winter, 2002).

QUADRO 1 MODELO PARA EXAME DE MECANISMOS DE APRENDIZAGEM TECNOLÓGICA COMO FONTES PARA A ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADE TECNOLÓGICA

Mecanismos de aprendizagem		Exemplos
Mecanismos externos de aprendizagem: identificar e adquirir conhecimento, habilidades e outros elementos de fontes externas.	Contratação de pessoas	Recém-formados ou profissionais experientes engajados em atividades inovadoras.
	Aquisição de conhecimento codificado	Acesso a trabalhos científicos/técnicos, como artigos, patentes e projetos de engenharia.
	Arranjos organizacionais para aquisição externa de conhecimento	Arranjos organizacionais para adquirir e acessar conhecimento de diversas fontes.
	Treinamento com instituições locais	Diferentes formas de formação – por exemplo, mestrado e doutorado – e participação ativa em reuniões científicas locais.
	Treinamento com fornecedores	Várias formas de treinamento de atividades inovadoras.
	Aprendizado via assistência técnica	Assistência técnica de empresas locais especializadas, consultores e universidades.

Continua

Mecanismos de aprendizagem	Exemplos
<p>Aprendizado por meio dos usuários</p> <p>Treinamento com instituições internacionais</p> <p>P&D com fornecedores</p> <p>P&D com instituições locais</p> <p>P&D com instituições internacionais</p>	<p>Diferentes tipos de troca de conhecimento com usuários para resolução de problemas ou desenvolvimento conjunto.</p> <p>Várias formas de treinamento, como pós-graduação, técnico avançado e passeios de observação.</p> <p>P&D conjunto – por exemplo, <i>codesign</i> e codenvolvimento de processos de fabricação de celulose.</p> <p>Experimentações conjuntas e P&D com universidades e institutos de pesquisa locais.</p> <p>P&D com universidades e institutos de pesquisa internacionais.</p>
<p>Mecanismos internos de aprendizagem: pesquisa, experimentação, treinamento e pesquisa, complementando a aquisição de conhecimento externo no desenvolvimento da capacidade tecnológica</p>	<p>Treinamentos e experimentações</p> <p>Compartilhamento de conhecimento</p> <p>Integração de conhecimento</p> <p>Codificação de conhecimento</p> <p>Várias formas de treinamento – por exemplo, sala de aula e trabalho – e experimentações – por exemplo, pesquisas, experimentos não relacionados a P&D e testes de campo, locais de produção e florestais e P&D sistemático –, criando habilidades e conhecimentos.</p> <p>Troca de conhecimento interno, como compartilhamento do que pode ter sido tácito ou localizado em unidades organizacionais específicas – por exemplo, reuniões formais/informais, <i>workshops</i>, seminários e equipes multidisciplinares para trocar conhecimento para resolver/enquadrar os problemas/projetos da empresa.</p> <p>Arranjos internos para integrar conhecimento em diferentes áreas tecnológicas em toda a empresa, como equipes multidisciplinares, comitês de inovação e projetos para compartilhar e integrar conhecimento de inovação.</p> <p>Práticas internas pelas quais o conhecimento individual e organizacional é acessado e disseminado para apoiar atividades inovadoras em toda a empresa, como protocolos para atividades de engenharia e florestais, seminários internos e elaboração de módulos de treinamento por pessoal interno, desencadeando o compartilhamento/integração de conhecimento.</p>

Fonte: Baseado em Figueiredo e Cohen (2019).

4.4. Impactos da acumulação de capacidade tecnológica

O grau de complexidade, agregação de valor e novidade das atividades inovadoras implementadas pelas empresas reflete a natureza e a profundidade de sua capacidade tecnológica e dos seus processos de aprendizagem (Bell & Figueiredo, 2012; Bell & Pavitt, 1993; Dosi, 1988; Lall, 1992; Teece, 2014). As atividades inovadoras implementadas por meio da capacidade tecnológica acumulada pelas empresas

podem ter um impacto significativo no seu desempenho, pois a inovação é uma das principais formas de impulsionar a competitividade e o crescimento de uma empresa. Ao investir em atividades inovadoras, uma empresa pode criar produtos, serviços, processos e modelos de negócios que atendam às necessidades dos clientes de maneiras que seus competidores não conseguem. Isso pode levar a vantagens competitivas significativas, aumentando a participação de mercado e as receitas.

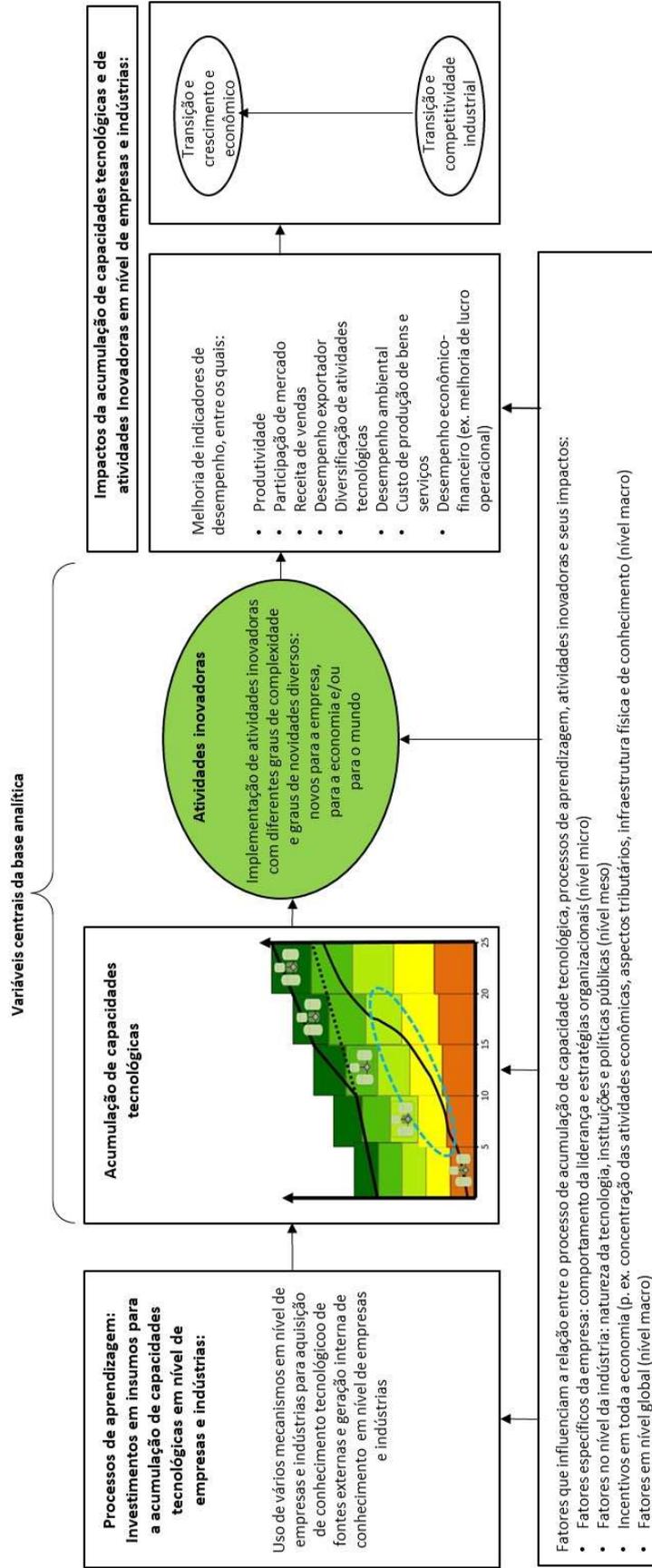
Além disso, a inovação pode ajudar a melhorar a eficiência operacional, reduzir custos e elevar a produtividade, levando a uma maior rentabilidade. A inovação também pode ajudar as empresas a se adaptarem a mudanças no ambiente de negócios e a enfrentarem desafios, como a competição acirrada e a transformação das preferências dos consumidores.

Especificamente, a capacidade tecnológica de uma empresa sustenta a implementação de uma série de atividades de inovação, as quais incluem imitação duplicada ou criativa, melhorias e grandes mudanças em produtos ou processos, projetos e engenharia, bem como vários níveis de P&D com impactos positivos relevantes no desempenho operacional e econômico (Bell & Figueiredo, 2012; Bender & Laestadius, 2005; Malerba & Lee, 2021; Patel & Pavitt, 1994). Além das atividades inovadoras, também há resultados da acumulação de capacidade tecnológica – a produtividade do trabalho ou a receita bruta de vendas dividida pelo número de trabalhadores diretos, e a proporção das exportações da empresa em relação à receita bruta (Cassiman, Golovko, & Martínez-Ros, 2010; Figueiredo, Cabral., & Silva, 2021).

Na literatura de inovação em empresas de economias emergentes, vários estudos argumentam que a capacidade tecnológica afeta positivamente a produtividade e as exportações (Chandran & Rasiah, 2013; Krammer, Strange, & Lashitew, 2018). Uma relação inversa também ocorre, pois a intensidade das exportações contribui para o aumento da capacidade de inovação das empresas (Rasiah, 2004). Desse modo, a acumulação de capacidade tecnológica, em especial a inovadora, impacta no alcance, na sustentação e na ampliação da competitividade industrial.

Como sumarizado na figura 6, a base analítica envolve o relacionamento entre acumulação de capacidade tecnológica e atividades inovadoras, como variáveis centrais, suas fontes principais – os processos de aprendizagem organizacional – e os impactos gerados. Ademais, a base analítica identifica fatores micro, meso e macro que podem afetar o conjunto de relacionamentos mencionados antes, os quais podem envolver (Bell & Figueiredo, 2012; Lall, 1992): fatores específicos da empresa, fatores da indústria, instituições do país, incentivos em toda a economia e fatores globais.

FIGURA 6 REPRESENTAÇÃO DA BASE ANALÍTICA PARA O DESENHO DE UMA ESTRATÉGIA NACIONAL DE INOVAÇÃO SOB A PERSPECTIVA DA ACUMULAÇÃO DE CAPACIDADE TECNOLÓGICA



Fonte: Adaptada de Bell e Figueiredo (2012); Figueiredo (2009, 2015, 2023), Figueiredo et al. (2021).

Os fatores específicos a empresas ou demais organizações envolvem características como idade, tamanho, orientação de mercado (se exportador ou não), nacionalidade do capital (se local ou outras nacionalidades) e estilo de liderança. Os fatores em nível da indústria envolvem a incidência e funcionamento dos demais componentes do sistema setorial de inovação, tais como aspectos da tecnologia, da demanda, e oferta e qualidade de instituições de apoio à inovação – universidades, centros de formação e treinamento, institutos de pesquisa –, bem como qualidade de talentos e pesquisa e estudos por eles gerados.

As instituições e os incentivos em nível nacional incluem políticas públicas relacionadas ao grau de competição da economia; aspectos tributários, de infraestrutura; regulações; segurança jurídica; condições e estabilidade macroeconômica; grau de volatilidade política. Os fatores em nível global envolvem as influências advindas de organizações financeiras e econômicas globais, como a Organização Mundial do Comércio, assim como marcos regulatórios internacionais, crises internacionais de ordem econômico-financeira e de saúde pública.

A efetividade das políticas públicas de inovação e da subjacente estratégia nacional de inovação orientadas ao crescimento e à competitividade das empresas e do desenvolvimento socioeconômico nacional é afetada por múltiplos fatores, que podem ser de diferentes níveis e de natureza diversa. Porém, a acumulação de capacidade tecnológica para a implementação de inovações significativas é um insumo vital para a efetividade de estratégias nacionais de inovação. Por isso, a acumulação de capacidade tecnológica inovadora é um microfundamento do crescimento e desenvolvimento econômico-social.

4.5. Perspectivas metodológicas para a aplicação da base analítica

Convém aqui comentar sobre a estratégia metodológica para a execução dessa base analítica. A maioria dos estudos sobre atividades inovadoras na indústria e na economia tende a enfatizar fontes externas de inovação das empresas, *proxies*-padrão para inovação, como P&D, e análises transversais (*cross-sectional*) com base em amostras significativas de empresas e dados gerados por meio de pesquisas de inovação nacionais ou regionais, como o Community Innovation Survey (CIS) e seus equivalentes em economias em desenvolvimento. É o caso, por exemplo, da Pesquisa de Inovação (PINTEC) realizado no Brasil pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Apesar de seus resultados valiosos, essas pesquisas são inerentemente limitadas, com medições problemáticas (Arundel, O'Brien, & Torugsa, 2013), em particular com relação a empresas de países com economias em desenvolvimento (ver Cirera & Muzi, 2020, para uma crítica abrangente). Mesmo quando essas pesquisas são adaptadas para aplicação em países em desenvolvimento, as perguntas sobre os insumos de inovação, em geral, se referem àquelas para a implementação da inovação – por exemplo, P&D como um insumo de inovação interna –, em vez de versar sobre as fontes necessárias para criar as capacidades tecnológicas originais da empresa para inovação (Bell & Figueiredo, 2012).

Como consequência, as análises de tais dados inevitavelmente se concentram mais em como as empresas usam essas informações secundárias, do que em como elas inicialmente criam capacidades para inovar (Bell, 2006; Bell & Figueiredo, 2012). De fato, a maioria dos estudos acerca do desempenho da inovação em nível de empresa em economias em desenvolvimento e emergentes tende a replicar as análises agregadas de economias avançadas, com base em dados de pesquisas sobre inovação e a noção de P&D como atividade específica e importante fonte de inovação, levando a resultados que fogem da realidade tecnológica desses contextos (Crespi & Zuniga, 2012).

Na realidade, a maioria das economias em desenvolvimento e emergentes apresenta uma escassez sistêmica de capacidade de inovação tecnológica, um insumo fundamental para a inovação. Assim, a maioria das empresas nesses países raramente tem P&D interno formal (Bell, 2009; Cirera & Maloney, 2017). Em outras palavras, a maioria das empresas tem P&D zero (K. Lee, 2013). Portanto, uma perspectiva mais ampla sobre capacidades tecnológicas (Figura 4), incluindo capacidades não relacionadas a P&D e a patentes, como pré-condição para alcançar capacidades sofisticadas baseadas em pesquisa (Bell, 2009; Bell & Figueiredo, 2012; Bell & Pavitt, 1993), tem sido negligenciada em estudos sobre o desempenho da inovação em empresas.

Conquanto o crescimento de estudos baseados nas pesquisas do tipo Manual de Oslo em economias emergentes tenha produzido evidências valiosas e novas oportunidades para análises, eles não podem ser usados como substitutos de outras fontes de evidências e tipos de análise (Bell, 2006). Haja vista os desafios dessa abordagem em compreender aspectos relevantes do desempenho da inovação em empresas (Arundel et al., 2013), particularmente no contexto das economias em desenvolvimento (Bell, 2006; Bell & Figueiredo, 2012; Cirera & Muzi, 2020), diferentes abordagens e análises de coleta de dados devem ser consideradas (Adams, Neely, Yaghi, & Bessant, 2008). Uma vez que um tipo de abordagem não pode atender a todas as atividades econômicas, é importante que os pesquisadores diversifiquem as suas metodologias para alcançarem estudos mais significativos (Holbrook & Salazar, 2004; Milbergs & Vonortas, 2005).

Essas limitações foram superadas por estudos que examinam o desempenho da inovação em empresas de economias em desenvolvimento (ver Bell, 2006, 2009; Bell & Figueiredo, 2012; Figueiredo & Piana, 2021, para revisões). Por exemplo, cabe mencionar aqui o estudo reportado em Figueiredo et al. (2021), implementado com base na perspectiva analítica apresentada neste artigo e sumarizada na figura 6, para examinar a efetividade do processo de inovação em 63 empresas, de cinco indústrias intensivas em tecnologia de processo e em recursos naturais no Brasil: aço, etanol, celulose e papel, mineração e petróleo. Elas representam um faturamento aproximado de 180 bilhões de dólares, cerca de 40% das exportações do Brasil e mais de 30% do valor adicionado na indústria brasileira.

Nesse conjunto relevante de empresas, o estudo examinou, ao longo de 10 anos, a relação entre acumulação de capacidade tecnológica para inovação e o uso de mecanismos de aquisição externa e interna de conhecimento para inovação e seus impactos, em termos de produtividade do trabalho e desempenho exportador. Com relação ao processo de acumulação de capacidade tecnológica, o estudo revelou que:

- 1) 70% das empresas estudadas acumularam capacidade tecnológica até o nível 3 (capacidade para inovação intermediária);
- 2) 22% das empresas atingiram o nível 4 de capacidade tecnológica (ou seja, são seguidores rápidos de líderes globais);
- 3) 8% das empresas atingiram o nível 5 de capacidade tecnológica (ou seja, são capazes de implementar inovações em liderança internacional);
- 4) foram examinados os fatores que dificultam a transição de empresas do nível 4 para o 5 de capacidade para inovação tecnológica, em especial a formação de base organizacional para inovação.

O estudo encontrou uma relação positiva e significativa entre a acumulação de níveis de capacidade para inovação tecnológica e o uso de mecanismos para a aquisição externa e a geração interna de conhecimento para inovação. Em resumo:

- 1) O uso de mecanismos para geração interna de conhecimento contribuiu para um aumento de 31% no nível de capacidade para inovação tecnológica.
- 2) Parcerias baseadas em P&D entre empresas, universidades e institutos de pesquisa contribuíram para um aumento de 30% no nível de capacidade para inovação.
- 3) A aquisição de conhecimento codificado e as interações com universidades baseadas em treinamento, educação formal e assistência técnica foram mais importantes para as empresas elevarem a capacidade para inovação tecnológica de nível 2 para 3.
- 4) As parcerias baseadas em P&D com universidades e institutos de pesquisa foram mais importantes para a acumulação e a sustentação de níveis 4 e 5 de capacidades para inovação tecnológica.

Com relação aos impactos do processo de acumulação de capacidade tecnológica e aprendizagem, o estudo encontrou:

- 1) Implementação de um espectro de atividades inovadoras, desde adaptações de tecnologias existentes, inovações baseadas em *design* e engenharia, até os mais avançados níveis de P&D nas empresas que acumularam níveis progressivamente mais altos de capacidade tecnológica.
- 2) Aumento médio de 55% na produtividade nas empresas menos produtivas, associado à acumulação de níveis de capacidade tecnológica além do básico (nível 2).
- 3) Aumento médio de 38% na produtividade nas empresas mais produtivas, associado ao aumento do nível de capacidade tecnológica do nível 3 para o 4.
- 4) Aumento médio de 37% no desempenho exportador nas empresas menos exportadoras, associado à acumulação de níveis de capacidade tecnológica para inovação além do básico (nível 2).
- 5) Aumento médio de 52% no desempenho exportador nas empresas mais exportadoras, associado à acumulação de capacidade para inovação tecnológica além do nível 3.

O estudo demonstrou, portanto, como os esforços eficazes de acumulação de capacidade para inovação tecnológica geram benefícios em termos de aumento de produtividade do trabalho e desempenho exportador.

Estudos com esse tipo de desenho e metodologia têm a potência de gerar descobertas e análises ricas e diferenciadas sobre o real processo de acumulação de capacidade tecnológica, suas fontes e seus impactos em termos de desempenho. Essas descobertas, provavelmente, não seriam alcançadas por estudos agregados baseados em *proxies*-padrão para capacidade de inovação – por exemplo, gastos com P&D e patentes –, grandes tamanhos de amostra e dados de pesquisas nacionais de inovação. O tipo de estudo acima mencionado, e que utiliza a base analítica apresentada neste artigo, oferece uma base metodológica para uma investigação mais aprofundada do desempenho da inovação em diferentes indústrias. Por fim, pode revelar a natureza e a dinâmica de um dos microfundamentos do crescimento econômico.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo objetivou apresentar uma base analítica no intuito de contribuir para a efetividade de uma estratégia nacional de inovação no Brasil centrada na acumulação de capacidade tecnológica em indústrias e empresas. Essa base analítica também pode contribuir para a aferição do retorno das

políticas públicas de inovação em termos de acumulação de capacidade tecnológica para inovações significativas e desempenho competitivo.

A despeito de sua importância como fonte primária de inovação e de crescimento econômico, a acumulação de capacidade tecnológica em empresas e indústrias tem recebido no Brasil pouca atenção das políticas públicas ao longo das últimas décadas, assim como dos vários estudos e debates que têm explorado os resultados limitados gerados por essas políticas públicas.

Países que lograram êxito na transição para níveis mais elevados de desenvolvimento industrial e de renda *per capita* envidaram esforços substanciais na superação das dificuldades estruturais da economia, como qualidade de educação, infraestrutura, sistema tributário, competição, entre outros. Porém, a solução desses problemas é uma condição necessária, mas não suficiente, para uma transição exitosa para um nível mais elevado de desenvolvimento industrial e socioeconômico. Portanto, faz-se necessária a ênfase na acumulação de capacidades tecnológicas para inovações significativas de empresas e da indústria, uma vez que se trata de fonte primária para inovação e crescimento econômico (Bell & Figueiredo, 2012; Fagerberg et al., 2005; K. Lee, 2013, 2019).

Uma das condições para essa transição industrial e socioeconômica envolve a progressão da acumulação de capacidade tecnológica meramente para *usar ou operar* tecnologias existentes para níveis de capacidade para *alterar significativamente* tecnologias existentes e, principalmente, para *criar e desenvolver* novas tecnologias, relevantes ao tecido industrial e econômico do país. Evoluir para níveis progressivamente mais elevados de capacidades tecnológicas para inovação tem se tornado mais difícil, especialmente no contexto de economias emergentes. Ao mesmo tempo, há nesse contexto, uma escassez crônica de capacidade tecnológica para inovações significativas.

Consequentemente, construir e acumular capacidades tecnológicas inovadoras ao longo do tecido industrial e econômico do Brasil é um imenso desafio. É preciso enfrentar as múltiplas dificuldades estruturais nacionais (Leal & Figueiredo, 2021), superando problemas concernentes à gestão da eficácia do processo de inovação, alguns deles já alcançados por outros países. Também é necessário escolher estratégias e ações políticas que possam pavimentar um caminho factível e viável para essa transição.

Por isso, é imperativa a construção de uma estratégia nacional de inovação centrada na acumulação de níveis progressivamente mais elevados de capacidade tecnológica na economia. Assim, este artigo contribui com insumos para o desenho de uma estratégia nacional de inovação centrada na acumulação de capacidade tecnológica em indústrias e empresas. O artigo também fornece insumos para o desenho de aferição do retorno das políticas de incentivo à inovação, em termos de acumulação de capacidade tecnológica para inovações significativas.

Considerando que tem havido no Brasil uma multiplicidade de objetivos relacionados à promoção de inovação no país, uma ausência de convergência entre os objetivos propostos, as dificuldades nacionais de realização de intenções de políticas públicas e que muito dos objetivos existentes têm carecido de foco específico, recomendam-se concentração, atenção e esforços em torno de um objetivo central relacionado à busca pelo aumento da taxa de inovação na economia brasileira: ampliar substancialmente a participação do setor privado no investimento nacional em P&D.

Os esforços empresariais e as políticas públicas precisam convergir nessa direção. Políticas de inovação envolvem uma intervenção pública para apoiar a criação e a acumulação de capacidade tecnológica para a geração e a difusão de novos produtos, processos ou serviços, mas também novos modelos de negócio e arranjos organizacionais, novas formas de comercialização de distribuição de produtos, novos insumos para produção, entre outras atividades inovadoras.

Deve-se buscar ampliar consideravelmente a participação do setor privado no investimento nacional ao longo de pelo menos uma década. Mas esforços para uma reorganização estrutural para inverter a proporção entre financiamento privado e público dos dispêndios nacionais em P&D não significam desmontar ou ignorar o que tem sido realizado e conquistado pelo país nas últimas décadas; ao contrário, significa buscar uma integração e rebalanceamento mais eficaz dos esforços e enfatizar a indústria e suas empresas como centrais ao processo nacional de inovação. Essa reorganização, no entanto, não se realizará apenas pelas forças de mercado.

Reiterando, faz-se mais do que necessária uma intervenção de políticas públicas de Estado. Para isso, é fundamental:

- 1) Estimular e promover a demanda sustentável por inovação na economia, particularmente em empresas e seus ecossistemas, na forma de produtos, processos, serviços, modelos de negócio e demais formas.
- 2) Estimular e promover a transição de empresas e seus ecossistemas de capacidade tecnológica operacional ou de inovação básica para níveis progressivamente mais elevados de capacidade tecnológica para inovação.

Considerando o atraso tecnológico do país, as discrepâncias entre dispêndios realizados em P&D, os resultados alcançados e as dificuldades nacionais, que inibem o processo de inovação, parece inviável focar um número maior de objetivos nesse campo. Ademais, também parece importante evitar a enumeração de um conjunto diversificado de objetivos em documentos de políticas públicas relacionadas à inovação. Alguns objetivos têm aparecido em documentos de políticas públicas e, a despeito de serem legítimos e refletirem as melhores intenções de seus elaboradores, tendem a ser por demais numerosos e difusos, tentando cobrir uma variedade de temas e áreas simultaneamente. Eles tendem a ser muito amplos e pouco factíveis, ignorando ou subestimando a complexidade e a operacionalização necessárias à sua consecução.

Alcançar o objetivo de aumentar a participação do setor privado no dispêndio nacional de P&D é tarefa ambiciosa e complexa. Trata-se de um esforço nacional. Consequentemente, o alcance desse objetivo certamente envolve a interação e sincronização entre diferentes políticas públicas, econômicas, industriais e educacionais à política de inovação. Políticas de inovação não funcionam isoladamente ou delegadas a um ou dois ministérios do governo central. É necessário que elas sejam parte da política econômica de longo prazo, com apoio explícito da liderança do Poder Executivo. Ou seja, as políticas de inovação não podem ser delegadas a tecnocratas competentes e bem-intencionados em altos postos da burocracia estatal nem a ministérios ou organizações isolados. Esse é um tema que percola várias áreas da economia e da sociedade.

É necessário o envolvimento de líderes políticos, governamentais, de mercado/indústria e acadêmicos. Mais do que isso, tornam-se importantes a presença e a articulação da alta política. São opções ou escolhas estratégicas que o país terá de fazer. Implementar tais escolhas demandará políticas de Estado, e não de governo ou poder.

Em outras palavras, é necessário que as iniciativas de inovação sejam guiadas em torno de uma racionalidade muito mais de *policy* – políticas públicas de Estado de longo prazo – e menos de *politics* – políticas baseadas em critérios partidários. Buscar a concretização desse objetivo central esbarrará

em dezenas de dificuldades, obstáculos e problemas, cuja superação exigirá enorme habilidade de persuasão e negociação.

O alcance de níveis elevados de desenvolvimento industrial e tecnológico de países, hoje considerados socioeconomicamente avançados, foi marcado por dificuldades e obstáculos. Mas também envolveu imensa determinação e foco na busca persistente da efetividade de seus esforços na criação e acumulação de capacidades tecnológicas e científicas, visando a inovações relevantes para suas economias e sociedades. A interação entre inovação, desenvolvimento e economia é um processo complexo, multifacetado e suscetível a falhas. Portanto, construir uma estratégia nacional de inovação centrada na acumulação de capacidade tecnológica e perseverar na busca de sua efetividade estão entre as condições fundamentais para o Brasil avançar a níveis mais elevados de desenvolvimento industrial e socioeconômico.

REFERÊNCIAS

- Adams, R., Neely, A., Yaghi, B., & Bessant, J. (2008, setembro). *Proposal for measures of firm-level innovation performance in 12 sectors of UK industry* (Innovation Index Working Paper). London, UK: National Endowment for Science Technology and the Arts.
- Aharonson, B. S., & Schilling, M. A. (2016). Mapping the technological landscape: measuring technology distance, technological footprints, and technology evolution. *Research Policy*, 45(1), 81-96. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.08.001>
- Araújo, B. C. P. O. D., Rauen, A. T., & Zucoloto, G. F. (2016). Impactos da suspensão dos incentivos fiscais previstos pela lei do bem sobre o investimento privado em PD&I. In Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Org.), *Radar: tecnologia, produção e comércio exterior* (pp. 29-33). Brasília, DF: Autor.
- Arundel, A., O'Brien, K., & Torugsa, A. (2013). How firm managers understand innovation: implications for the design of innovation surveys. In F. Gault. (Ed.), *Handbook of innovation indicators and measurement*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Bastos, V. D., & Frenkel, J. (2017). Brazilian innovation paradox: scientific production and patent performance. In *Proceedings of the 15^o Globelics International Conference*, Athens, Greece.
- Bell, M. (1997). *Notes on seminars, lecturers and informal communications*. London, UK: Science Policy Research Unit.
- Bell, M. (2006). Time and technological learning in industrializing countries: how long does it take? How fast is it moving (if it all)? *International Journal of Technology Management*, 36(1-3), 25-39. Recuperado de <https://doi.org/10.1504/IJTM.2006.009959>
- Bell, M. (2009). *Innovation capabilities and directions of development* (Steps Working Paper, 33). Brighton, UK: STEPS Centre.
- Bell, M., & Figueiredo, P. N. (2012). Building innovative capabilities in latecomer emerging market firms: some key issues. In E. Amann & J. Cantwell (Ed.), *Innovative firms in emerging market countries*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Bell, M., & Pavitt, K. (1993). Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. *Industrial and Corporate Change*, 2(2), 157-210. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/icc/2.2.157>
- Bell, M., & Pavitt, K. (1995). The development of technological capabilities. In I. Haque, & M. Bell (Eds.), *Trade, technology, and international competitiveness*. Washington, DC: World Bank.
- Bender, G., & Laestadius, S. (2005). Non-science based innovativeness: on capabilities relevant to generate profitable novelty. *Journal of Mental Changes*, 11(1-2), 123-170. Recuperado de <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A484509&dswid=-5456>
- Blackburn, S., Galvin, J., LaBerge, L., & Williams, E. (2021, outubro 08). *Strategy for a digital world: a winning digital strategy requires new twists to familiar moves*. London, UK: McKinsey & Company. Recuperado de <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/strategy-for-a-digital-world>
- Carrara, A., & Ferreira, G. A. (2020). Dispendio em P&D no Brasil: uma análise da sua evolução e impacto no produto do país. *A Economia em Revista*, 28(2), 73-90. Recuperado de <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/EconRev/article/view/55442>
- Cassiman, B., Golovko, E., & Martínez-Ros, E. (2010). Innovation, exports and productivity. *International Journal of Industrial Organization*, 28(4), 372-376. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2010.03.005>
- Chandran, V. G. R., & Rasiah, R. (2013). Firm size, technological capability, exports and economic performance: the case of electronics industry in Malaysia. *Journal of Business Economics and Management*, 14(4), 741-757. Recuperado de <https://doi.org/10.3846/16111699.2012.668860>
- Chung, M. Y., & Lee, K. (2015). How absorptive capacity is formed in a latecomer economy: different roles of foreign patent and know-how licensing in Korea. *World Development*, 66, 678-694. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.09.010>
- Cimoli, M., Dosi, G., & Stiglitz, J. E. (2009). *Industrial policy and development: the political economy of capabilities accumulation*. New York, NY: Oxford University Press.

- Cirera, X., & Maloney, W. F. (2017). *The innovation paradox: developing-country capabilities and the unrealized promise of technological catch-up*. Washington, DC: World Bank Publications.
- Cirera, X., & Muzi, S. (2020). Measuring innovation using firm-level surveys: evidence from developing countries. *Research Policy*, 49(3), 103912. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.103912>
- Colombo, G. D. & Cruz, H. N. D. (2018). Impactos da política fiscal de inovação brasileira na composição de investimentos privados e no tipo de inovação. *Revista Brasileira de Inovação*, 17(2), 377-414. Recuperado de <https://doi.org/10.20396/rbi.v17i2.8651500>
- Crespi, G., & Zuniga, P. (2012). Innovation and productivity: evidence from six Latin American countries. *World Development*, 40(2), 273-290. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.07.010>
- Dantas, E., Bell, M. (2011). The co-evolution of firm-centred knowledge networks and capabilities in late industrializing countries: the case of Petrobras in the offshore oil innovation system in Brazil. *World Development*, 39(9), 1570-1591. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.02.002>
- De Negri, F., Chiarini, T., Koeller, P., Zucoloto, G. F., Miranda, P. C. D., Pereira, L., ... & Lobo, F. (2021). *Análise da nova estratégia nacional de inovação*. Brasília, DF: Ipea.
- Dixon, S., Meyer, K., & Day, M. (2014). Building dynamic capabilities of adaptation and innovation: a study of micro-foundations in a transition economy. *Long Range Planning*, 47(4), 186-205. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2013.08.011>
- Dosi, G. (1988). Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, 26(3), 1120-1171. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/2726526>
- Dosi, G., Nelson, R. R., & Winter, S. G. (2000). *The nature and dynamics of organizational capabilities*. New York, NY: Oxford University Press.
- Dosi, G., & Yu, X. (2018, agosto). *Capabilities accumulation and development: what history tells the theory* (LEM Working Paper Series, 2018/27). Pisa, Italy: Laboratory of Economics and Management.
- Fagerberg, J., Mowery, D. C., & Nelson, R. R. (2005). *The Oxford handbook of innovation*. New York, NY: Oxford University Press.
- Figueiredo, P. N. (2001). *Technological learning and competitive performance*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Figueiredo, P. N. (2002). Does technological learning pay off? Inter-firm differences in technological capability-accumulation paths and operational performance improvement. *Research Policy*, 31(1), 73-94. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00106-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00106-8)
- Figueiredo, P. N. (2003). Learning, capability accumulation and firms differences: evidence from latecomer steel. *Industrial and Corporate Change*, 12(3), 607-643. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/icc/12.3.607>
- Figueiredo, P. N. (2009). *Gestão da inovação: conceitos, métricas e experiências de empresas no Brasil*. Rio de Janeiro, RJ: LTC.
- Figueiredo, P. N. (2011). The role of dual embeddedness in the innovative performance of MNE subsidiaries: evidence from Brazil. *Journal of Management Studies*, 48(2), 417-440. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2010.00965.x>
- Figueiredo, P. N. (2015). *Gestão da inovação: conceitos, métricas e experiências de empresas no Brasil*. (2a ed.). Rio de Janeiro, RJ: LTC.
- Figueiredo, P. N. (2023). *Capacidade tecnológica e inovação: desafios para a transição industrial e econômica do Brasil*. Rio de Janeiro, RJ: FGV.
- Figueiredo, P. N., Cabral, B. P., & Silva, F.Q. (2021). Intricacies of firm-level innovation performance: an empirical analysis of latecomer process industries. *Technovation*, 105, 102302. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102302>
- Figueiredo, P. N., & Cohen, M. (2019). Explaining early entry into path-creation technological catch-up in the forestry and pulp industry: evidence from Brazil. *Research Policy*, 48(7), 1694-1713. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.respol.2019.03.017>
- Figueiredo, P. N., Larsen, H., & Hansen, U. E. (2020). The role of interactive learning in innovation capability building in multinational subsidiaries: a micro-level study of biotechnology in Brazil.

- Research Policy*, 49(6), 103995. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.respol.2020.103995>
- Figueiredo, P. N., & Piana, J. (2021). Technological learning strategies and technology upgrading intensity in the mining industry: evidence from Brazil. *Journal of Technology Transfer*, 46, 629-659. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s10961-020-09810-9>
- Gräbner, C., & Hornykewycz, A. (2022). Capability accumulation and product innovation: an agent-based perspective. *Journal of Evolutionary Economics*, 32(1), 87-121. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s00191-021-00732-9>
- Haapala, H. (2019). User-centred design and multi-actor approach in agricultural innovations case: combi drill design. *Agricultural Machinery and Technologies*, 13(2), 15-19. Recuperado de <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2018-13-2-15-19>
- Holbrook, A., & Salazar, M. (2004). Regional innovation systems within a federation: do national policies affect all regions equally? *Innovation*, 6(1), 50-64. Recuperado de <https://doi.org/10.5172/impp.2004.6.1.50>
- Intarakumnerd, P., & Chaminade, C. (2011). Innovation policies in Thailand: towards a system of innovation approach? *Asia Pacific Business Review*, 17(2), 241-256. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/13602381.2011.533504>
- Jacobides, M., & Winter, S. (2012). Capabilities structure, agency and evolution. *Organization Science*, 23(5), 1365-1381. Recuperado de <https://doi.org/10.1287/orsc.1110.0716>
- Kannebley, S., Jr., Shimada, E., & De Negri, F. (2016). Efetividade da lei do bem no estímulo aos dispêndios em P&D: uma análise com dados em painel. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 46(3), 111-145. Recuperado de https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7504/1/PPE_v46_n03_Efetividade.pdf
- Krammer, S. M., Strange, R., & Lashitew, A. (2018). The export performance of emerging economy firms: the influence of firm capabilities and institutional environments. *International Business Review*, 27(1), 218-230. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2017.07.003>
- Lall, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *World Development* 20(2), 165186. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(92\)90097-F](https://doi.org/10.1016/0305-750X(92)90097-F)
- Lall, S., Navaretti, G., Teitel, S., & Wignaraja, G. (1994). *Technology and enterprise development: Ghana under structural adjustment* (Case studies series, 56877). Washington, DC: World Bank.
- Lane, P. J., Koka, B. R., & Pathak, S. (2006). The reification of absorptive capacity: a critical review and rejuvenation of the construct. *Academy of Management Review*, 31(4), 833-863. Recuperado de <https://doi.org/10.2307/20159255>
- Laurson, K., & Salter, A. (2006). Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among U.K. manufacturing firms. *Strategic Management Journal*, 27(2), 131-150. Recuperado de <https://doi.org/10.1002/smj.507>
- Leal, C. I. S., & Figueiredo, P. N. (2021). Inovação tecnológica no Brasil: desafios e insumos para políticas públicas. *Revista de Administração Pública*, 55(3), 512-537. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/0034-761220200583>
- Lee, K. (2013). *Schumpeterian analysis of economic catch-up: knowledge, path-creation, and the middle-income trap*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lee, K. (2019). *The art of economic catch-up: barriers, detours and leapfrogging in innovation systems*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lee, K., & Mathews, J. A. (2012). South Korea and Taiwan. In E. Amann, & J. Cantwell (Eds.), *Innovative firms in emerging market countries* (pp. 223-245). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Lee, K., Lee, J. D., Meissner, D., Radosevic, S., & Vonortas, N. S. (2021). Local capacity innovative entrepreneurial places and global connections: an overview. *Journal of Technology Transfer*, 46, 563-573. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s10961-020-09812-7>
- Leonard-Barton, D. (1995). *Wellsprings of knowledge: building and sustaining the sources of innovation*. Boston, MA: Harvard Business Press.
- Lewin, A. Y., Massini, S., & Peeters, C. (2011). Microfoundations of internal and external absorptive capacity routines. *Organization Science*, 22(1), 81-98. Recuperado de <https://doi.org/10.1287/orsc.1100.0525>

- Malerba, F. (1992). Learning by firms and incremental technical change. *The Economic Journal*, 102(413), 845-855. Recuperado de <https://doi.org/10.2307/2234581>
- Malerba, F., & Lee, K. (2021). An evolutionary perspective on economic catch-up by latecomers. *Industrial and Corporate Change*, 30(4), 986-1010. Recuperado de <https://doi.org/10.1093/icc/dtab008>
- Mathews, J. A. (2002). Competitive advantages of the latecomer firm: a resource-based account of industrial catch-up strategies. *Asia Pacific Journal of Management*, 19, 467-488. Recuperado de <https://doi.org/10.1023/A:1020586223665>
- Mazzoleni, R., & Nelson, R. R. (2007). Public research institutions and economic catch-up. *Research Policy*, 36(10), 1512-1528. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.06.007>
- Mazzucato, M., & Penna, C. (2016, março). *The Brazilian innovation system: a mission-oriented policy proposal*. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.
- Milbergs, E., & Vonortas, N. (2005). *Innovation metrics: measurement to insight* (White paper of national innovation initiative). Armonk, NY: IBM Corporation.
- Nelson, R. R. (2007). The changing institutional requirements for technological and economic catch up. *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, 1(1), 4-12. Recuperado de <https://doi.org/10.1504/IJTLID.2007.015016>
- Organisation for Economic Cooperation and Development. (2005). *Oslo manual: guidelines for collecting and interpreting innovation data* (3a ed.). Paris, France: OECD Publishing.
- Patel, P., & Pavitt, K. (1994). National innovation systems: why they are important, and how they might be measured and compared. *Economics of Innovation and New Technology*, 3(1), 77-95. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/10438599400000004>
- Peerally, J. A., Santiago, F., De Fuentes, C., & Moghavvemi, S. (2022). Towards a firm-level technological capability framework to endorse and actualize the fourth industrial revolution in developing countries. *Research Policy*, 51(10), 104563. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104563>
- Rasiah, R. (2004). *Foreign firms, technological capabilities and economic performance: evidence from Africa, Asia, and Latin America*. Cheltenham, UK: Edward Elgar.
- Reynolds, E. B., Schneider, B. R., & Zylberberg, E. (2019). *Innovation in Brazil: advancing development in the 21st century*. New York, NY: Routledge.
- Rocha, G., & Rauen, A. T. (2018). *Mais desoneração, mais inovação? Uma avaliação da recente estratégia brasileira de intensificação dos incentivos fiscais a pesquisa e desenvolvimento* (Texto para Discussão, 2393). Brasília, DF: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
- Santos, U. P. D., Rapini, M. S., & Mendes, P. S. (2020). Impactos dos incentivos fiscais na inovação de grandes empresas: uma avaliação a partir da pesquisa Sondagem de Inovação da ABDI. *Nova Economia*, 30(3), 803-832. Recuperado de <https://doi.org/10.1590/0103-6351/5687>
- Schumpeter, J. A. (1934). *The theory of economic development: an inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*. Champaign, IL: University of Illinois at Urbana-Champaign's.
- Silva, G. (2018). *Inovação na pequena empresa: desvendando conceitos, modelos e políticas de inovação* (Tese de Doutorado). Fundação Getulio Vargas, São Paulo, SP.
- Teece, D. J. (2014). The foundations of enterprise performance: dynamic and ordinary capabilities in an (economic) theory of firms. *Academy of Management Perspectives*, 28(4), 328-352. Recuperado de <https://doi.org/10.5465/amp.2013.0116>
- Tribunal de Contas da União. (2022). *Efetividade das políticas públicas de inovação. Lista de alto risco da administração pública federal*. Recuperado de https://sites.tcu.gov.br/listadealtorisco/efetividade_das_politicas_publicas_de_inovacao.html
- Vedovello, C. (2021). *Material didático da disciplina "Sistema de inovação: políticas públicas, instituições e financiamento" do MBA em gestão da inovação e capacidade tecnológica*. Rio de Janeiro, RJ: FGV.
- Wang, Q., & Von Tunzelmann, N. (2000). Complexity and the functions of the firm: Breadth and depth. *Research Policy*, 29(7-8), 805-818. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(00\)00106-2](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(00)00106-2)
- Yeon, J. I., Lee, J. D., & Baek, C. (2021). A tale of two technological capabilities economic growth

revisited from a technological capability transition perspective. *Journal of Technology Transfer*, 46(3), 574-605. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s10961-020-09809-2>

Zahra, S., & George, G. (2002). Absorptive capacity: a review, reconceptualization, and extension. *The Academy of Management Review*, 27(2),

185-203. Recuperado de <https://doi.org/10.5465/amr.2002.6587995>

Zollo, M., & Winter, S. G. (2002). Deliberate learning and the evolution of dynamic capabilities. *Organization Science*, 13(3), 339-351. Recuperado de <https://doi.org/10.1287/orsc.13.3.339.2780>

Paulo Negreiros Figueiredo



<https://orcid.org/0000-0002-5857-8126>

Professor titular de gestão de tecnologia e inovação da Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas da Fundação Getúlio Vargas (FGV EBAPE); Ph.D. pela University of Sussex, Science Policy Research Unit (SPRU); Pesquisador Associado Sênior, University of Oxford; Pesquisador, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Fundador e editor-chefe do International Journal of Technological Learning, Innovation and Development; Criador e Coordenador, desde 1999, do Programa de Pesquisa em Aprendizagem Tecnológica e Inovação Industrial no Brasil na Fundação Getúlio Vargas (FGV EBAPE); Criador e coordenador do MBA em Gestão da Inovação e Capacidade Tecnológica na FGV. E-mail: paulo.figueiredo@fgv.br

CONTRIBUIÇÃO DO AUTOR

Paulo Negreiros Figueiredo: Concepção (Liderança); Supervisão (Liderança); Validação (Liderança); Visualização (Liderança); Escrita - rascunho original (Liderança); Escrita - revisão e edição (Igual).

DISPONIBILIDADE DE DADOS

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.