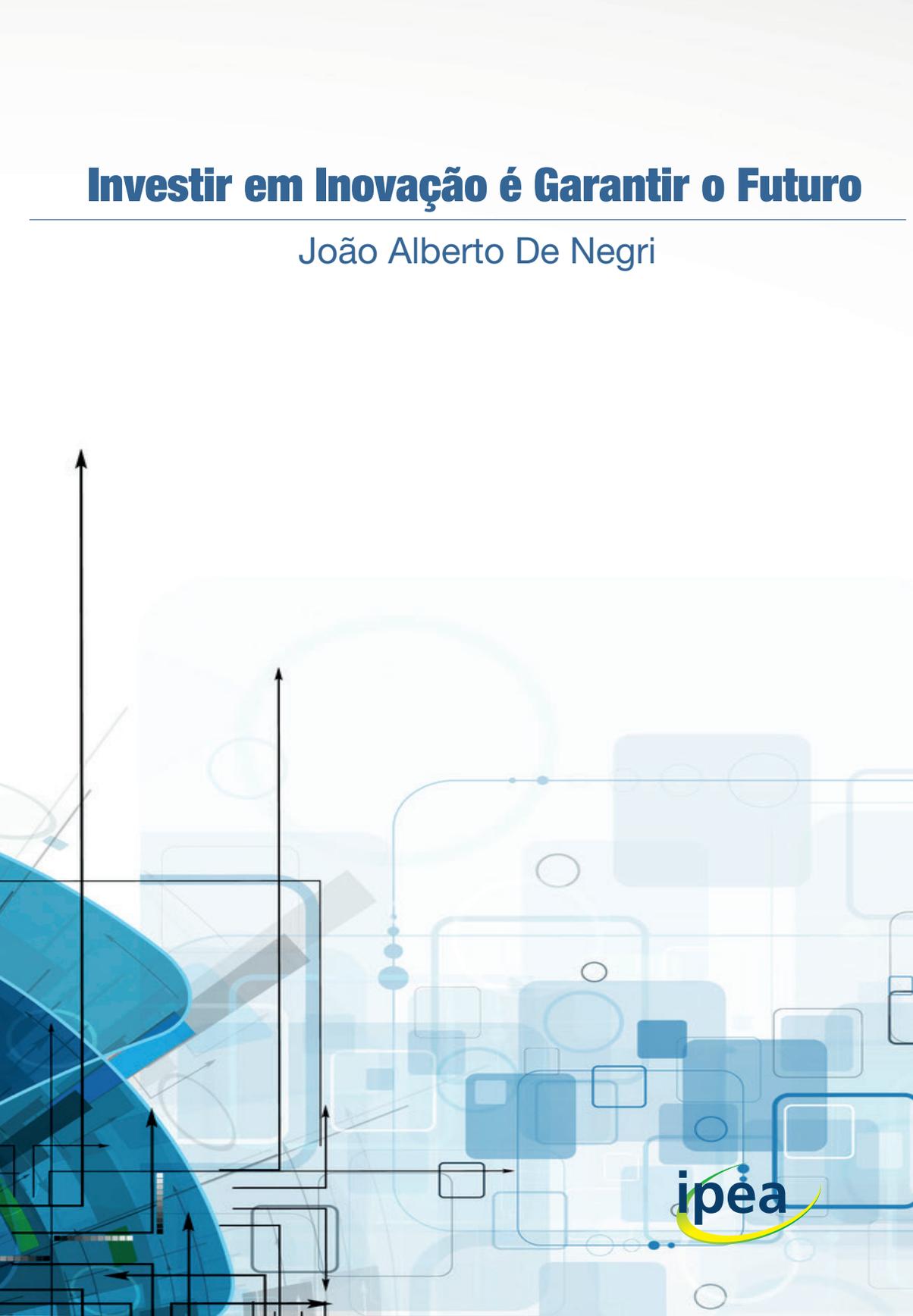


Investir em Inovação é Garantir o Futuro

João Alberto De Negri



ipea

João Alberto De Negri

Doutor em economia pela Universidade de Brasília (UnB) e mestre em economia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). É pesquisador do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) desde 1996; foi coordenador-geral na Secretaria de Comércio Exterior do Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior em 1999; diretor e vice-presidente do Ipea no período 2005-2007; e diretor do Ipea em 2016-2017. Membro do Conselho de Administração da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) de 2008 a 2010 e diretor de inovação da Finep no período 2011-2013 e em 2015. Foi membro do Conselho de Administração do Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações (Funntel) em 2011-2012. Foi secretário executivo do Ministério da Ciência e Tecnologia em 2014.

Foi membro do Conselho de Administração da Agência Especial de Financiamento Industrial do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (Finame/BNDES). Coordena diversos estudos sobre a indústria brasileira com ênfase na inovação tecnológica e possui diversas obras editadas sobre essa temática. Participou ativamente da elaboração da execução da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) em 2003, do Programa Inova Empresa em 2013 e do Programa Nacional de Plataformas do Conhecimento em 2014, todos do governo federal.

Foi consultor do Banco Mundial e do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). Coordenou projetos de pesquisa voltados para a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e para a Agência de Promoção de Exportações (APEX) e também coordenou projetos de pesquisa para avaliação do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) para o Ministério da Ciência e Tecnologia. Foi membro do Conselho de Administração do Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada (CEITEC) em 2014. Tem experiência na área de economia, atuando principalmente nos seguintes temas: indústria, inovação tecnológica, empresas e integração comercial. Em 2015, no pós-doutoramento foi *research scholar* no Massachusetts Institute of Technology (MIT), e desenvolveu estudos sobre procedimentos metodológicos de prospecção tecnológica em empresas, estratégia tecnológica, avaliação de portfólio de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e gestão da inovação em empresas. Exerce, atualmente, a função de pesquisador no Ipea e é professor na Fundação Getulio Vargas (FGV).

Investir em Inovação é Garantir o Futuro

João Alberto De Negri



ipea

Governo Federal

Ministério da Economia

Ministro Paulo Guedes

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério da Economia, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Erik Alencar de Figueiredo

Diretor de Desenvolvimento Institucional

André Sampaio Zuvanov

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia

Flavio Lyrio Carneiro

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas

Marco Antônio Freitas de Hollanda Cavalcanti

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais

Nilo Luiz Saccaro Junior

Diretor de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura

João Maria de Oliveira

Diretor de Estudos e Políticas Sociais

Herton Ellery Araújo

Diretor de Estudos Internacionais

Paulo de Andrade Jacinto

Coordenador-Geral de Imprensa e Comunicação Social (substituto)

João Cláudio Garcia Rodrigues Lima

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Investir em Inovação é Garantir o Futuro

João Alberto De Negri

The background features a complex, abstract design with various geometric shapes, lines, and arrows. On the left side, there are several vertical and horizontal lines with arrows pointing upwards and to the right, suggesting growth and progress. The right side is filled with overlapping squares, circles, and lines, creating a sense of depth and complexity. The overall color palette is grayscale, with varying shades of gray and black.

ipea

Rio de Janeiro, 2022

De Negri, João Alberto

Investir em inovação é garantir o futuro/João Alberto De Negri – Rio de Janeiro: Ipea, 2022.

86 p.

Inclui Bibliografia.

ISBN: 978-65-5635-045-5

1. Pesquisa e desenvolvimento. 2. Inovação tecnológica. 3. Programa de pesquisa. I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. II. Título.

CDD 338.064

Ficha catalográfica elaborada por Elizabeth Ferreira da Silva CRB-7/6844.

DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/978-65-5635-045-5>

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos).
Acesse: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério da Economia.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	7
INTRODUÇÃO	9
CAPÍTULO 1 EMPRESAS INOVADORAS NO BRASIL, NA CHINA, NA EUROPA E NOS ESTADOS UNIDOS	13
CAPÍTULO 2 LIÇÕES DO SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO NOS ESTADOS UNIDOS	25
CAPÍTULO 3 INOVAÇÃO, PRODUTIVIDADE E CRESCIMENTO NA CHINA	45
CAPÍTULO 4 SISTEMA DE INOVAÇÃO NA EUROPA	65
CAPÍTULO 5 LIDERANÇA NA INOVAÇÃO DAS EMPRESAS DA MEI: INTENSIDADE TECNOLÓGICA E TAMANHO	77
CAPÍTULO 6 CONCLUSÃO	81
REFERÊNCIAS	83
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR	86

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI) da Confederação Nacional da Indústria (CNI), pelo apoio nas discussões e pela identificação das empresas inovadoras da indústria brasileira, e ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), pela tabulação especial realizada na Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec). O autor é responsável por todas as informações e interpretação dos dados apresentados.

INTRODUÇÃO

O futuro depende de inovação. Em todos os países do mundo, o crescimento econômico e os ganhos de produtividade necessários para crescer mais aceleradamente estão fortemente associados à ciência e ao desenvolvimento de novos produtos e processos. No centro da dinâmica de inovação dos países, estão as empresas líderes e sua capacidade de acumular recursos e competências em intensidade suficiente para impulsionar e difundir o progresso tecnológico por todo o sistema produtivo. Um Brasil competitivo no futuro depende de investimento em conhecimento.

O Fundo Monetário Internacional (FMI) divulgou recentemente o cenário para a economia mundial em 2020 e estima um recuo de 3,0% das atividades mundiais em 2020. Se a economia retomar o crescimento em 2021, o FMI prevê um crescimento de 5,8% no ano. Isso representa uma taxa de crescimento da economia mundial para o biênio 2020-2021 de 2,8 pontos percentuais (p.p.). Considerando que, no período anterior à crise, era previsto um crescimento positivo do produto interno bruto (PIB) mundial de aproximadamente 6,6 p.p. anuais para o mesmo biênio, após a crise da covid-19, teremos uma perda permanente em 2020 de aproximadamente 4,2 p.p. Ou seja, mesmo com o crescimento de 2021, não recuperaremos cerca de 60% da perda ocorrida em 2020.

O cenário para o Brasil é mais recessivo. A previsão do FMI é que a economia recue 5,3% em 2020 e que em 2021 a recuperação seja pequena, de apenas 1,3%, bem abaixo da economia mundial. Pior que isso, historicamente, os ciclos econômicos recessivos no Brasil têm sido acompanhados pela desestruturação das atividades de inovação e da ciência – os investimentos em ciência, tecnologia e inovação (CT&I) como proporção da atividade econômica caem significativamente mais que a renda da economia nos períodos de desaceleração.

Deve-se ressaltar que esta década que termina em 2020 terá a menor expansão do PIB já medida pelas séries históricas no Brasil. A série histórica mais longa é mensurada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) com início em 1901. Segundo as projeções do boletim *Focus* de 2020, com fontes do Ipea, da Fundação Getulio Vargas (FGV) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o período 2011-2020 acumulará um crescimento de apenas 1,9%. Na chamada década perdida, de 1981 a 1990, a economia teve um crescimento de 16,9%. O impacto econômico deste período ainda é muito imprevisível.

A crise econômica ocasionada pela pandemia da covid-19 terá impactos substanciais na estrutura produtiva dos países, em especial no Brasil. No imediato, no epicentro da pandemia, os cuidados com a saúde e a fome são prioritários. Mas o

país que emergirá da crise econômica provavelmente será substantivamente diferente, por conta da reestruturação das cadeias produtivas, da emergência de novos desafios tecnológicos, do surgimento de outras formas de organização da produção e, possivelmente, pela reestruturação patrimonial de empresas no Brasil e no mundo.

O investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) das firmas no Brasil diminui mais que proporcionalmente nos períodos de recessão econômica. Um dos fatores desta dinâmica está relacionado com a forte dependência dos centros de pesquisa e de recursos de grandes empresas multinacionais. Na crise, as grandes companhias mundiais, que mais despendem em P&D, tendem a manter suas atividades de pesquisa no seu país de origem e os recursos são direcionados para os ambientes de países que têm mais capacitações de pesquisa básica, recursos científicos e, de forma especialmente relevante, estão voltados para obter apoio de políticas públicas de incentivos especiais para a ciência e a tecnologia, a fim de superar os momentos de crise.

Outro fator que reduz os investimentos em pesquisa e ciência no Brasil é a forte dependência do preço internacional dos produtos que as empresas brasileiras produzem e comercializam no mercado internacional, os quais tendem a cair mais que proporcionalmente à renda mundial, a exemplo de produtos agrícolas, minérios, petróleo etc. As companhias brasileiras têm uma defasagem estrutural e se especializaram na produção de setores de baixa intensidade tecnológica, em que o esforço em P&D é relativamente menor.

A Petrobras, por exemplo, anunciou a suspensão de contratação de novos termos de cooperação tecnológica e de novos aportes em projetos em andamento com instituições parceiras pelo período de noventa dias. Segundo a empresa, há esforços para adequar a carteira de P&D ao novo cenário no médio prazo e serão priorizados projetos que tenham maior retorno e benefícios diretos. O recuo na reestruturação patrimonial de grandes companhias, como a Empresa Brasileira de Aeronáutica (Embraer), que anunciou o fim do acordo com a Boeing, pode também gerar dificuldades futuras para manter suas atividades criativas de P&D de novos produtos e processos. As pequenas e médias empresas, que são responsáveis por uma parcela muito pequena de P&D, estão mais preocupadas com o capital de giro para se sustentar em cadeias de produção relativamente paradas. As *startups* de base tecnológica tenderão a se reduzir numericamente por conta da falta de dinamismo de setores mais intensivos em tecnologia.

Paradoxalmente, é cada vez mais evidente que a ciência e a inovação são caminhos para a solução emergencial de problemas como os atuais, relacionados com a saúde e com a fome. E mais, a ciência e a inovação são o caminho para o futuro, para a retomada do desenvolvimento e do crescimento econômico. São inúmeros os exemplos de países desenvolvidos que aumentam o investimento em pesquisa nos

momentos de crise. Vários investimentos foram mobilizados pelo governo federal e por governos estaduais com foco nas atividades de ciência e tecnologia (C&T) para buscar soluções para os problemas ocasionados pela pandemia. Estas ações e seus impactos deverão ser avaliados nos próximos anos, em especial por conta da sua relevância e necessidade em um contexto de restrição fiscal.

Apesar de o trabalho não estar focado no momento conjuntural da crise, este estudo pode contribuir nesta direção com uma reflexão simples. Onde estávamos parados e qual era o ritmo de investimento em C&T quando o mundo parou? É muito difícil saber em qual posição estaremos nos próximos anos. No entanto, se a busca de novas soluções – e, neste momento em especial, por exemplo, a busca de novos medicamentos, vacinas, outras formas de se comunicar e tantas outras soluções necessárias – tem sido obtida por meio de mais conhecimento, e se investir em conhecimento é a chave para a saída de crises extremas, qual era a distância que nos separava da fronteira da tecnologia e da ciência mais avançada? O trabalho levanta um conjunto de informações necessárias para esta reflexão e aponta indicadores que deverão ser monitorados para tentar aproximar o Brasil da fronteira tecnológica.

A reflexão sobre a capacidade de o Brasil acompanhar o desenvolvimento da fronteira tecnológica em diferentes conjunturas está relacionada com questões-chave. As empresas líderes na indústria no Brasil podem desenvolver tecnologia com intensidade e densidade para impulsionar novas capacidades tecnológicas e progresso no sistema produtivo brasileiro? Quais são as características destas empresas? Como elas fazem inovações tecnológicas? Qual é a sua posição em relação às companhias de países líderes em tecnologia?

Com o objetivo de responder a estas perguntas, este trabalho compara os indicadores de inovação tecnológica do Brasil com a União Europeia (UE), os Estados Unidos e a China. Foram seguidos três passos metodológicos estritamente vinculados à qualidade, à disponibilidade de informações e à simetria de conceitos das variáveis analisadas.

O primeiro procedimento metodológico foi comparar as informações da Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec) do IBGE, para o Brasil, com os dados dos países europeus da Community Innovation Survey (CIS) do European Statistical Office (Eurostat). Esta comparação é direta, uma vez que os questionários aplicados às empresas nestas duas pesquisas são muito similares e os procedimentos amostrais se assemelham também. A comparação foi realizada para o grupo denominado Europa dos 15,¹ porque são países economicamente mais homogêneos dentro do bloco econômico da Europa. Para o Brasil, a comparação

1. Europa dos 15: UE – Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Holanda, Portugal, Espanha, Suécia e Reino Unido (quinze países).

foi feita com os indicadores de todas as empresas da indústria brasileira e para uma amostra de 152 empresas que compõem a Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI) da Confederação Nacional da Indústria (CNI).

O segundo procedimento metodológico foi levantar as informações de inovação das firmas dos Estados Unidos e da China. Para isso, foram utilizadas duas pesquisas: Business R&D and Innovation Survey (BRDIS), do Census Bureau (CB) dos Estados Unidos; e China Statistical Yearbook (CSY), do National Bureau of Statistics (NBS) da China.

É necessário ressaltar que as definições e os conceitos presentes nestas pesquisas seguem o *Manual de Oslo*, da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), mas isso não significa que as informações sobre inovações tecnológicas coletadas pelos países são as mesmas. A pesquisa realizada no Brasil é semelhante à da Europa, mas as informações levantadas pelas pesquisas na China e nos Estados Unidos são diferentes.

Para complementar as informações, optou-se também por um terceiro passo metodológico, que consistiu em buscar informações na OCDE, no Banco Mundial e na pesquisa EU Industrial R&D Investment Scoreboard.²

Este livro foi preparado para dar suporte às discussões sobre indicadores de inovação tecnológica do Brasil e de outros países e refletir sobre quais lições contemporâneas podemos extrair da inovação tecnológica no Brasil, quando o comparamos com os países desenvolvidos que estão na fronteira tecnológica. Esta é a pergunta inicial e ela foi motivada pela necessidade de comparar a estrutura de inovação do Brasil com as economias mais inovadoras e extrair lições para ações empresariais e para a proposição de políticas de inovação tecnológica. As reflexões deste texto podem nos ajudar a pensar sobre o futuro, em especial no período de recuperação econômica.

O livro está dividido em seis capítulos. No capítulo 1, são apresentadas as informações gerais sobre a inovação tecnológica no Brasil e no mundo. O capítulo 2 é reservado para o sistema de inovação tecnológica nos Estados Unidos. O capítulo 3 reúne as informações sobre a inovação tecnológica na China e o 4 fala sobre a inovação na Europa. O capítulo 5, por sua vez, traz as informações sobre os indicadores de inovação de 152 empresas da MEI/CNI. O último capítulo conclui e, ao final, são apresentadas as referências bibliográficas.

2. Disponível em: <<http://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard>>.

EMPRESAS INOVADORAS NO BRASIL, NA CHINA, NA EUROPA E NOS ESTADOS UNIDOS

1 INTRODUÇÃO

As taxas de inovação das empresas brasileiras comparadas com as dos países da Europa, dos Estados Unidos e da China são apresentadas na tabela 1. Pode-se observar, nos dados, que o Brasil é uma economia relativamente grande quando se compara o número de empresas da economia com o dos outros países desenvolvidos. A taxa geral de inovação, calculada como o percentual de empresas que inovam em produtos ou processos em relação ao número total de empresas, é relativamente alta e semelhante à de outros países. Há uma relativa similaridade no nível da taxa de inovação do Brasil e dos Estados Unidos; a taxa de inovação na China, por sua vez, está em um nível maior entre os grupos comparados; e a taxa de inovação na Europa dos 15¹ está em um nível menor.

TABELA 1
Brasil, Europa, Estados Unidos e China: taxas de inovação

	Brasil	MEI 152	Europa dos 15	Estados Unidos	China
Total de empresas (100%)	113.414	152	346.788	103.517	350.634
Inovadoras de produto e/ou processo	38.593 (34,0%)	141 (92,7%)	57.878 (16,7%)	33.391 (32,0%)	147.461 (42,1%)
Inovadoras de produto	21.669 (19,1%)	132 (86,8%)	44.269 (12,8%)	23.793 (23,0%)	98.177 (28,0%)
Inovadoras de processo	32.694 (28,8%)	122 (80,3%)	34.564 (9,9%)	24.985 (24,0%)	100.632 (28,7%)
Inovadoras de produto e processo	15.770 (13,9%)	113 (74,3%)	68.767 (19,8%)	-	-

Fonte: Pesquisa de Inovação Tecnológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Pintec/IBGE), 2017; Community Innovation Survey do European Statistical Office (CIS/Eurostat), 2016; Business R&D and Innovation Survey (BRDIS), 2016; National Science Foundation (NSF), 2016; e China Statistical Yearbook do National Bureau of Statistics (CSY/NBS), 2018.

Elaboração do autor.

Obs.: MEI 152 – dados de 152 empresas da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI) da Confederação Nacional da Indústria (CNI) do Brasil.

No Brasil, 34,0% das empresas lançaram novos produtos ou processos. Nos Estados Unidos, esse percentual foi de 32,0%. As taxas de lançamento de novos produtos ou processos por empresas são superiores na China, 42,1%, e nos países da Europa dos 15, 16,7%. Há uma diferença importante no caso do Brasil e dos

1. Europa dos 15: União Europeia (UE) – Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Holanda, Portugal, Espanha, Suécia e Reino Unido (quinze países).

demais países comparados: a taxa de inovação no Brasil está fortemente associada à mudança de processo que é vinculada às compras de máquinas e equipamentos.

Entre os 32,0% das empresas industriais² nos Estados Unidos que lançaram produtos ou processos novos ou significativamente aprimorados no mercado, 23,0% lançaram inovações de produtos e 24,0%, de processos. A taxa de inovação de produto na Europa dos 15 é de 12,8% e 9,9% lançaram processos novos no mercado. Na China, 28,0% lançaram produtos novos no mercado e 28,7% lançaram processos novos no mercado. Ou seja, as maiores taxas de inovação são realizadas pelo lançamento de produtos no mercado. As mudanças tecnológicas de processo nos países mais próximos dessa fronteira tecnológica são motivadas também pela compra de máquinas e equipamentos. No entanto, as empresas desses países geralmente possuem estrutura operacional de mão de obra e equipamentos mais atualizados do ponto de vista tecnológico – assim, elas conseguem realizar inovações de processo não necessariamente vinculadas às compras de novas máquinas e equipamentos, como no Brasil.

No mercado brasileiro, entre os 34% das empresas que são inovadoras, 19,1% lançaram produtos novos no mercado e 28,8% lançaram processos novos no mercado. A taxa de inovação de produto e processo, ou seja, inovações que demandaram tanto mudanças no produto quanto no processo de produção do produto inovador, é relativamente maior nos países da Europa que no Brasil, por exemplo. Na Europa, 19,8% das firmas lançaram simultaneamente produtos e processos novos; no Brasil, foram 13,9%. Não há esta informação para os Estados Unidos e para a China.

As empresas da MEL, movimento coordenado pela CNI, formam um grupo diferenciado quando são comparadas as taxas de inovação destas com o restante das companhias brasileiras. Das 152 empresas amostradas na Pintec/IBGE, 141 lançaram produtos ou processos novos no mercado, ou seja, uma taxa de 92,7%. Destas, 132 – 86,8% – lançaram novos produtos e 122 – 80,3% – lançaram novos processos. Seguindo padrões internacionais, a taxa de lançamento simultâneo de produtos e processos novos no mercado também é alta – 113 empresas inovaram em produtos e processos, o que representa uma taxa de 74,3%.

Deve ser ressaltado que a aceleração do crescimento econômico e a sua sustentabilidade no longo prazo dependem muito além da compra de novas máquinas e equipamentos, importados ou não. A geração de conhecimento novo e a capacidade de transformar este conhecimento em inovação tecnológica são a chave dos ganhos de produtividade. Apenas o conhecimento presente em máquinas e equipamentos produzidos no Brasil ou importados dos países tecnologicamente

2. Neste caso, para o uso do termo indústria, foram consideradas as empresas do setor denominado *manufacturing industries* da classificação do North American Industry Classification System (Naics).

mais avançados não é suficiente para sustentar o crescimento brasileiro. Este é um grande desafio para a economia brasileira, que pode ser evidenciado nos indicadores de taxa de inovação.

2 A DINÂMICA DAS MAIORES EMPRESAS EM DISPÊNDIOS EM P&D

Os dados do EU Industrial R&D Investment Scoreboard relativos às 2.500 empresas que mais investem em pesquisa e desenvolvimento (P&D) no mundo mostram características importantes sobre a competição entre os países no investimento em P&D e no aumento dos esforços tecnológicos das empresas. As firmas são classificadas pelo país que detém a maior parte da propriedade do capital. Desta forma, mesmo para uma companhia global, suas estatísticas são contabilizadas como em uma única nacionalidade. A tabela 2 apresenta os dados de 2014 a 2019 dessas companhias.

Os dados mostram que os Estados Unidos têm uma posição relativamente estável na participação percentual de P&D realizada no mundo. Aproximadamente 38% de todos os dispêndios em P&D das 2.500 empresas que mais realizam dispêndios em pesquisa no mundo eram feitos pelas firmas americanas em 2019. A participação das firmas europeias tem diminuído ao longo do tempo, e passou de 30% em 2014 para 25% em 2019. A participação das empresas brasileiras em P&D mundial era de apenas 0,12% em 2019 e teve tendência declinante nos últimos anos. Em 2016, a participação era de 0,22%. Esta redução se deu por conta da diminuição dos investimentos das empresas brasileiras em P&D e pelo aumento dos investimentos em pesquisa das principais companhias no mundo. Ou seja, o Brasil tem seguido em direção oposta ao mundo.

Cabe destaque o desempenho das firmas chinesas. Em 2014, havia 199 firmas chinesas presentes na lista das 2.500 que mais investiam em P&D no mundo. Em 2016, foram listadas 327 empresas e em 2019 havia 507. O ritmo do crescimento do investimento em P&D das empresas chinesas é muito acelerado. Há um aumento significativo no número de companhias, mas também na escala de investimento. Tomando como base o investimento em P&D das 2.500 empresas, a participação da China em P&D mundial saltou de 7% em 2014 e 2016 para 12% em 2019. Mas, conforme se ressaltou, a maior parte de P&D mundial é feita pelos Estados Unidos, 38% em 2019, seguidos pela Europa, que foi responsável por 25% de P&D mundial no mesmo ano.

O esforço tecnológico, mensurado como a proporção da receita líquida de vendas (RLV) despendida em P&D, também tem crescido substancialmente nos países estudados neste trabalho, exceto no Brasil. A China cresceu também no indicador de intensidade de P&D em relação à receita das empresas. Em 2016, a participação de P&D em relação à receita era de 2,5% neste país, abaixo da UE, que era de 3,2%, e dos Estados Unidos, que era de 5,8%. Em 2019, as firmas

chinesas listadas como as que mais investem em P&D no mundo investiram 3,4% da sua RLV em P&D, percentual igual ao das empresas da UE. Em 2019, as firmas americanas investiram 6,6% da sua receita líquida em P&D. As companhias brasileiras que foram listadas entre as 2.500 que mais investem em P&D no mundo investiram, em 2016, 1,3% da sua receita líquida em P&D, abaixo de todas as outras economias, e reduziu para 0,77% em 2019.

As taxas de crescimento dos investimentos em P&D dos países da UE e dos Estados Unidos também foram positivas para o período 2014-2019. No entanto, observa-se que, nesse período, a taxa para a UE foi de 4,5% ao ano (a.a.) e para os Estados Unidos foi de 6,5% a.a., desempenho superior ao observado no período 2016-2019, quando as taxas de crescimento foram de 3,5% a.a. e 5,2% a.a., respectivamente. A taxa de crescimento do investimento em P&D das empresas chinesas aumenta as taxas crescentes no período 2014-2019. No biênio 2014-2016, a taxa de crescimento do investimento em P&D das empresas foi de 20,5% a.a. No triênio 2016-2019, a taxa de crescimento dos dispêndios em P&D foi de 24,7% a.a. para as companhias da China. No Brasil, foi negativa em 13%.

TABELA 2

Características das 2.500 empresas que mais investem em P&D no mundo

		China	UE	Estados Unidos	Brasil
Número de empresas dentro das 2.500	2019	507 (20,3%)	551 (22,0%)	769 (30,8%)	6 (0,2%)
	2016	327 (13,1%)	590 (23,6%)	837 (33,5%)	8 (0,3%)
	2014	199 (8,0%)	633 (25,3%)	804 (32,2%)	-
Participação no P&D mundial (%)	2019	12	25	38	0,12
	2016	7	27	39	0,22
	2014	7	30	36	-
Taxa de crescimento do investimento em P&D (% a.a.)	2016-2019	24,7	3,5	5,2	-13
	2014-2016	20,5	4,5	6,5	-
Esforço tecnológico em P&D/receita líquida (%)	2019	3,4	3,4	6,6	0,77
	2016	2,5	3,2	5,8	1,31

Fonte: EU Industrial R&D Investment Scoreboard.

Elaboração do autor.

Obs.: Cálculos realizados pelo autor. Os cálculos para o Brasil foram feitos para as seis empresas que aparecem no *scoreboard* em 2019 (Vale, Embraer, Petrobras, Totvs, WEG e Braskem).

A tabela 3 lista as seis melhores companhias classificadas entre as 2.500 empresas da China, da UE, dos Estados Unidos e do Brasil. Os dados indicam que a escala de investimento em P&D das empresas líderes dos Estados Unidos é maior quando comparada com a dos demais grupos de países – é 3 vezes maior que a das chinesas e 1,5 vez maior que a das europeias. Cabe destaque a importância que as empresas de *software* e de tecnologia de comunicação e informação têm no desempenho e na escala

de P&D do mundo. Os números de P&D e RLV das líderes americanas também são superiores aos dos demais países da Europa e da China. No entanto, no segmento de *software* e de tecnologia de comunicação e informação, praticamente não há distância entre as empresas quando o indicador é intensidade de P&D em relação à RLV.

No caso brasileiro, a escala de investimento é substancialmente menor quando comparada com as seis empresas mais bem classificadas por nacionalidade entre as 2.500 que mais investem em P&D. Os investimentos em P&D são realizados em setores relativamente maduros do ponto de vista tecnológico, ou seja, onde a fronteira da tecnologia se desloca mais lentamente, como mineração e petróleo. Mesmo em setores de maior intensidade tecnológica, como o de *software*, a escala de investimento é menor, mas o esforço como proporção da RLV é semelhante ao das empresas líderes.

Para as firmas brasileiras, os indicadores de investimentos em P&D não são tão positivos. Apenas seis estão listadas entre as 2.500 que mais investem em P&D no período 2014-2019 – Vale, Embraer, Petrobras, Totvs, WEG e Braskem. Conforme mostrado nos dados da tabela 2, a participação em P&D mundial das empresas brasileiras, que era de 0,22% em 2016, passou para 0,12% em 2019; a taxa de crescimento dos investimentos em P&D no período 2016-2019 foi negativa no valor de 13%; e P&D como proporção da RLV diminuiu de 1,31% em 2016 para 0,77% em 2019.

TABELA 3

Seis empresas mais bem classificadas por país entre as 2.500 que mais investem em P&D no mundo

	Ranking mundial	Empresa	Setor (Nace)	P&D 2019 (€ milhões)	P&D 2018-2019 (%)	P&D/RLV (%)
China	5	Huawei	Hardware e equipamento de TI	12.739,6	12,9	13,9
	28	Alibaba	Software e serviços de TI	4.770,8	64,5	9,9
	53	Tencent	Software e serviços de TI	2.923,0	31,4	7,3
	71	SAIC Motor	Automobilístico	2.029,1	52,9	1,9
	72	CH Construction	Construção civil	2.027,8	28,5	1,3
	73	Baidu	Software e serviços de TI	2.010,0	21,8	15,4
UE	4	Volkswagen	Automobilístico	13.640,0	3,8	5,8
	10	Daimler	Automobilístico	9.041,0	4,4	5,4
	16	BMW	Automobilístico	6.890,0	12,8	7,1
	20	Robert Bosch	Automobilístico	6.189,0	4,3	7,9
	21	Siemens	Equipamentos elétricos e eletrônicos	5.909,0	6,7	7,1
	22	Sanofi	Farmacêutico e biotecnologia	5.890,0	8,1	17,1

(Continua)

(Continuação)

	Ranking mundial	Empresa	Setor (Nace)	P&D 2019 (€ milhões)	P&D 2018-2019 (%)	P&D/RLV (%)
Estados Unidos	1	Alphabet	Software e serviços de TI	18.270,7	30,3	15,3
	3	Microsoft	Software e serviços de TI	14.738,9	14,6	13,4
	6	Apple	Hardware e equipamento de TI	12.433,2	22,9	5,4
	7	Intel	Hardware e equipamento de TI	11.827,9	3,4	19,1
	9	Johnson & Johnson	Farmacêutico e biotecnologia	9.410,5	2,1	13,2
	11	Facebook	Software e serviços de TI	8.972,0	32,5	18,4
Brasil	397	Vale	Mineração	325,8	6,0	1,1
	477	Embraer	Aeroespacial e defesa	262,7	-32,5	6,2
	540	Petrobras	Petróleo e gás	217,5	-17,0	0,3
	1.150	Totvs	Software e serviços de TI	89,4	11,1	17,1
	1.391	WEG	Bens de capital	69,3	18,6	2,6
	1.943	Braskem	Químico	45,0	19,3	0,3

Fonte: EU Industrial R&D Investment Scoreboard.

Elaboração do autor.

Obs.: 1. Cálculos feitos pelo autor. Os cálculos para o Brasil foram realizados para as seis empresas que aparecem no *scoreboard* em 2019 (Vale, Embraer, Petrobras, Totvs, WEG e Braskem).

2. Nace – Statistical Classification of Economic Activities; TI – tecnologia da informação.

3 INVESTIMENTOS PÚBLICOS E PRIVADOS EM P&D

A participação do investimento público e privado no total de P&D realizado por uma economia é crítica para o compartilhamento de riscos tecnológicos associados ao desenvolvimento de novos produtos e processos. Nos países da fronteira tecnológica, a participação privada em P&D tem sido majoritária. Deve ser ressaltado que o ambiente de inovação, a capacitação da ciência e dos pesquisadores de universidades e a cooperação entre a produção de ciência e o desenvolvimento de novos produtos e processos são incentivos especiais para que as empresas aumentem seus dispêndios em P&D.

Os dados da tabela 4, da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), apontam que o setor privado lidera os investimentos em P&D. Em 2017, a escala de investimentos dos Estados Unidos foi superior à dos países da Europa e à da China. Os Estados Unidos investiram US\$ 548 bilhões em P&D, sendo que 62,5% foram realizados por empresas privadas e 23,1% pelo setor público. Na Europa, a participação do setor público em relação ao setor privado é semelhante. A Europa investiu US\$ 390 bilhões em P&D, sendo que 59,5% eram recursos privados e 29,9%, públicos. Na China, a participação do setor privado é ainda maior – 78,9% dos dispêndios em P&D

foram realizados pelo setor privado e 20,4% pelo setor público do total investido, US\$ 483,7 bilhões. Não há informações publicadas pela OCDE neste detalhe para o Brasil, mas as informações da Pintec/IBGE indicam que os investimentos totais em P&D das empresas foram de US\$ 8,32 bilhões, valor que representa aproximadamente 33,8% do total despendido em P&D no Brasil, sendo 66,2% dos investimentos oriundos do setor público.

TABELA 4
Dispêndios em P&D por fonte de recursos por país (2017)

	Total (US\$ milhões)	Setor governamental		Setor privado sem fins lucrativos		Setor privado		Setor de educação superior		Restante do mundo	
		%	US\$ milhões	%	US\$ milhões	%	US\$ milhões	%	US\$ milhões	%	US\$ milhões
Europa dos 15	390.394,8	29,9	116.901,5	1,6	6.091,8	59,5	232.393,5	1,2	4.741,4	7,8	30.266,6
Estados Unidos	548.984,0	23,1	126.642,0	3,7	20.560,0	62,5	342.997,0	3,6	19.723,0	7,1	39.064,0
China	483.779,5	20,4	98.862,3	0,0	1,1	78,9	381.704,6	-	-	0,7	3.211,4
Brasil	24.600,0	66,2	16,48	-	-	33,8	8.320,0	-	-	-	-
Mundo	2.303.693,3	25,7	592.765,7	1,6	36.375,9	65,2	1.501.843,4	2,0	47.211,3	5,4	125.497,0

Fonte: OECD.Stat.

Elaboração do autor.

Obs.: Dados para o Brasil foram estimados pelo autor a partir dos seguintes parâmetros: i) 1,2% do produto interno bruto (PIB) de 2017 em P&D; ii) Pintec/IBGE de 2017 para o setor privado; iii) o investimento em P&D para o setor de educação foi considerado integralmente como setor governamental; e iv) não foram levados em conta valores para setor sem fins lucrativos e restante do mundo.

Os indicadores de dispêndios em P&D mostram relativa semelhança entre os percentuais gastos pelos setores público e privado na Europa, na China e nos Estados Unidos. No caso da Europa e dos Estados Unidos, os investimentos privados são historicamente altos e há um relativo amadurecimento na estrutura de investimentos nestes locais. A China, entretanto, é que tem alterado de forma significativa a participação privada de P&D no total despendido em inovação. É evidente que a reestruturação patrimonial afetou significativamente este cenário, mas não é o único fator que justifica essa mudança. A reestruturação patrimonial poderia ter ocorrido e mesmo assim o setor público poderia continuar tendo a participação maior em P&D. Não foi isso que aconteceu, porque o aumento de investimento privado em P&D na China foi motivado pela atratividade do investimento, tendo em vista a capacidade de acumulação de conhecimento da ciência naquele país.

Há diversos estudos que apontam que as capacitações acumuladas na educação e produção científica são responsáveis pelo desenvolvimento tecnológico

recente da China. Verhoeven, Bakker e Veugelers (2016) argumentam por um mundo multipolar na produção científica e tecnológica e ressaltam a ambição da China de ser líder em setores intensivos em conhecimento e em ciência e inovação até 2050. As evidências dos autores ressaltaram que a China supera a UE em investimentos em P&D como parcela do seu PIB e também produz igual quantidade de publicações científicas com mais doutores em ciências naturais e engenharia que os Estados Unidos.

Nas últimas décadas, a UE esteve mais focada na troca de conhecimento em seu bloco econômico e perdeu posição relativa no mundo. A estratégia chinesa de enviar estudantes para as principais universidades americanas e de criar redes de conexões chinesas com os Estados Unidos ampliou e aumentou as possibilidades de a China se aproximar da fronteira tecnológica mundial, sem que isso alterasse a posição de liderança dos Estados Unidos na fronteira científica.

Os indicadores da NSF já mostravam que a China tinha produção científica relativamente pequena no início dos anos 2000 (NSF, 2016); em 2003, o país era responsável por 6,4% dos trabalhos publicados em artigos revisados por pares (*peer-reviewed journals*); uma década depois, era responsável por 18,2% da produção mundial de artigos científicos. Os Estados Unidos eram responsáveis por 18,8% e todos os países da UE, por 25,4%. Os dados da NSF indicam que a produção chinesa tem tido um crescimento anual de 18,9%, muito superior à da Europa, que tem sido de 4,9%, e à dos Estados Unidos, 7%.

OECD (2015) e European Union (2016) argumentam que a colaboração científica internacional permite aos cientistas envolvidos produzir pesquisa de melhor qualidade, mas essa não é a única evidência. A cooperação e o diálogo científico transbordam para a solução de problemas específicos e para o desenvolvimento de novos produtos e processos com mais facilidade.

Há uma relação de causalidade entre a produção científica e o desenvolvimento tecnológico dos países e seus investimentos em P&D. A produção científica chinesa tem extravasado para áreas tecnológicas, para inovação e empreendedorismo, o que tem causado crescimento econômico mais acelerado. As empresas se apoiaram no desenvolvimento científico dos pesquisadores chineses e da cooperação científica com o mundo para aumentar sua competitividade. Há evidências nesta direção principalmente quando se observam os dispêndios em P&D das empresas, as quais realizam a maior parte deste tipo de investimento no mundo.

O expressivo aumento da participação da China no número de empresas que mais investem em P&D e o incremento de sua participação em P&D mundial refletem a mudança no ambiente de inovação. Os dados do anuário de estatísticas de ciência e tecnologia (C&T) da China demonstram que os gastos do

governo em P&D cresceram 18,8% a.a., em média, entre 2002 e 2012 e que as despesas totais de P&D da China cresceram 22,6% a.a., em média. Como resultado, os gastos em P&D, como porcentagem do PIB, aumentaram de 0,83% em 2000 para 2,04% em 2014, antes mesmo de a China lançar seu robusto plano de investimento em P&D denominado Made in China (MIC 2025), em 2015. Em 2012, a escala de investimento chinesa em P&D já chegava a 20%, de acordo com os dados da OCDE.³

A NSF mostrou que, em 2011, a pesquisa básica como parcela das despesas brutas em P&D foi de 17,3% nos Estados Unidos e 25,3% na França – a pesquisa básica na China representou 4,7% do total dos gastos em P&D, de acordo com dados do NBS de 2014. Guan *et al.* (2006), Chen e Yuan (2007) e Yam *et al.* (2004) argumentavam que, no início dos anos 2000, os investimentos em C&T da China eram relativamente grandes, mas que a capacidade inovadora das empresas chinesas era considerada relativamente baixa. A explicação destes autores era que os investimentos em P&D representam uma parcela muito pequena da RLV quando comparados com os da maioria dos países desenvolvidos.

Os dados sistematizados por Liu *et al.* (2017) a partir do CSY/NBS de 2014 mostravam que, em 2013, apenas 14,8% das maiores empresas industriais declararam ter atividades de P&D. Os investimentos eram de apenas 0,8% em P&D como proporção da receita de vendas para estas empresas e de 1,7% para as de setores de alta tecnologia. O autor argumenta que a população das firmas da China é caracterizada por dois extremos: muitas firmas com dificuldades de competir em um mercado global, porque os custos e preços trabalhistas chineses estão aumentando na comparação internacional; e firmas que surgiram como atores-chave em P&D em todo o mundo.

4 CARACTERÍSTICAS DOS INVESTIMENTOS PRIVADOS EM P&D

As informações estatísticas dos investimentos empresariais em P&D da OCDE para 2017 evidenciam que a maior parte dos dispêndios em P&D das empresas no mundo é realizada em pessoal ocupado nas atividades de pesquisa e outros gastos correntes, conforme mostrado na tabela 5. O pessoal ocupado em P&D é responsável por 55,2% das despesas totais em P&D e 44,8% são relativos a outros custos correntes, como manutenção de laboratórios ou compras de reagentes. As despesas com máquinas e equipamentos representam 6,6% das despesas com P&D empresariais.

3. Disponível em: <<https://bit.ly/3wuz4Pr>>.

TABELA 5
Tipos de dispêndios em P&D empresarial por país (2017)

	Total		Despesas correntes				Despesas com capital fixo		
	US\$ milhões	%	Total		Despesa com pessoal ocupado em P&D		Outros custos correntes		
			US\$ milhões	%	US\$ milhões	%	US\$ milhões	%	
Europa dos 15	257.656,8	91,8	236.558,6	64,2	151.795,4	35,8	84.761,8	8,2	21.098,5
Estados Unidos	400.101,0	-	400.100,0	64,0	256.047,0	36,0	144.053,0	-	-
China	387.240,6	90,3	349.624,1	35,5	124.012,8	64,5	225.611,3	0,01	107,8
Brasil	8.320,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Total mundo	1.648.569,8	93,4	1.540.421,9	55,2	849.720,1	44,8	690.699,2	6,6	108.147,4

Fonte: OECD.Stat; e Pintec/IBGE.
Elaboração do autor.

Os dados da OCDE mostram que o padrão de investimentos em P&D na Europa é semelhante ao dos Estados Unidos. A maior parte da despesa corrente, aproximadamente 64%, é realizada com pessoal ocupado em P&D. As despesas com outras atividades correntes representam em torno de 36%. Não há informação sobre despesas de capital em P&D para os Estados Unidos, e para a China as despesas com capital fixo informadas são relativamente pequenas. Chama a atenção, entretanto, que um percentual relativamente alto das despesas correntes na China é relativo ao item outros custos correntes, ou seja, 64,5% dos custos correntes não estão relacionados à mão de obra. As despesas com pessoal ocupado em P&D representam 35,5% das despesas correntes.

Essas informações não estão disponíveis para o Brasil no detalhe que a OCDE divulga para outros países. Os dados do Banco Mundial indicam que o PIB brasileiro em 2017 teria sido de US\$ 2,054 trilhões. Considerando que, em 2017, o Brasil teria investido 1,2% do PIB em P&D, o valor total investido teria sido de aproximadamente US\$ 24,6 bilhões.⁴ Esse investimento levaria em conta os dispêndios públicos e privados. Os dispêndios privados, de acordo com a Pintec de 2017, foram de US\$ 8,32 bilhões, ou seja, representam 33,8% dos dispêndios totais em P&D do país.

Os investimentos públicos e privados brasileiros em P&D estão muito abaixo dos principais países no mundo, em especial aqueles mais produtivos, tendo

4. Segundo dados de 2018 do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTIC) para o Brasil em 2017, e ainda segundo esses dados do Banco Mundial, a Coreia investiu 4,58% do PIB em P&D; Israel, 4,55%; Japão, 3,2%; Alemanha, 3,04%; Estados Unidos, 2,8%; e China, 2,13%.

decrecido nos últimos anos. A participação do investimento privado em P&D como proporção do total investido é também muito menor que a de países líderes e representa menos da metade dos esforços que empresas chinesas realizam quando mensurada a participação privada em relação ao total e pouco mais da metade das americanas e europeias.

Para crescer de forma mais robusta e com maior competitividade internacional, nos próximos dez anos, o Brasil precisa investir, com qualidade, no mínimo 2% do seu PIB em P&D para emparelhar com o que é investido por economias mais competitivas. Para isso, o Brasil teria que investir anualmente, em média, US\$ 16,5 bilhões adicionais em pesquisa e no desenvolvimento de novos produtos e processos.

Investir em pessoas e tecnologia é a chave da mudança de trajetória tecnológica. É a chave para a mudança de rumo. O mercado e a competição entre as empresas são o motor da mudança. No mundo, o investimento em risco tecnológico é compartilhado de forma proporcional entre os setores público e privado. No Brasil não é diferente. As novas bases para a criação de uma economia do futuro dependem de iniciativa empresarial e de políticas públicas que estimulem as empresas líderes a ousarem cada vez mais, investindo em novas tecnologias ao mesmo tempo que apoiem o surgimento de novas empresas, mais ágeis e ousadas. Isso alimenta o ciclo da competição e impulsiona os ganhos de produtividade de que o Brasil precisa.

É fundamental que o Brasil melhore o ambiente de competição, aperfeiçoe a infraestrutura de produção, diminua a burocracia, mude regulamentos e aprimore o ambiente de investimento em inovação. O Brasil tem um núcleo tecnológico formado por empresas líderes que são capazes de acelerar o desenvolvimento de novos produtos e processos.

LIÇÕES DO SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO NOS ESTADOS UNIDOS

1 INTRODUÇÃO

Uma das grandes lições a serem extraídas do sistema de inovação dos Estados Unidos é que ele é relativamente mais descentralizado, quando comparado com o resto do mundo. A descentralização e a efetiva coordenação são características-chave do funcionamento do sistema. A coordenação mais relevante é feita diretamente pela Casa Branca e pelo Office of Science and Technology Policy (OSTP). Papel relevante também é exercido pelo conselheiro científico do presidente (*science advisor to the president*). Deve-se ressaltar que a inovação comercial propriamente dita no mercado dos Estados Unidos é impulsionada por uma agenda política de primeiro nível que está relacionada com temas de defesa, segurança interna, energia, saúde e poucas outras áreas específicas. A política de inovação dos Estados Unidos, em especial as atividades relativas ao desenvolvimento de novos produtos e processos comerciais, segue o princípio de que a inovação é realizada pelo setor privado.

Uma das características importantes da descentralização do sistema, quando comparado com o resto do mundo, é a existência de várias agências do governo federal e dos governos estaduais que atuam no sistema nacional de inovação do país. O setor privado tem um papel proeminente no desenvolvimento de novos produtos e processos e uma estreita parceria com universidades e organizações sem fins lucrativos. Além disso, a pesquisa básica possui alta qualidade e é patrocinada fortemente pelo governo federal e por agências governamentais – ela se orienta de forma não exclusiva para as aplicações de mercado. A atuação do governo federal dos Estados Unidos para apoiar a inovação também é feita por meio do desenvolvimento de infraestrutura e do ambiente regulatório dos mercados financeiro, comercial e de propriedade intelectual.

Segundo a American Association for the Advancement of Science (AAAC), o governo federal patrocina pesquisas básicas e aplicadas às necessidades das agências executivas em segmentos específicos, como P&D para a defesa. O setor de defesa contempla mais da metade de todos os investimentos federais em P&D. Shapira e Youtie (2010) sintetizam os diversos atores do governo, da academia, do setor privado e de organizações sem fins lucrativos que estão envolvidos no sistema de inovação dos Estados Unidos. Especialmente no nível federal, esses autores argumentam que o sistema de formulação de políticas de inovação é coordenado diretamente pela Casa Branca e pelo OSTP. As políticas formuladas, por sua vez,

coordenam as ações e iniciativas de escritórios executivos. Dirigido pelo conselheiro científico do presidente, o OSTP não apenas fornece consultoria sobre políticas de C&T, mas tem influência efetiva sobre os orçamentos interinstitucionais de P&D e sobre amplos problemas e oportunidades de inovação. O President's Council of Advisors on Science and Technology (PCAST) e o National Science and Technology Council (NTSC) fornecem conselhos sobre questões relacionadas à inovação. Na Casa Branca, o Office of Management and Budget (OMB) realiza revisões anuais do orçamento e avaliações de desempenho dos programas das agências ligadas a C&T.

A NSF incentiva as pesquisas básicas em diversos programas e possui ações específicas que são orientadas pelo setor industrial, como as ações relacionadas aos Engineering Research Centers e aos Industry-University Cooperative Research Centers. A NSF é uma fonte de informação estatística para a formulação de políticas de inovação. Nos setores de saúde e defesa, há fortes atuações relacionadas à comercialização e ao uso dual de inovação. Por isso, a pesquisa orientada por missões tem destaque em setores como esses, em que atuam os Institutos Nacionais de Saúde (National Institutes of Health) e o Departamento de Defesa (Department of Defense). Um exemplo também importante na governança da inovação é a Administração de Pequenos Negócios (Small Business Administration), que coordena uma relevante iniciativa federal de financiamento em apoio à inovação em pequenas e médias empresas, como os programas Small Business Innovation Research (SBIR) e Small Business Technology Transfer (STTR).

Cabe destaque também para os Federally Funded Research and Development Centers (FFRDCs), que são parcerias público-privadas que desenvolvem pesquisa para o governo dos Estados Unidos. O Department of Energy dos Estados Unidos possui a maior rede de laboratórios nacionais que é geograficamente distribuída e administrada pelo setor privado industrial, por instituições sem fins lucrativos e por universidades. As pesquisas na área de energia contam ainda com a Advanced Research Projects Agency-Energy (Arpa-E), uma agência do governo dos Estados Unidos encarregada de promover e financiar P&D de tecnologias avançadas de energia. Este modelo de agência foi inspirado na Defense Advanced Research Projects Agency (Darpa).

Faz décadas que a iniciativa privada tem o arrojo e a liderança em P&D dos Estados Unidos. Estudos realizados pelo Conselho Nacional de Ciências (National Science Board) há mais de uma década, em 2008, já mostravam que a indústria privada era responsável por mais de 70% de P&D dos Estados Unidos. A maior parte dos recursos para P&D do setor privado é investida especificamente no desenvolvimento de novos produtos e processos; uma parte pequena de P&D era investida em pesquisa básica. Além disso, a pesquisa aplicada dos

Estados Unidos conta com apenas 20% de recursos do setor privado e a básica tem menos de 4% desses recursos. Os investimentos em participações em empresas de base tecnológica também foram estudados e mapeados há mais de uma década – como reportou o *MoneyTree Report* em 2009, existia um setor grande e avançado de capital de risco disponível para apoiar *startups* de alta tecnologia. O tamanho do setor tem variado de acordo com os ciclos econômicos nos Estados Unidos.

Owen (2017) estudou o caso da liderança americana no segmento de biotecnologia e TI e argumentou que o ambiente de negócios americano, incluindo o papel do governo, contribuiu para a liderança tecnológica dos Estados Unidos. O autor indica que há necessidade de evitar a centralização excessiva na política de inovação. Os Estados Unidos se beneficiaram da existência de várias agências de financiamento com diferentes missões e prioridades. O autor evidencia, ainda, que o sucesso geralmente depende de múltiplas fontes de iniciativas de inovação, em especial nos segmentos em que a tecnologia avança rapidamente e em direções incertas. O estudo conclui que os contratos públicos devem ser voltados para o incentivo de novos participantes e que o governo deve procurar remover quaisquer restrições do sistema tributário e que limitam o acesso de empresas às fontes externas de financiamento. Ressalta-se também o papel empreendedor das universidades e seus escritórios de transferência de tecnologia para os negócios das empresas.

O estudo de Wolfe e Hepburn (2014) exemplifica a importância da coordenação de esforços do governo federal dos Estados Unidos com um caso recente de iniciativa descrita na The National Network for Manufacturing Innovation (NNMI). A iniciativa buscou criar uma infraestrutura de pesquisa de manufatura eficaz para a indústria e a academia dos Estados Unidos para resolver problemas relevantes da indústria (United States, 2013). A coordenação de esforços foi direcionada para que o acesso aos recursos de pesquisa, máquinas e equipamentos fosse necessário para trazer novas inovações ao mercado (Obama..., 2013). Neste caso, a NNMI consistiu na criação de Institutes for Manufacturing Innovation (IMIs), compostos por um consórcio de representantes da indústria, acadêmicos e governamentais, trabalhando em colaboração para alavancar a inovação na manufatura e acelerar a comercialização de bens e serviços.

OECD (2016) aponta que os Estados Unidos estão há muito tempo na vanguarda da ciência e da inovação. No entanto, o organismo sugere que a liderança dos Estados Unidos está se estreitando, apesar de suas universidades de classe mundial e empresas globais de tecnologia. O relatório indica que a promoção do crescimento sustentável tem sido uma estratégia dos Estados Unidos para o desenvolvimento de novas tecnologias e que questões relativas à transferência de informações geradas nos centros de pesquisa apoiados pelo governo federal são uma das enfrentadas pelo Project Open Data. Sobre os investimentos em

ciência e inovação, a OCDE argumenta que uma parcela significativa do PIB dos Estados Unidos é investida no ensino superior e que o país possui uma boa base de habilidades específicas, apesar de ter havido um declínio relativo de doutorados em ciências e engenharia nos últimos quinze anos. Ademais, o financiamento público a P&D diminuiu desde 2008, principalmente em razão de baixas nos orçamentos de defesa. Isso teria ocorrido apesar da ênfase ao apoio direto a P&D nas empresas e à inovação.

Deve ser ressaltado que a inovação comercial propriamente dita no mercado dos Estados Unidos é impulsionada por uma agenda política de primeiro nível que está relacionada com temas de defesa, segurança interna, energia, saúde e alguns outros. A política de inovação americana, o desenvolvimento de novos produtos e processos comerciais, segue o princípio de que a inovação é realizada pelo setor privado. Há um ambiente favorável no mercado de crédito e de financiamento para as atividades de inovação, e as isenções tributárias e as compras governamentais orientadas por missões impulsionam a agenda de inovação nas empresas. As universidades e os laboratórios do governo exercem papel fundamental na inovação, e o governo tem, ainda, o papel de facilitar as interações dentro do sistema. Os governos estaduais têm um papel relevante também em criar um ambiente de inovação.

A inovação empresarial abrange mais do que investimento empresarial em P&D. Há outros dispêndios das firmas em atividades de *design* de produto, inovações organizacionais, equipamentos, *software*, treinamento da mão de obra e *marketing*. No sistema de informações estatísticas dos Estados Unidos, não há estimativas de todos esses investimentos em inovação de suas companhias. As melhores informações são obtidas pela BRDIS, que tem uma estrutura metodológica capaz de coletar dados sobre o esforço de P&D das companhias e a categorização das inovações empresariais em produtos e processos.

2 CARACTERÍSTICAS DAS EMPRESAS INOVADORAS NOS ESTADOS UNIDOS

As características das empresas inovadoras nos Estados Unidos estão presentes nas estimativas da BRDIS.⁵ A BRDIS é a principal fonte de informação sobre as despesas domésticas e globais de P&D e da mão de obra envolvida no desenvolvimento de novos produtos e processos nas companhias que operam no país. A *survey* é conduzida pelo CB em cooperação com o Centro Nacional de Estatísticas de Ciência e Engenharia (National Center for Science and Engineering Statistics – NCSES) e com a NSF.

5. A fonte dos dados da BRDIS é originária da NCSES, da NSF e do CB. A última fonte disponível contém dados para 2016.

De acordo com as Detailed Statistical Tables da NSF de 2018, os resultados da pesquisa são usados para avaliar tendências no desempenho e financiamento de P&D, formular políticas tributárias e comparar o desempenho individual de uma empresa com as médias do seu setor. A população-alvo da BRDIS são todas as empresas com fins lucrativos que possuem cinco ou mais funcionários remunerados nos Estados Unidos com pelo menos um estabelecimento em atividade durante o ano da pesquisa. A amostra é classificada em setores da indústria de transformação e outros segmentos, com foco especial nas companhias que realizam P&D nos Estados Unidos.

Segundo a BRDIS, do ponto de vista do interesse estatístico para caracterizar o processo de inovação na economia, havia 1,3 milhão de empresas com fins lucrativos na indústria de transformação e em outros setores produtivos selecionados⁶ na economia dos Estados Unidos. Os dados indicam que as companhias investiram US\$ 374,7 bilhões em P&D nesse país. A maior parte deste investimento, 82,79%, foi realizada pelas companhias com financiamento de fontes próprias, US\$ 317,7 bilhões. Entre as outras fontes de financiamento para atividades de P&D, destaca-se que o governo federal dos Estados Unidos financiou US\$ 23,77 bilhões, 6,34% do total. Essas empresas financiam também suas atividades de P&D com recursos de outras fontes, públicas ou privadas, que representaram US\$ 33,1 bilhões – 8,85% do total investido, conforme dados apresentados na tabela 6.

As pequenas e médias empresas, aquelas que empregam de 5 a 999 funcionários no mercado doméstico dos Estados Unidos, investiram 14,26% do total de P&D. As maiores companhias, que possuem mais de 1 mil funcionários, são responsáveis por 81,8% de P&D no mercado americano. Entre as maiores firmas, podem ser destacadas as que têm mais de 25 mil empregados, pois essas são responsáveis por 36,45% do total investido em P&D no mercado dos Estados Unidos.

Os indicadores de investimento em P&D das empresas do mercado dos Estados Unidos demonstram que a maior parte dos recursos é de fontes próprias das empresas, e eles são realizados pelas de grande porte. Os recursos de P&D do governo federal são investidos em segmentos específicos, em particular para as aquisições de P&D em defesa. Deve ser ressaltado que não estão incluídos nestes dados os incentivos fiscais destinados às atividades de P&D.

6. A Naics considera *manufacturing industries* as empresas classificadas nos capítulos 31-33 e *non-manufacturing industries* as classificadas nos capítulos 21-23 e 42-81. Neste trabalho, as *manufacturing industries* são denominadas de indústria de transformação e as *non-manufacturing industries* são denominadas de outros setores, o que inclui indústria extrativa mineral e outros segmentos de produção, inclusive serviços, de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) do Brasil.

TABELA 6
Estados Unidos: dispêndios em P&D empresarial, por fonte e tamanho da empresa (2016)

	US\$ milhões	%
Total de P&D (todas as fontes)	374.685	100,00
Fonte dos fundos		
Pago pela empresa	317.731	82,79
Pago por outros	56.954	15,20
Pago pelo governo federal	23.772	-
Pago por outros	33.182	-
Total de P&D (todas as empresas)	374.685	100,00
Pequenas empresas		
5-19	6.539	1,74
20-49	9.662	2,58
50-99	9.298	2,48
100-249	14.875	3,97
250-499	13.092	3,49
Médias e grandes empresas		
500-999	14.450	3,86
1.000-4.999	63.971	17,07
5.000-9.999	40.633	10,84
10.000-24.999	65.594	17,51
25.000 ou mais	136.571	36,45

Fonte: NSF; NCSSES; e BRDIS/CB.
 Elaboração do autor.

A tabela 7 detalha os investimentos em P&D por segmento industrial e por fonte dos recursos. Pode-se observar que a maior parte desses investimentos no mercado dos Estados Unidos é realizada pela indústria de transformação. Essa indústria é responsável por 66,9% do total investido em P&D, US\$ 250,55 bilhões. A indústria farmacêutica lidera os investimentos totais, com US\$ 64,62 bilhões anuais investidos. Cabe destaque também para a indústria eletrônica, que investiu US\$ 77,38 bilhões, seguida da indústria de transporte, do segmento de automóveis e partes, a qual investiu US\$ 22,04 bilhões, e da produção relacionada ao segmento aeroespacial, com US\$ 26,64 bilhões.

As empresas americanas contratam P&D em cooperação com outras empresas e com os seus próprios recursos. O total investido em P&D com recursos próprios foi de US\$ 317,7 bilhões. Os dados do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (Bird) de 2014 indicavam que 11,58% foram investidos em cooperação com outras empresas – o segmento da indústria

farmacêutica liderava o P&D cooperativo. Do total investido em P&D na produção de fármacos, 33,72% foram investidos em cooperação com outras empresas. O percentual de P&D cooperativo com outras companhias era também relativamente mais alto nos segmentos de automóveis, 13,95%, e de produção de equipamentos aeroespaciais e suas partes, 12,75%.

A maior parte do financiamento do governo federal é proveniente do Departamento de Defesa. O financiamento governamental totalizou US\$ 12,9 bilhões e é especialmente direcionado para produtos e peças aeroespaciais, responsáveis por mais de 50% do total de recursos investidos pelo governo. A fonte do governo federal foi responsável por US\$ 4,49 bilhões de investimentos em P&D no segmento de serviços científicos e técnicos profissionais. Computadores e produtos eletrônicos foram o terceiro segmento de produção que mais financiou suas atividades de P&D com fontes do governo federal dos Estados Unidos, recebendo US\$ 4,41 bilhões em fundos para isso.

TABELA 7

Estados Unidos: dispêndios em P&D empresarial, por setor (2016)

(Em US\$ milhões)

Indústria (código Naics)	Total de P&D	Pagos pela empresa	Pagos por outros				
			Total	Federais	Domésticas	Estrangeiras	Outras organizações
Total (21-33, 42-81)	374.685	317.731	56.954	23.772	14.239	17.692	1.251
Indústria de transformação (31-33)	250.553	211.660	38.893	19.217	4.812	14.194	670
Química (325)	73.575	64.165	9.410	212	1.484	7.605	109
Farmacêutica (3254)	64.628	55.983	8.644	147	1.414	6.976	107
Outras (325)	8.947	8.182	766	65	70	629	2
Bens de capital (333)	12.585	11.699	886	152	159	545	30
Computador e produtos eletrônicos (334)	77.385	68.515	8.869	4.410	1.272	3.059	128
Equipamentos elétricos (335)	4.771	4.302	469	46	9	393	21
Equipamentos de transporte (336)	51.275	32.905	18.371	14.325	1.587	2.104	355
Automobilística (3361-3363)	22.042	19.293	2.749	-	-	2.031	-
Aeroespacial (3364)	26.645	12.272	14.373	12.904	1.110	-	-
Outras (336)	2.588	1.340	1.249	-	-	-	-
<i>Manufacturing nec – outras (31-33)</i>	30.962	30.074	888	72	301	488	27
<i>Non-manufacturing industries (21-23, 42-81)</i>	124.132	106.071	18.061	4.555	9.427	3.498	581
Informação (51)	70.748	70.075	674	25	142	503	4
Software (5112)	33.495	33.098	397	7	50	341	0
Outras (51)	37.253	36.977	277	18	92	162	4

(Continua)

(Continuação)

Indústria (código Naics)	Total de P&D	Pagos pela empresa	Pagos por outros				
			Total	Federais	Domésticas	Estrangeiras	Outras organizações
Finanças e seguros (52)	7.331	7.237	94	0	-	8	86
Serviços científicos e técnicos profissionais (54)	37.595	20.845	16.750	4.496	9.174	2.619	461
<i>Design</i> de computação (5415)	15.747	13.255	2.492	583	432	1.434	43
Serviços de P&D (5417)	14.842	2.811	12.031	2.675	8.374	863	119
Outras (54)	7.006	4.779	2.227	1.238	368	322	299
<i>Non-manufacturing nec</i> – outras (21-23, 42-81)	8.458	7.914	543	34	111	368	30

Fonte: NSF; NCSES; e BRDIS/CB.
Elaboração do autor.

As vendas líquidas internas de produtos e serviços das empresas analisadas pela BRDIS dos Estados Unidos chegaram a US\$ 9,18 trilhões em 2016. As firmas norte-americanas lideram os dispêndios em P&D no mundo. Os dispêndios em P&D como proporção das vendas líquidas domésticas neste período foram de 4,1%. Na indústria de transformação, a intensidade de P&D foi de 4,6%, superior aos demais setores industriais, com 3,3% das receitas líquidas de vendas. Entre os diversos segmentos da indústria transformação, os maiores níveis de intensidade de P&D estão no setor de produtos farmacêuticos e medicamentos, que investiram em P&D 11,2% da sua RLV. Os segmentos de computadores e demais produtos eletrônicos apresentaram intensidade de P&D de 9,8%. O terceiro segmento da indústria de transformação que apresenta a intensidade de P&D mais alta é o de produção de produtos e peças aeroespaciais, com 7,9%.

Há segmentos industriais que não fazem parte da indústria de transformação, mas que apresentam indicadores mais altos de intensidade de P&D. As indústrias com altos níveis de intensidade de P&D neste segmento foram as de serviços científicos de pesquisa, com 22,3%, e de editores de *software*, que investiram 8,5% da RLV em P&D.

As empresas que realizaram ou financiaram P&D empregaram 19,3 milhões de pessoas nos Estados Unidos, conforme dados da tabela 8. Aproximadamente 1,5 milhão, ou seja, 7,9% do total, eram funcionários de P&D. Mais da metade dos funcionários ocupados em P&D estava empregada nas empresas da indústria de transformação nos Estados Unidos. A indústria farmacêutica ocupava 123 mil empregados diretamente em P&D, o que representava 21,9% do total de pessoal ocupado neste setor industrial. Outros segmentos com altos níveis de intensidade de P&D também têm um grande número de pessoal ocupado na área. No segmento de computadores e produtos eletrônicos em geral, 19,8% da mão

de obra ocupada é empregada nas atividades de P&D – são 264 mil pessoas. Nas demais atividades industriais, não vinculadas à indústria manufatureira, o segmento de produção de *software* ocupava 142 mil pessoas em atividades de P&D, o que representava 22,5% do total de mão de obra ocupada neste setor.

TABELA 8
Intensidade de P&D e total de empregados em P&D, por setor e tamanho da empresa (2016)

Indústria (código Naics)	Intensidade de P&D: P&D/receita líquida (%)	Empregados		
		Total (1 mil)	P&D (1 mil)	P&D (%)
Todas as indústrias (21-33, 42-81)	4,1	19.293	1.522	7,9
Indústria de transformação (31-33)	4,6	9.879	912	9,2
Química (325)	7,1	1.257	173	13,8
Farmacêutica (3254)	11,2	562	123	21,9
Outras (325)	1,9	695	50	7,2
Bens de capital (333)	4,2	824	78	9,5
Computadores e produtos eletrônicos (334)	9,8	1.336	264	19,8
Equipamentos elétricos (335)	3,2	306	28	9,2
Equipamentos de transporte (336)	4,0	1.953	168	8,6
Automobilística (3361-3363)	2,5	1.088	92	8,5
Aeroespacial (3364)	7,9	643	61	9,5
Outras (336)	3,9	222	15	6,8
<i>Manufacturing nec</i> – outras (31-33)	1,7	4.203	201	4,8
<i>Non-manufacturing industries</i> (21-23, 42-81)	3,3	9.414	610	6,5
Informação (51)	6,6	1.832	277	15,1
<i>Software</i> (5112)	8,5	630	142	22,5
Outras (51)	5,6	1.202	135	11,2
Finanças e seguro (52)	1,0	1.114	37	3,3
Serviços científicos e técnicos profissionais (54)	8,9	1.373	240	17,5
<i>Design</i> de computação (5415)	9,0	480	92	19,2
Serviços de P&D (5417)	22,3	264	79	29,9
Outras (54)	3,9	629	69	11,0
<i>Non-manufacturing nec</i> – outras (21-23, 42-81)	0,5	5.095	56	1,1
Tamanho da empresa (número de empregados no país)				
Microempresas				
5-9	23,3	34	15	44,1
Pequenas empresas				
10-19	19,2	111	37	33,3
20-49	9,7	323	75	23,2

(Continua)

(Continuação)

Indústria (código Naics)	Intensidade de P&D: P&D/receita líquida (%)	Empregados		
		Total (1 mil)	P&D (1 mil)	P&D (%)
Tamanho da empresa (número de empregados no país)				
Médias empresas				
50-99	8,2	413	69	16,7
100-249	5,5	764	101	13,2
Grandes empresas				
250-499	4,7	700	75	10,7
500-999	4,4	739	74	10,0
1.000-4.999	5,2	2.583	278	10,8
5.000-9.999	4,1	1.859	159	8,6
10.000-24.999	3,9	2.898	243	8,4
25.000 ou mais	3,3	8.869	395	4,5

Fonte: NSF; NCSES; e BRDIS/CB.
Elaboração do autor.

A tabela 9 mostra que 15,4% introduziram uma ou mais inovações de produtos ou processos em 2012-2014. Neste mesmo período, 9,4% das empresas introduziram uma ou mais inovações de produtos e 11,7%, uma ou mais de processos. É possível observar que as taxas de inovação têm sido estruturalmente semelhantes àquelas que ocorreram nos triênios anteriores. No período 2009-2011, 14% das empresas introduziram uma ou mais inovações de produtos ou processo, sendo 9% de inovação de produto e 10% de inovação de processo. De acordo com os procedimentos internacionais de coleta de informações sobre companhias inovadoras, não são considerados os números das inovações de produtos e processos de forma aditiva, ou seja, as empresas que indicam inovações em produtos também podem ter inovações em processos e vice-versa.

Os dados da pesquisa sobre empresas inovadoras fornecem uma visão atualizada da incidência de inovação por firmas localizadas nos Estados Unidos, em especial porque a pesquisa é representativa para cerca de 1,3 milhão de organizações com fins lucrativos, públicas ou privadas, com cinco ou mais funcionários ativos nos Estados Unidos no ano de referência. No setor da indústria de transformação, existem aproximadamente 104.217 dessas firmas, ou seja, 8% do total está neste segmento. A maioria, 1,1 milhão de empresas, 92% do total, estava em setores de produção diferentes da indústria de transformação, ou seja, em segmentos como os de serviços. Os dados da pesquisa referem-se a inovações de produtos, um ou mais bens ou serviços novos ou significativamente aprimorados, ou inovações de processos em que são considerados um ou mais métodos novos ou significativamente aprimorados de manufatura ou produção, atividades de logística, entrega ou distribuição ou atividades de suporte.

No caso da indústria de transformação, 32% das empresas nos Estados Unidos lançaram produtos ou processos novos ou significativamente aprimorados no mercado. Para este segmento industrial, 23% lançaram inovações de produtos e 24%, inovações de processos. Essas taxas são mais que o dobro da média para o total de aproximadamente 1,3 milhão de empresas do mercado dos Estados Unidos. As taxas mais altas de inovação são encontradas nas companhias de produtos de informática e eletrônicos, equipamentos elétricos, eletrodomésticos e componentes em geral. Os subsetores de produtos químicos, máquinas e equipamentos de transporte apresentaram também taxas de inovação mais altas. Geralmente, em quase todos os segmentos da indústria de transformação, a taxa de inovação de produto é mais elevada por conta do lançamento de novos bens, não de novos serviços. As menores taxas de inovação estão nos segmentos de produtos de madeira, suporte de impressão e afins, produtos minerais não metálicos e metais primários.

A taxa de inovação é significativamente menor nas empresas que não são da indústria de transformação. Nestas indústrias, 14% das companhias inovaram no período de referência, sendo que 8% foram inovadoras de produto e 11% lançaram novos processos. Alguns segmentos industriais possuem taxas de inovação relativamente altas, como o setor de informação, em especial os desenvolvedores de *software*, e o subsetor de processamento de dados, hospedagem e serviços relacionados. As taxas de inovação são também relativamente mais altas nos segmentos de projetos e sistemas de computador e serviços relacionados e serviços científicos, principalmente os relacionados às atividades de P&D.

TABELA 9

Empresas que introduziram produtos novos ou significativamente aprimorados, por setor, proporções e tamanho

Empresas	Produtos ou processos novos ou significativamente aprimorados		Qualquer bem ou serviço		Qualquer processo		
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	
Todas as indústrias	1.273.330 (100%)	196.623 (15,4%)	1.076.707 (84,6%)	118.894 (9,4%)	1.148.088 (90,6%)	146.910 (11,7%)	1.112.354 (88,3%)
Indústria de transformação	104.217 (100%)	33.391 (32,0%)	70.826 (68,0%)	23.793 (23,0%)	79.724 (77,0%)	24.985 (24,2%)	78.382 (75,8%)
Outros setores	1.169.113 (100%)	163.232 (14,0%)	1.005.881 (86,0%)	95.102 (8,2%)	1.068.364 (91,8%)	121.925 (10,5%)	1.033.972 (89,5%)

Fonte: NSF; NCSES; e BRDIS/CB, 2014.
Elaboração do autor.

Há diferenças importantes no mercado dos Estados Unidos quando são comparadas as inovações das empresas entre os segmentos da indústria de transformação e os outros setores de produção. Uma destas diferenças diz respeito às organizações que realizam atividades de P&D e as que não realizam atividades de

P&D. O número absoluto das que realizam inovações tecnológicas de produtos ou de processos é maior nos setores que não pertencem à indústria de transformação, especialmente nas empresas que executam atividades de P&D. A maior parte do total de aproximadamente 1,3 milhão de firmas é de setores não classificados como indústria de transformação e que não realizam atividade de P&D. Não apenas as taxas de inovação geralmente são mais altas para companhias da indústria de transformação ativas em P&D, quando comparadas com as outras não ativas, como as inovações na indústria de transformação são mais intensivas em atividades que buscam conhecimento novo para inovação.

A tabela 10 exemplifica os dados relativos às atividades de P&D das empresas dos Estados Unidos. De 1,3 milhão de empresas, 53.473 realizaram atividades de P&D internas ou externas. A taxa de inovação das que realizaram esforços de pesquisa é relativamente alta, pois 69,5% relataram inovações de produtos ou processos no triênio, sendo 58,2% de inovações de produtos e 48,6% de inovações de processos.

Quando são observados os dados agregados das empresas da indústria de transformação e de outros segmentos de produção, a proporção de organizações sem nenhuma atividade de P&D é também relativamente alta – 96%. Para estas empresas, a taxa de inovação foi muito menor, quando comparada com a das companhias que realizaram P&D, e foi estimada em apenas 13,1% para inovações de produtos ou processos, 7,2% para inovações de produtos e 10,0% para inovações de processos.

As empresas com atividade de P&D no mercado dos Estados Unidos – aquelas que realizam essas atividades diretamente ou que contratam outras empresas ou equipes para isso – apresentam taxas de inovação muito mais altas que as das firmas sem atividade de P&D. A maior parte das companhias que não são da indústria de transformação não realiza atividades de P&D.

A maior parte das organizações que investiram em P&D realizou dispêndios de menos de US\$ 10 milhões a.a. – 51.461 empresas investiram menos de US\$ 10 milhões em P&D, 1.366 investiram entre US\$ 10 milhões e US\$ 50 milhões e 261 investiram na faixa de US\$ 50 milhões a US\$ 100 milhões. Apenas 386 investiram mais de US\$ 100 milhões em P&D. As atividades de P&D têm um grande efeito na taxa de inovação, mesmo para as companhias que investem pouco na área – 69,8% das empresas com menos de US\$ 10 milhões em atividades de P&D relataram inovações em produtos ou processos. Este percentual é muito parecido com as demais faixas de dispêndios em P&D, sendo que 68,1% das organizações com mais de US\$ 100 milhões em atividades de P&D relataram inovações. Os investimentos em P&D em grande escala são feitos por poucas empresas na indústria de transformação.

TABELA 10
Estados Unidos: empresas inovadoras, por faixa de tamanho de dispêndio em P&D

Tipos de empresa	Produtos ou processos novos ou significativamente aprimorados			Qualquer bem ou serviço			Qualquer processo		
	Empresas	Sim	Não	Empresas	Sim	Não	Empresas	Sim	Não
Todas as empresas	1.273.330 (100%)	196.623 (15,4%)	1.076.707 (84,6%)	1.266.982 (100%)	118.894 (9,4%)	1.148.088 (90,6%)	1.259.264 (100%)	146.910 (11,7%)	1.112.354 (88,3%)
Atividade de P&D	53.473 (100%)	37.149 (69,5%)	16.324 (30,5%)	53.048 (100%)	30.891 (58,2%)	22.157 (41,8%)	53.225 (100%)	25.869 (48,6%)	27.356 (51,4%)
< US\$ 10 milhões	51.461 (100%)	35.915 (69,8%)	15.546 (30,2%)	51.042 (100%)	29.756 (58,3%)	21.286 (41,7%)	51.243 (100%)	25.123 (49,0%)	26.119 (51,0%)
≥ US\$ 10 milhões a < US\$50 milhões	1.366 (100%)	797 (58,4%)	569 (41,6%)	1.361 (100%)	719 (52,9%)	641 (41,1%)	1.353 (100%)	461 (34,1%)	892 (65,9%)
≥ US\$ 50 milhões a < US\$100 milhões	261 (100%)	175 (67,0%)	86 (33,0%)	260 (100%)	168 (64,6%)	92 (35,4%)	259 (100%)	127 (49,0%)	132 (51,0%)
≥ US\$ 100 milhões	386 (100%)	263 (68,1%)	123 (31,9%)	386 (100%)	248 (64,2%)	138 (35,8%)	371 (100%)	158 (42,6%)	213 (57,4%)
Sem atividade de P&D	1.219.857 (100%)	159.474 (13,1%)	1.060.383 (86,9%)	1.213.934 (100%)	88.003 (7,2%)	1.125.931 (92,8%)	1.206.039 (100%)	121.042 (10,0%)	1.084.997 (90,0%)

Fonte: NSF; NCSES; e BRDIS/CB, 2014.
Elaboração do autor.

O grau de novidade nas inovações de produtos também é diferente entre a indústria de transformação e os demais segmentos de produção nos Estados Unidos. A novidade na inovação de produto reflete se estes são novos no mercado ou novos apenas na organização. No país norte-americano, 9,4% de todas as empresas indicaram inovações em produtos, sendo que, entre essas empresas, 58% introduziram inovações de produtos que são novos no mercado da empresa e 65% introduziram inovações de produtos que são novos apenas para a empresa, conforme dados da tabela 11.

As estatísticas referentes ao grau de novidade levam em conta o número de empresas que são baseadas apenas nos Estados Unidos e que respondem sim ao menos um dos itens ou não a ambos os itens da pesquisa relacionados a produtos novos ou significativamente aprimorados. Portanto, as estatísticas não levam em conta se a empresa realizou atividades de P&D.

No setor da indústria de transformação, a taxa de inovação é significativamente maior que no setor não manufatureiro. Nas indústrias de transformação, 23,0% das firmas relataram inovações em produtos e 66,1% dessas firmas disseram que seus produtos eram novos no mercado. Além disso, 69,7% relataram inovações em produtos como novos apenas para a empresa. Nos outros segmentos, a taxa de inovação era muito menor. Apenas 8,2% das organizações relataram inovações em produtos, e os percentuais relativos ao grau de novidade foram também inferiores,

ou seja, 56,1% relataram para novos no mercado e 64,3% declararam que os produtos eram novos apenas para a empresa, conforme indicado na tabela 11.

TABELA 11
Estados Unidos: empresas inovadoras, por setor

Indústrias	Produtos novos ou significativamente aprimorados			Novos no mercado da empresa			Novos apenas para empresa		
	Empresas	Sim	Não	Empresas	Sim	Não	Empresas	Sim	Não
Todas as indústrias	1.266.982 (100%)	118.894 (9,4%)	1.148.088 (90,6%)	118.894 (100%)	69.109 (58,1%)	49.791 (41,9%)	118.894 (100%)	77.763 (65,4%)	41.136 (34,6%)
Indústria de transformação	103.517 (100%)	23.793 (23,0%)	79.724 (77,0%)	23.793 (100%)	15.716 (66,1%)	8.080 (34,0%)	23.793 (100%)	16.581 (69,7%)	7.214 (30,3%)
Outros setores	1.163.466 (100%)	95.102 (8,2%)	1.068.364 (91,8%)	95.102 (100%)	53.393 (56,1%)	41.711 (43,9%)	95.102 (100%)	61.181 (64,3%)	33.922 (35,7%)

Fonte: NSF; NCSSES; e BRDIS/CB, 2014.
Elaboração do autor.

A maior parte do total de 1,3 milhão de empresas do segmento da indústria de transformação e dos outros setores de produção da economia dos Estados Unidos tem entre 5 e 499 funcionários, conforme pode ser observado nos dados da tabela 12. A incidência geral de inovação de produto ou processo para essas empresas pequenas é de 15%, sendo 9% de inovação de produto e 12% de inovação de processo.

TABELA 12
Estados Unidos: empresas inovadoras, por tamanho

Tamanho das empresas		Produtos ou processos novos ou significativamente aprimorados		Qualquer bem ou serviço		Qualquer processo	
		Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
Total de empresas	1.273.330 (100%)	196.623 (15,4%)	1.076.707 (84,6%)	118.894 (9,4%)	1.148.088 (90,6%)	146.910 (11,7%)	1.112.354 (88,3%)
Pequenas							
5-499	1.263.029 (100%)	194.201 (15,4%)	1.068.828 (84,6%)	117.212 (9,3%)	1.139.479 (90,7%)	145.001 (11,6%)	1.104.246 (88,4%)
5-99	1.210.710 (100%)	184.337 (15,2%)	1.026.373 (84,8%)	111.059 (9,2%)	1.093.580 (90,8%)	137.875 (11,5%)	1.059.519 (88,5%)
5-49	1.133.128 (100%)	169.508 (15,0%)	963.619 (85,0%)	101.811 (9,0%)	1.025.889 (91,0%)	126.315 (11,3%)	994.318 (88,7%)
5-9	495.222 (100%)	66.263 (13,4%)	428.959 (86,6%)	39.019 (7,9%)	453.218 (92,1%)	50.248 (10,3%)	439.410 (88,7%)
10-24	463.289 (100%)	72.785 (15,7%)	390.503 (84,3%)	43.223 (9,4%)	418.087 (90,%)	54.520 (11,9%)	403.852 (88,1%)
25-49	174.616 (100%)	30.460 (17,4%)	144.156 (82,6%)	19.569 (11,2%)	154.583 (88,8%)	21.547 (12,5%)	151.056 (87,5%)
50-99	77.583 (100%)	14.829 (19,1%)	62.754 (80,9%)	9.248 (12,0%)	67.691 (88,0%)	11.560 (15,1%)	65.201 (84,9%)
100-249	41.903 (100%)	7.412 (17,7%)	34.491 (82,3%)	4.142 (9,9%)	37.513 (90,1%)	5.541 (13,4%)	35.941 (86,6%)
250-499	10.415 (100%)	2.452 (23,5%)	7.963 (76,5%)	2.011 (19,3%)	8.385 (80,7%)	1.585 (15,3%)	8.786 (84,7%)
Médias e grandes							
500-999	4.995 (100%)	1.057 (21,2%)	3.937 (78,8%)	649 (13,0%)	4.343 (87,0%)	871 (18,4%)	3.867 (81,6%)
1.000-4.999	4.218 (100%)	934 (22,1%)	3.285 (77,9%)	646 (15,3%)	3.567 (84,7%)	726 (17,3%)	3.474 (82,7%)
5.000-9.999	380 (100%)	136 (35,9%)	244 (64,1%)	119 (31,5%)	260 (68,5%)	108 (28,6%)	270 (71,4%)
10.000-24.999	522 (100%)	226 (43,4%)	295 (56,6%)	206 (39,5%)	315 (60,5%)	145 (28,1%)	372 (71,9%)
25.000 ou mais	186 (100%)	68 (36,6%)	118 (63,4%)	62 (33,3%)	124 (66,7%)	58 (31,8%)	125 (68,2%)

Fonte: NSF; NCSES; e BRDIS/CB, 2014.
Elaboração do autor.

O número de médias e grandes empresas, que têm 500 ou mais pessoas ocupadas, totaliza 10.301, o que representa 0,8%. As maiores taxas de inovação são encontradas nas organizações acima de 5.000 pessoas ocupadas. As firmas que estão classificadas na faixa de 5.000 a 9.999 empregados têm a taxa de inovação de produto ou processo de 35,9%, sendo que 31,5% inovaram em produtos e 28,6% inovaram em processos. Taxas de inovação semelhantes são também encontradas nas empresas que possuem entre 10.000 e 24.999 pessoas

ocupadas, uma vez que 43,4% inovaram em produtos ou processo, sendo que 39,5% inovaram em produtos e 28,1%, em processos. Companhias com mais de 25.000 funcionários declararam uma taxa geral de inovação de produto ou processo de 37%, sendo 33% de inovações de produtos e 32% de inovações de processos.

3 ESTADOS UNIDOS E COMPARAÇÕES INTERNACIONAIS

Desde meados da década de 1990, os países-membros da UE sistematizam as informações sobre inovações tecnológicas nas empresas e divulgam essas informações na CIS. As perguntas do CIS são baseadas no *Manual de Oslo*, desenvolvido pela OCDE e pela Eurostat. A partir de 2008, os Estados Unidos inseriram perguntas sobre as realizações de inovação das empresas na BRDIS. O Brasil segue os critérios e procedimentos estabelecidos no *Manual de Oslo* desde o lançamento da primeira edição da Pintec em 2000.

Na estrutura do *Manual de Oslo*, “*innovation is the implementation of a new or significantly improved product (good or service), or process, a new marketing method, or a new organizational method in business practices, workplace organization or external relations*” (OECD e Eurostat, 2005, p. 46). Ressalta-se ainda que “*the minimum requirement for an innovation is that the product, process, marketing method or organizational method must be new or significantly improved to the firm. This includes products, processes, and methods that firms are the first to develop and those that have been adopted from other firms or organisations*” (*idem, ibidem*).

Do ponto de vista da definição de inovação tecnológica de produto e de processo, as *surveys* de inovação tecnológica no Brasil, na UE e nos Estados Unidos são comparáveis. No entanto, a pesquisa realizada nos Estados Unidos é direcionada para caracterizar e quantificar os investimentos de P&D e a mão de obra ocupada em P&D nas empresas. A BRDIS é uma pesquisa amostral, projetada para coletar uma ampla gama de dados sobre atividades específicas de P&D e mais recentemente de implementação de inovação nas empresas Estados Unidos. As demais atividades de inovação tecnológica que estão quantificadas na CIS da UE não estão presentes na *survey* dos Estados Unidos. O Brasil segue procedimentos metodológicos mais similares aos procedimentos europeus. Ressalta-se também que esses indicadores são difíceis de serem coletados e muitos questionários são aplicados diretamente de forma presencial nas empresas. Isso torna os procedimentos de coleta relativamente caros e há necessidade de treinamento de equipe qualificada para coleta de dados.

Os procedimentos de coleta e o tipo de informação necessário sobre as mudanças tecnológicas nas empresas, informações que devem refletir de forma mais estrutural essa dinâmica tecnológica, explicam por que as informações das *surveys* são

divulgadas com uma relativa defasagem temporal, quando comparadas com o tempo médio e a periodicidade da maior parte dos indicadores econômicos. Para exemplificar, as informações divulgadas pelo Bird no segundo semestre de 2019 dizem respeito aos dados de 2016. Até o início de 2019, só havia informações sobre a inovação nos Estados Unidos até 2014. A mesma situação ocorre com o Brasil, pois só em 2020 teremos informações sobre as inovações em 2016. Situação semelhante ocorre com relação aos dados da maior parte dos países europeus presentes na CIS.

É possível comparar as informações das *surveys* de inovação tecnológica de vários países, mas é preciso qualificar os indicadores que estão sendo comparados. Kindlon (2021) compara as informações de inovação tecnológica dos Estados Unidos presentes na BRDIS com as informações dos países europeus presentes na CIS. Segundo a autora, a população referenciada pela BRDIS é constituída por companhias com fins lucrativos, com cinco ou mais funcionários nos Estados Unidos. Os dados sobre incidência de inovação nas empresas para os países que respondem à CIS normalmente refletem um limite de dez funcionários ou mais. Isso levanta a questão de como seriam os dados de incidência de inovação nos Estados Unidos se refletissem um limite comparável de dez funcionários.

Segundo Kindlon (2021), para uma amostra de cinco funcionários ou mais, quando comparada com a amostra de empresas de dez ou mais funcionários, os dados da BRDIS de 2014 mostram que as taxas de inovação dos Estados Unidos para o total das indústrias passam de 15% para 17% para inovações de produtos ou processos; de 9% para 10% para inovações de produtos; e de 12% para 13% para inovações de processo. Este efeito é razoável de ser esperado, pois a taxa de inovação é menor nas empresas de menor porte em todo o mundo. Os autores ainda ressaltaram que o efeito é semelhante para a indústria de manufatura, uma vez que as taxas aumentam de 32% para 35% para inovações de produtos ou processos; de 23% para 25% para inovações de produtos; e de 24% para 27% para inovações de processos.

Os autores selecionaram também uma amostra de empresas para setores industriais específicos de forma que as *surveys* de inovação dos países da Europa e dos Estados Unidos pudessem ser comparadas. Nesta amostragem específica, a incidência de inovação pelas indústrias dos Estados Unidos aumentaria de 17% para 27% para inovações de produtos ou processos; de 10% para 18% para inovações de produtos; e de 13% a 20% para inovações de processo. A conclusão dos autores é que a taxa de inovação nos Estados Unidos é mais baixa que a dos outros países europeus. Conclui o estudo que *“about 22% of U.S. firms with 10 or more employees in the Core Coverage non-manufacturing industries reported product or process innovations (...), whereas 30 OECD countries had an average innovation incidence rate of 33% for these nonmanufacturing industries. About 35% of U.S.*

manufacturers with 10 or more employees reported product or process innovations (...), whereas the OECD country average for such industries was 40%”.

É possível comparar os dados das empresas inovadoras no mercado dos Estados Unidos com Europa e Brasil para alguns indicadores selecionados, mesmo levando em conta a diferença de procedimentos entre as pesquisas. Quatro indicadores são sugeridos: i) número de empresas; ii) taxa de inovação; iii) grau de novidade da inovação; e iv) intensidade de P&D.

No caso do indicador das empresas inovadoras, primeiro indicador comparável, nos mercados do Brasil, da Europa e dos Estados Unidos, o número de empresas inovadoras que procuram lançar novos produtos e processos no mercado é relativamente grande. Na Europa, 56 mil das 335,5 mil firmas lançaram produtos ou processos novos no mercado; no Brasil, 45,9 mil de um total de 126,8 mil inovaram; e, nos Estados Unidos, na indústria de transformação, existem aproximadamente 104,2 mil companhias, sendo que 33,4 mil inovaram em produtos ou processos.

Comparando os três mercados, é possível identificar que há um dinamismo no mercado brasileiro que é potencializado pelo número de empresas totais e pelo número de empresas que lançam produtos e processos novos no mercado. Esse número é uma característica importante para potencializar o aprendizado entre as companhias e promover competição para inovação.

Quanto às taxas de inovação, que são o segundo indicador relevante para ser comparado, no caso da indústria de transformação, 32% das empresas nos Estados Unidos lançaram produtos ou processos novos ou significativamente aprimorados no mercado. Para este segmento industrial, 23,0% lançaram inovações de produtos e 24,0%, de processos. No mercado brasileiro, 36,18% das empresas da indústria de transformação e de setores de serviços selecionados lançaram inovações de produtos e/ou processos novos no mercado, 18,75% lançaram produtos novos no mercado e 32,20% lançaram processos novos no mercado. Na Europa, a taxa de inovação de produto ou processo foi de 16,69%, sendo que 14,04% lançaram produtos novos no mercado e 8,63% lançaram processos novos.

Com relação às taxas de inovação, há uma diferença entre as empresas brasileiras e as dos países desenvolvidos, da Europa e dos Estados Unidos. As maiores taxas de inovação são encontradas no Brasil por conta de inovações de processo, que são geralmente realizadas por meio da compra de máquinas e equipamentos novos. A renovação da estrutura de produção das empresas é relativamente menos dinâmica que a das firmas europeias e dos Estados Unidos. Um dos fatores desta falta de dinamismo pode ser a estrutura da economia relativamente fechada à competição com o exterior. Desta forma, a introdução de novas máquinas e equipamentos reformula a linha de produção das companhias, altera os processos de produção e torna as empresas inovadoras em processo.

Esta dinâmica é própria da indústria brasileira e distingue a produção industrial no Brasil da produção das empresas da Europa e dos Estados Unidos.

O grau de novidade de uma inovação é o terceiro indicador sugerido para comparação. Neste caso, uma inovação tecnológica pode ser nova para a empresa ou nova para o mercado de atuação dessa empresa. O lançamento de produto ou processo novo para o mercado geralmente são inovações que têm maior esforço tecnológico da companhia. Nos mercados mais desenvolvidos, em que a competição é maior, o lançamento de produtos ou processos novos tende a ser de inovações para o mercado, tendo em vista que tais produtos e processos são relativamente mais atualizados do ponto de vista da sua funcionalidade.

No mercado dos Estados Unidos, 66,1% das 23,7 mil empresas que lançaram produtos novos declararam que os produtos eram novos no mercado da empresa. Essas informações estão presentes apenas para inovações em produtos no mercado dos Estados Unidos. A CIS não coleta essas informações. No Brasil, 27,7% das 23,2 mil empresas que inovaram lançaram produtos novos no mercado nacional e apenas 547 lançaram produtos novos no mercado mundial.

O baixo grau de novidade da inovação de produto no mercado brasileiro diante das inovações dos Estados Unidos corrobora a hipótese da existência de um percentual relativamente grande de firmas que fazem inovações de baixa intensidade tecnológica no mercado brasileiro.

Finalmente, o quarto indicador é o de intensidade de P&D. As empresas norte-americanas lideram os dispêndios em P&D no mundo, e os dispêndios em P&D como proporção das vendas líquidas domésticas foram de 4%. Na indústria de transformação, a intensidade de P&D foi de 4,8%, superior à dos demais setores industriais, que é de 2,8% das RLVs. No Brasil, os investimentos em P&D como proporção da RLV são de 0,78%, o que é muito inferior ao investimento realizado pelas empresas dos Estados Unidos. As 160 companhias representativas da MEI investem 1,13% da sua RLV em P&D.

Nos Estados Unidos, o setor de produtos farmacêuticos e medicamentos lidera o indicador de intensidade de investimento em P&D e investiu em P&D 20% da sua RLV. No Brasil, a fabricação de farmoquímicos e produtos farmacêuticos investiu 2,39% da RLV em P&D.

INOVAÇÃO, PRODUTIVIDADE E CRESCIMENTO NA CHINA

1 INTRODUÇÃO

A China teve um crescimento acelerado nas últimas quatro décadas, com taxas de crescimento superiores às realizadas pelos demais países do mundo. Estas altas taxas foram motivadas inicialmente pelos baixos salários e por um padrão demográfico que tornou a economia chinesa competitiva no mundo. Além disso, a abertura da economia ao comércio e as reformas em direção a uma economia de mercado impulsionaram o crescimento da produtividade. Criar um ambiente cada vez mais favorável à inovação tecnológica tem sido um dos grandes desafios da economia chinesa para manter as altas taxas de crescimento. Este desafio tem sido enfrentado com ações concretas. A transição de uma economia competitiva com base em fatores demográficos e baixos salários para uma economia competitiva baseada em inovação tecnológica e em ciência está em curso na economia da China há anos.

Os dados do *World Economic Outlook* do FMI mostram que a economia chinesa cresceu 9,3% a.a. em média a partir de 1980 até 2019. No entanto, no período 2015-2019, o crescimento médio foi de 6,9%. Em três décadas e meia, a renda real *per capita* aumentou substancialmente – passou de US\$ 312 em 1980 para US\$ 10.263 em 2019. Nos últimos anos, apesar de as taxas de crescimento da economia chinesa continuarem altas quando comparadas com o resto do mundo, a economia cresceu cerca de 2 pontos percentuais (p.p.) menos que a média histórica. Em 2019, a China cresceu 6,1% em relação ao ano anterior, e este foi um dos piores índices registrados nas últimas três décadas.

A redução da taxa de crescimento pode ser atribuída, em alguma medida, à menor expansão da demanda interna e às tensões comerciais que têm acontecido com os Estados Unidos nos últimos anos. No entanto, há um relativo consenso de que a produtividade total dos fatores na economia chinesa será mais dependente de tecnologia nos próximos períodos. Independentemente de fatores conjunturais, diversos estudos têm apontado que o crescimento da economia chinesa dependerá de incorporar mais conhecimento à produção nos próximos anos. Ou seja, não é apenas um problema conjuntural. É insuficiente sustentar o crescimento com base no mesmo modelo, pois houve elevação dos salários médios na economia chinesa e há mudanças nas características demográficas recentes.

Desde a crise no mercado mundial de 2008, os retornos dos investimentos têm sido declinantes na economia chinesa. As estimativas de Bai e Zhang (2014)

realizadas sobre retorno do capital investido na China mostram que esta tendência declinante tem sido estrutural. As evidências mais uma vez mostram que o modelo de crescimento baseado em mão de obra de baixo custo está esgotado, mas os estudos também apontam que será difícil que a produtividade seja fortemente impactada por reformas estruturantes da economia, semelhantes às que foram feitas no passado. Desta maneira, o crescimento da produtividade enfrenta um limite que pode ser apenas transposto por alterações na base de produção na direção de novos produtos e processos com maior intensidade de conhecimento.

A continuidade das reformas em direção a uma maior abertura política exigiu também ações de governo para aumentar os ganhos de produtividade, com mudanças na estrutura de produção em busca de maiores investimentos em ciência e inovação. Outros fatores que motivaram por décadas o crescimento da economia da China – como as reformas institucionais orientadas para o mercado, a abertura ao comércio internacional e ao investimento direto estrangeiro, os baixos salários e uma estrutura demográfica dinâmica – não impulsionaram mais a economia chinesa com tanta intensidade. Apesar de o investimento em capital ainda ser relativamente alto na China, pois, segundo dados do FMI, em 2019, a taxa de investimento em relação ao PIB ainda era superior a 40%, o crescimento chinês dependerá dos ganhos de produtividade que são originários das mudanças tecnológicas na estrutura de produção.

2 REESTRUTURAÇÃO EMPRESARIAL CHINESA

Os dados do registro de número de empresas na economia chinesa (tabela 13) indicam que em 1995 existiam cerca de 4,6 milhões de firmas na China. Esse número cresceu aceleradamente nas décadas seguintes. Em 2018, os dados projetados mostram que existiriam em torno de 27 milhões de empresas. No início dos anos 1990, estima-se que um quarto das firmas era estatal. O processo de privatização foi coordenado pelo governo tendo como base a privatização de empresas de municípios e vilas, que eram de menor porte, de baixa produtividade e sem tecnologia. Chen, Zhang e Xu (2009) analisaram estas reformas e o foco do processo de reestruturação empresarial nas localidades chinesas, e os autores argumentam que o aumento da escala de produção privada e a atração de investimentos estrangeiros são características relevantes para compreender a reestruturação da produção na China.

TABELA 13
Estimativa do número de empresas na economia chinesa

	Total	Privadas	%	Públicas	%	Estrangeiras	%
1995	4.598.604	3.265.009	71	1.103.665	24	229.930	5
1996	4.997.932	3.598.511	72	1.149.524	23	249.897	5
1997	5.293.125	3.811.050	72	1.164.488	22	264.656	5
1998	5.526.172	4.034.106	73	1.160.496	21	276.309	5
1999	5.712.997	4.227.618	74	1.199.729	21	285.650	5
2000	5.875.706	4.465.537	76	1.116.384	19	293.785	5
2001	6.032.059	4.644.685	77	1.085.771	18	301.603	5
2002	6.356.801	5.021.873	79	1.017.088	16	317.840	5
2003	6.831.363	5.533.404	81	956.391	14	341.568	5
2004	7.400.172	6.142.143	83	888.021	12	370.009	5
2005	7.980.991	6.783.842	85	798.099	10	399.050	5
2006	8.572.472	7.372.326	86	771.522	9	428.624	5
2007	8.962.246	7.797.154	87	716.980	8	448.112	5
2008	9.405.281	8.276.647	88	658.370	7	470.264	5
2009	10.130.705	9.016.327	89	607.842	6	506.535	5
2010	11.150.201	10.035.181	90	557.510	5	557.510	5
2011	12.352.627	11.240.891	91	617.631	5	494.105	4
2012	13.433.213	12.358.556	92	537.329	4	537.329	4
2013	15.184.602	14.121.680	93	455.538	3	607.384	4
2014	18.178.921	17.088.186	94	545.368	3	545.368	3
2015	20.047.714	18.967.886	95	518.099	3	561.729	3
2016	22.125.128	21.054.354	95	492.194	2	578.581	3
2017	24.433.855	23.370.333	96	467.585	2	595.938	2
2018	26.999.091	25.941.069	96	444.205	2	613.816	2

Fonte: NBS; e China Firm Registry Database.
Elaboração do autor.

No entanto, o processo de reestruturação empresarial, segundo Hsieh e Song (2015), foi também direcionado para uma ideia de consolidação de grandes firmas estatais. O aumento de escala e os rendimentos crescentes que os ganhos de produção podem causar na produtividade da firma foram também a base da reestruturação empresarial na China. Os autores mostram que as pequenas empresas estatais foram privatizadas ou fechadas e que as formaram conglomerados empresariais mais eficientes e mais produtivos. Foi possível aumentar a produtividade com a redução do número de companhias pequenas e de baixa produtividade do trabalho e do capital. A média da taxa de crescimento da produtividade total dos fatores das firmas estatais cresceu neste processo de forma mais rápida que nas

firmas privadas. O número de empresas públicas, que era de aproximadamente 1,1 milhão em 1995, teria sido reduzido para pouco mais de 440 mil em 2018, com maior escala e eficiência. Este modelo foi denominado pelos autores como *Grasp the Large, Let Go of the Small*.

A escala e o escopo de produção são fatores de reconhecida importância para o processo de mudança tecnológica. Ainda há um diferencial muito grande entre as empresas chinesas das localidades e as que atuam em escala global. O diferencial de tamanho médio das empresas é um fator importante de diagnóstico de que as companhias chinesas possuem diferentes níveis de eficiência de escala – as que inovam e diferenciam produtos e as especializadas em produtos padronizados podem ter produtividade muito próxima, mas há indicações de um número relativamente alto de firmas de baixa produtividade. Isso explicaria por que a China consegue competir em produtos de alta tecnologia e em produtos de baixa intensidade tecnológica com menor qualidade e mais baratos. A ineficiência de uma parcela de empresas chinesas que não diferenciam produtos e têm produtividade menor está associada ao fato de elas operarem em escala de produção menos eficiente que as demais no seu mercado e no mercado mundial, mas ainda conseguem produzir, por conta da mão de obra relativamente mais barata.

As novas tecnologias, em especial as de informação e comunicação, têm tornado a produção mais flexível e capaz de gerar múltiplos resultados. Há, portanto, oportunidades que são aproveitadas por firmas que dominam a tecnologia multiprodutos, como as tecnologias que se desenvolvem rapidamente na China, e com mais de uma escala ótima de produção. É relevante ressaltar que a produtividade total dos fatores de produção de uma empresa – a eficiência de produção – é afetada não somente pela sua escala de produção, mas por sua eficiência técnica de forma geral. A eficiência técnica envolve um conjunto amplo de atributos, como gestão, utilização adequada de insumos, administração e quaisquer outros que afetem a capacidade fabril da firma.

3 O AUMENTO DOS INVESTIMENTOS EM P&D

Existem evidências de que há inflexão no modelo de crescimento da China em direção ao aumento da capacidade de inovação e ciência. Há uma inflexão nos esforços do governo chinês para aumentar os investimentos em P&D. A questão que surge a partir deste fato é a mensuração do quão intenso é o investimento da China em P&D nos últimos anos e de quais são as lições que podem ser apreendidas para a economia brasileira.

As evidências de uma realocação de recursos em direção a atividades de maior intensidade de conhecimento e a mudança para uma lógica empresarial privada foram identificadas pela Comissão Europeia (European Union, 2016).

Segundo este estudo, já no início da segunda década de 2000, em 2012, os indicadores da China de esforço tecnológico do setor empresarial como proporção do PIB foram superiores quando comparados ao esforço de P&D empresarial também como proporção do PIB da UE. Diz o relatório que os investimentos de P&D das empresas como parcela do PIB para a China foram de 1,4% em 2012, acima da parcela da UE, de 1,3%. Essa proporção foi muito acima da Espanha (0,68%) e da Itália (0,69%), mas abaixo da Alemanha (1,95%). O relatório ainda argumenta que, embora existam diferenças na definição utilizada para as pequenas e médias empresas, a porcentagem daquelas que inovam internamente foi de 17,5% para a China em 2010, superior à de alguns países europeus, mas inferior à da UE, de 31,8%.

Wei, Xei e Zang (2016) fizeram estimativas para avaliar a importância do aumento da produtividade total dos fatores,⁷ do aumento de capital físico e do aumento do capital humano no crescimento chinês. Segundo esses autores, o investimento em capital físico é historicamente importante para explicar o crescimento chinês e é responsável por 67,9% desse crescimento desde 1980. Argumentam ainda que a resposta do governo chinês à crise de 2008 fez com que o investimento em capital físico continuasse importante para o crescimento. Chama a atenção no trabalho uma inflexão na contribuição do crescimento do capital humano, em especial quando se leva em conta a escolaridade da mão de obra, pois a contribuição, que era de 12,5% durante 1999-2008, passou para 16% durante 2009-2015. No entanto, os autores argumentam que a contribuição do capital humano no crescimento ainda é menor que em uma economia da OCDE.

A tabela 14 apresenta os principais indicadores de C&T na China. Os dados indicam um crescimento expressivo no número de pessoal ocupado em P&D no período 2009-2017. Em 2009, existiam 2,29 milhões de chineses ocupados diretamente em P&D na economia chinesa. O número de pessoas ocupadas cresceu para 3,53 milhões em 2013 e 40,3 milhões em 2017. A maior parte do pessoal ocupado está na atividade de desenvolvimento experimental: cerca de 80% estão em atividades criativas. A pesquisa aplicada, por sua vez, ocupa aproximadamente 13% do pessoal em P&D e a pesquisa básica ocupa 7,2%.

O crescimento do pessoal ocupado em P&D na economia chinesa também foi acompanhado pela evolução crescente nos dispêndios na área. Entretanto, esses dispêndios cresceram 207,5% entre 2009 e 2017, mais que o dobro do crescimento do número de pessoal ocupado em P&D no período, que foi de 76%. Em 2017, foram realizados dispêndios em P&D de US\$ 2,6 trilhões, sendo que US\$ 144 bilhões foram investidos em pesquisa básica, US\$ 273,6 bilhões em pesquisa aplicada e mais de US\$ 2 trilhões em desenvolvimento experimental. Ressalta-se

7. Ver *total-factor productivity* (TFP) em OECD (2001).

que a participação dos investimentos em pesquisa aplicada aumentou para 5,5% em relação ao total de P&D em 2017, em comparação com a participação de 4,7% em 2013.

TABELA 14
China: indicadores de P&D

Indicadores	2009	2013	2017
Pessoal ocupado em P&D (10 mil homens-ano)	229,1	353,3	403,4
Pesquisa básica	16,5 (7,2%)	22,3 (6,3%)	29,0 (7,2%)
Pesquisa aplicada	31,5 (13,8%)	39,6 (11,2%)	49,9 (12,4%)
Desenvolvimento experimental	181,1 (79,1%)	291,4 (82,5%)	325,4 (80,7%)
Dispêndios em P&D (US\$ 100 milhões)	849,5	1.926,3	2.604,5
Pesquisa básica	39,6 (4,7%)	90,2 (4,7%)	144,3 (5,5%)
Pesquisa aplicada	107,0 (12,6%)	206,4 (10,7%)	273,6 (10,5%)
Desenvolvimento experimental	702,9 (82,7%)	1.629,7 (84,6%)	2.186,6 (84,0%)
Fundos governamentais	198,9 (23,4%)	406,6 (21,1%)	515,9 (19,8%)
Fundos de empresas	609,5 (71,7%)	1.437,0 (76,4%)	1.991,8 (76,5%)
Outros	41,2 (4,8%)	82,7 (4,3%)	96,7 (3,7%)
P&D/PIB (%)	1,70	2,08	2,13
Artigos científicos publicados (10 mil)	136	154	170
Patentes de invenção concedidas	128.489	207.688	420.144

Fonte: CSY/NBS.
Elaboração do autor.

A maior parte dos fundos que financiam P&D na China é proveniente de fundos empresariais. O percentual dos dispêndios totais em P&D vindos de fundos empresariais era de 71,7% em 2009 e passou para 76,5% em 2017. Os fundos governamentais financiaram 19,8% dos dispêndios totais em P&D em 2017.

A evolução do esforço tecnológico em P&D da China pode ser verificada no aumento do percentual dos dispêndios em P&D como proporção do PIB – há uma evolução crescente e constante do crescimento de P&D como proporção do PIB. Em 2009, a China despendia 1,7% do seu PIB em P&D. Em 2013, o percentual de dispêndios em P&D sobre o PIB passou para 2,08%, superando o investimento de diversos países europeus; em 2017, continuou crescendo e representou 2,13% do PIB chinês.

Os resultados do aumento dos investimentos e do aumento de pessoas ocupadas em P&D podem ser observados no incremento dos artigos científicos publicados por pesquisadores chineses e do número de patentes de invenção. Os pesquisadores chineses publicaram 1,36 milhão de artigos científicos em 2009, e este número foi para 1,7 milhão em 2017. O número de patentes de invenção concedidas passou de 128 mil em 2009 para 420 mil em 2017.

A tabela 15 mostra a importância das instituições de pesquisa na China⁸ – os indicadores evidenciam que tem ocorrido uma reestruturação. A escala de operação das instituições tem aumentado apesar de o número de instituições ter sido reduzido no período de 2009 a 2017. Em 2009, havia 3.707 instituições de pesquisa e em 2017 havia 3.547, resultado da redução daquelas subordinadas aos governos locais. Cresceu, entretanto, o número de instituições vinculadas ao governo central, que passou de 691 para 728 no total.

TABELA 15
China: indicadores de ciência, tecnologia e informação (CT&I) das instituições de pesquisa

Indicadores	2009	2013	2017
Número de instituições de P&D	3.707	3.651	3.547
Subordinadas ao governo central	691	711	728
Subordinadas aos governos locais	3.016	2.940	2.819
Pessoal ocupado em P&D (10 mil homens-ano)	27,7	36,4	40,6
Pesquisa básica	4,1 (14,8%)	6,1 (16,7%)	8,4 (20,7%)
Pesquisa aplicada	10,3 (37,2%)	13,0 (35,7%)	14,3 (35,2%)
Desenvolvimento experimental	13,4 (48,4%)	17,3 (47,6%)	17,9 (44,1%)
Dispêndios em P&D (US\$ 100 milhões)	145,8	289,7	360,3
Pesquisa básica	16,2 (11,1%)	36,0 (12,4%)	56,9 (15,8%)
Pesquisa aplicada	51,4 (35,2%)	85,5 (29,5%)	103,5 (28,7%)
Desenvolvimento experimental	78,2 (53,7%)	168,1 (58,0%)	200,0 (55,5%)
Fundos governamentais	124,4 (85,3%)	240,9 (83,1%)	299,7 (83,2%)
Fundos de empresas	4,4 (3,0%)	9,9 (3,4%)	13,6 (3,8%)
Outros	17,1 (11,7%)	38,9 (13,4%)	47,0 (13,1%)
Número de projetos de P&D	61.135	85.069	112.472
Valor médio dos projetos (US\$ 1 mil)	238,53	340,50	320,36
Pessoal ocupado médio por projeto	4,5	4,3	3,6
Artigos publicados (10 mil)			
Artigos científicos publicados	13,8	16,4	17,8
Artigos publicados em periódicos estrangeiros	2,6	4,1	5,5
Número de patentes de invenção concedidas	4.077	12.542	24.283

Fonte: CSY/NBS.
Elaboração do autor.

Mais importante que o número de instituições, porém, é o aumento do investimento em P&D realizado pela China por meio dessas instituições. Em 2009, havia 277 mil pessoas ocupadas em P&D nas instituições de pesquisa chinesas.

8. Segundo Liu *et al.* (2017, p. 659), "the main actors for the national S&T [science and technology] program are government research institutes (GRIs), the leading universities, and some very large state-owned enterprises (SOEs)".

Em 2017, esse número aumentou 46,5%, passando para 406 mil pessoas. As instituições de pesquisa representam aproximadamente 10% do total de pessoas ocupadas em P&D no país. Mais da metade do pessoal ocupado em P&D nos institutos chineses direciona-se para a pesquisa básica e para a pesquisa aplicada. Em 2017, 55,9% do pessoal ocupado estava nessas atividades, sendo 20,7% em pesquisa básica e 35,2% em pesquisa aplicada.

Assim como o pessoal ocupado aumentou, aumentaram também os investimentos em P&D, os quais passaram de US\$ 14,5 bilhões em 2009 para US\$ 36,0 bilhões em 2017. Aproximadamente 55% dos recursos têm sido realizados em desenvolvimento operacional e 45% em pesquisa básica e pesquisa aplicada. Os fundos governamentais são os grandes responsáveis pela manutenção das atividades realizadas nestes institutos – em torno de 85% dos recursos são provenientes de fundos governamentais.

O número de projetos de P&D executados pelos institutos chineses praticamente dobrou no período de 2009 a 2017, passando de 61,1 mil para 112 mil. Em média, cada projeto representa um dispêndio de P&D de US\$ 340 mil e quatro pessoas ocupadas. Os resultados dos investimentos chineses nos institutos se refletem no número de artigos científicos publicados, que passou de 13,8 mil em 2009 para 17,8 mil em 2017. A publicação em periódicos internacionais mais do que duplicou, passando de 2,6 mil para 5,5 mil no mesmo período. O número de patentes de invenção concedidas aos institutos era de 4.077 em 2009 e passou para 24.283 em 2017.

A tabela 16 apresenta os indicadores de esforço tecnológico das maiores empresas chinesas, as quais foram responsáveis por 68,2% dos investimentos totais em P&D na China. De acordo com as informações do NBS, 102,2 mil empresas investiram em P&D. Isso representa 27,4% das firmas que têm faturamento igual ou superior a US\$ 3 milhões. O investimento total em P&D dessas empresas passou de US\$ 552,8 bilhões em 2009 para US\$ 1,77 trilhão em 2017.

O aumento expressivo dos valores de P&D despendidos pelas empresas também foi acompanhado por um aumento significativo do número de companhias que realizaram P&D. Em 2009, as companhias com P&D eram pouco mais de 36 mil. Em 2013, foram 54,8 mil e, em 2017, mais de 100 mil. O percentual de empresas que tinham P&D aumentou em relação ao total – em 2009, eram apenas 8,5% das firmas chinesas; em 2017, 27,4% delas fizeram dispêndios em P&D. A evolução do pessoal ocupado em P&D também cresceu linearmente no período 2009-2017. Em 2009, 1,44 milhão de pessoas estavam ocupadas em P&D nas empresas chinesas. Em 2017, esse número cresceu 89%, passando para 2,73 milhões de pessoas.

Houve não apenas um aumento na escala de investimentos no número de empresas que realizam P&D, mas cresceu de forma significativa o esforço de investimento em P&D em relação à RLV das companhias. Em 2009, o percentual de P&D sobre a receita de vendas era de 0,69%; em 2013, aumentou para 0,80%; em 2017, chegou a 1,06%. O número de projetos de P&D aumentou 128,9%, passando de 194,4 mil em 2009 para 445,0 mil em 2017. O valor médio dos projetos é estimado em aproximadamente US\$ 400 mil. Além disso, uma medida de resultado do esforço no desenvolvimento de novos produtos e processos é o número de patentes de inovação concedidas, que passou de 92.450 em 2009 para 320.626 em 2017.

TABELA 16
Indicadores de inovação das empresas da China

Indicadores	2009	2013	2017
Total de empresas	429.286	369.742	373.058
Número de empresas com atividades de P&D	36.387	54.832	102.218
Empresas com atividades de P&D (%)	8,5	14,8	27,4
Pessoal ocupado em P&D (10 mil homens-ano)	144,7	249,4	273,6
Dispêndios em P&D (US\$ 100 milhões)	552,8	1.352,6	1.777,1
Dispêndios em P&D/RLV (%)	0,69	0,80	1,06
Número de projetos de P&D	194.400	322.567	445.029
Valor médio dos projetos (US\$ 1 mil)	284,4	419,3	399,3
Número de patentes de invenção	92.450	205.146	320.626
Participação das empresas estrangeiras (%)			
Dispêndios em P&D	-	14,9	12,3
Pessoal ocupado em P&D	-	14,2	11,5
Projetos de P&D	-	13,3	9,1
Patentes de invenção	-	13,7	6,8

Fonte: CSY/NBS.

Elaboração do autor.

Obs.: As estatísticas referem-se às empresas industriais *above designated size*, conforme o NBS. Até 2011, estavam inseridas neste grupo as empresas com faturamento de ¥ 5 milhões (aproximadamente US\$ 0,8 milhão). A partir de 2011, estão incluídas as companhias industriais com receita de vendas acima de ¥ 20 milhões (aproximadamente US\$ 3,0 milhões).

A participação de empresas estrangeiras em P&D na China é de 12,3% em 2017. Nesse ano, elas têm 11,5% do total de pessoal ocupado em atividades de desenvolvimento de novos produtos e processos e são responsáveis por 9,1% dos projetos chineses de P&D. A participação das companhias estrangeiras no número de patentes de invenção concedidas foi de 6,8% em 2017.

Além do processo de reestruturação das empresas estatais chinesas, a abertura da China ao investimento de outros países gerou um aumento expressivo no número de firmas estrangeiras. Em 1995, havia pouco mais de 200 mil. Estima-se

que, em 2018, havia mais de 600 mil operando no mercado chinês. No início dos anos 1990, o principal fator de atração de investimento direto externo era a mão de obra relativamente barata e a abertura da economia para as exportações. Nas últimas décadas, os investimentos das empresas são motivados pela cooperação tecnológica e pela capacidade de aprendizado que a estrutura de ciência e inovação criou na economia chinesa.

A internacionalização de uma economia é uma preocupação recorrente, em especial porque grande parte do comércio internacional se dá intrafirma e o desempenho exportador de um país tende a ser positivamente influenciado quando suas empresas estabelecem subsidiárias no exterior ou quando um país recebe investimento estrangeiro. As subsidiárias podem contribuir além do desempenho exportador, por exercerem funções tais como a adaptação dos produtos à demanda de mercados específicos e se apropriarem de tecnologias disponíveis em diversos mercados.

4 PATENTES CHINESAS NO MUNDO

Uma medida razoável de inserção de um país no mercado internacional pode ser vista pelo número de patentes que seus residentes solicitam no exterior e pelo número de patentes que outros países solicitam dentro do seu país. Este tipo de medida está sujeito a faltas de rigor vinculadas a arranjos societários entre empresas de diferentes nacionalidades e imprecisões de registros. No caso chinês, o Escritório de Patentes da China (China National Intellectual Property Administration – CNIPA) tem indicadores que mostram que os pedidos de patentes feitos por inovadores chineses no exterior e os feitos por inovadores estrangeiros na China cresceram rapidamente nos últimos anos. Em 2017, registraram-se 59.282 pedidos de patentes dos chineses no exterior – a maior parte destes pedidos, cerca de 50%, foi realizada nos Estados Unidos. No entanto, o número de estrangeiros que registram patentes na China também tem crescido substancialmente: em 2017, houve 161.512 solicitações de patentes feitas por estrangeiros na China. A maior parte destes pedidos, cerca de 50%, foi realizada por residentes no Japão e nos Estados Unidos.

Os indicadores cruzados de pedidos de registro de patentes mostram que a China vai gradualmente e consistentemente evoluindo na direção de criar competências tecnológicas na produção de bens e serviços. O número de patentes solicitadas por residentes brasileiros na China é, entretanto, seis vezes menor que o de patentes solicitadas por chineses no mercado brasileiro. Analisando todos os países, é possível observar que aqueles com maior nível de desenvolvimento tecnológico, os quais estão localizados na fronteira da tecnologia, como Bélgica, França, Alemanha, Itália, Japão, Holanda, Coreia do Sul, Suíça, Reino Unido e Estados Unidos, solicitaram um número maior de patentes na China que em países mais distantes dessa fronteira tecnológica, como Brasil, Índia, Indonésia,

México, África do Sul, Rússia e Vietnã. Em alguma medida, isto pode indicar que a China absorve mais tecnologia em produtos de maior valor agregado de países desenvolvidos e, ao mesmo tempo, as inovações chinesas são difundidas para as economias emergentes e em desenvolvimento.

TABELA 17
Número de pedidos de patentes estrangeiras, por país (2017)

	Pedidos de patentes feitos por residentes chineses no exterior	Pedidos de patentes feitos por estrangeiros na China
Austrália	1.067	958
Bélgica	24	828
Brasil	676	154
França	109	589
Alemanha	646	1.686
Índia	2.582	330
Indonésia	492	12
Israel	78	992
Itália	35	2.408
Japão	4.172	46.734
Malásia	335	107
México	281	54
Holanda	41	3.708
Rússia	917	221
Singapura	508	1.683
África do Sul	558	86
Coreia do Sul	3.015	16.581
Suíça	11	4.402
Reino Unido	1.078	3.121
Estados Unidos	29.674	42.922
Vietnã	535	30
Total mundial	59.282	161.512

Fonte: CNIPA; e *Annual Report of Patents Statistics*, 2017 e 2018.
Elaboração do autor.

A proteção da propriedade intelectual continua sendo um desafio no mercado da China, apesar da lei chinesa e da crescente conscientização nos negócios e no governo de sua importância. Há diversos exemplos de empresas chinesas que recrutam ativamente gerentes e especialistas das principais empresas europeias e americanas. As incertezas quanto à proteção da propriedade intelectual por vezes desencorajam o investimento em cooperação de companhias de menor porte.

De acordo com dados da OCDE,⁹ a China tem o ambiente de investimento mais restritivo entre os países do Grupo dos Vinte (G20), em especial nos setores prioritários, e isso fica claro na sua política de propriedade intelectual.

Os *government research institutes* (GRIs), as principais universidades e algumas grandes empresas estatais têm um papel importante para fornecer tecnologia para a indústria e, por isso, se destacaram como os principais produtores de patentes de invenção na China. Na China, entre os maiores detentores de patentes estão a Shanghai Jiaotong University, a Chinese Academy of Sciences e a Zhejiang University. Os dados de 2015 da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (World Intellectual Property Organization – Wipo) indicavam que nenhuma empresa chinesa estava entre as dez principais (Wipo, 2015). No entanto, desde 2010, a China aumentou consideravelmente sua produção de patentes. O Twelfth Five-Year Plan tinha como meta 3,3 patentes por 10 mil pessoas.¹⁰ No final do plano, em 2015, a China alcançou 6,3 patentes por 10 mil. A grande maioria das invenções patenteadas de organizações chinesas é protegida apenas para o mercado local. No entanto, algumas empresas se destacam no registro de propriedade intelectual fora da China – entre elas, a ZTE, que tem 66% de seu portfólio de propriedade intelectual de invenções fora da China; a Huawei, com 65%; a Advanced Micro, com 63%; e a Alibaba, com 56%. De acordo com o Bay Area Economic Institute em 2017, uma métrica usada nessa área para mensurar a qualidade das patentes registradas é a proporção de citações por famílias de patentes e o número total de famílias de patentes. Segundo estimativas desses institutos, a China tem uma proporção média de 0,85 citação por família de patentes – a proporção média para os cem principais inovadores globais é de 1,12.

5 O SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO NA CHINA

A política de inovação tecnológica na China dá ênfase à estrutura do sistema de inovação com particular enfoque em uma infraestrutura moderna de C&T. A criação de organizações-chave de políticas e estruturas resilientes de pesquisas para liderar os esforços de P&D está sustentada pelas alianças entre as empresas industriais e as organizações de pesquisa. O The State Steering Committee of Science and Technology and Education é uma instância de definições políticas de C&T, operacionalizada por um State Council, muito semelhante às estruturas de aconselhamento ao centro de governo de países ocidentais desenvolvidos. No caso da China, este conselho inclui ministérios e agências, e a estrutura auxilia diretamente na coordenação das políticas de C&T entre os diversos ministérios chineses.

9. Disponível em: <<https://bit.ly/3FZzDUq>>.

10. Ver Kasznik (2016) e Santacreu (2017).

As políticas públicas e as ações privadas voltadas para o desenvolvimento de novos produtos e processos na China não são evidentemente novas. Elas foram consolidadas a partir de inúmeras ações em áreas críticas, como defesa, aeroespacial e outros segmentos fortemente associados a uma competência tecnológica específica, conforme evidenciado em diversos estudos acadêmicos, em especial no realizado por OECD (2008). No entanto, dever ser também ressaltada a importância da criação do Ministério da Ciência e Tecnologia (Ministry of Science and Technology – Most)¹¹ da China, que foi formado em 1998 a partir da State Science and Technology Commission. O ministério foi criado após a consolidação de importantes ações e programas de C&T.

Segundo informações do governo chinês, o Most cumpre um papel relevante na formulação de políticas de C&T, mas também administra diretamente diversos programas nacionais de P&D, parques científicos e incubadoras – portanto, tem um papel central na gerência do Sistema Nacional de Inovação. Osnos (2009) estimou que o financiamento a P&D cresceu cerca de 20% a.a. durante a primeira década de criação do ministério, o que teria sido resultante das ações de apoio à pesquisa do ministério.

Campbell (2013) detalhou que o Most administra cinco programas-chave de P&D desde a sua criação, os quais surgiram antes desta data. O maior e mais robusto começou em 1982 e é chamado de Key Technologies R&D Program. Este programa se concentra em projetos destinados a auxiliar o desenvolvimento industrial e a reestruturação de setores como agricultura, eletrônica, energia e materiais.¹² O segundo é o National High Technology Development Program. De acordo com Tan e Gang (2012), este programa, que financia pesquisas básicas e aplicadas, foi inspirado nos programas dos Institutos Nacionais de Saúde e do Departamento de Defesa dos Estados Unidos. Ele nasceu da sugestão de cientistas líderes na China e conta hoje com um comitê de duzentos cientistas para definir estratégias para a ciência básica e a tecnologia aplicada.

Ainda de acordo Campbell (2013), o terceiro programa relevante do Most é o Torch Program, que está focado no desenvolvimento e na comercialização de produtos em novos campos de alta tecnologia. O programa foi instituído em 1988 e é, portanto, também anterior à criação do Most. Responsável por financiar projetos em indústrias de alta tecnologia, como novos materiais, biotecnologia, TI e energia, ele auxilia os governos locais a criar zonas de alta tecnologia para empresas iniciantes no ramo e apoia o treinamento de pessoal e a cooperação entre firmas chinesas e internacionais. O quarto, por sua vez, é o Basic Research Program, o qual foi estabelecido em 1993 e apoia pesquisas básicas multidisciplinares,

11. Disponível em: <<http://www.most.gov.cn/eng/organization/Mission/>>.

12. Ver também Ministry of Commerce da China e National Programs for Science and Technology de 2009.

e a maioria de seus projetos envolve alguma forma de cooperação internacional. O quinto, o Spark Program, concentra-se no desenvolvimento e no uso da tecnologia nas áreas rurais e financia projetos de demonstração e desenvolvimento de tecnologia no campo.

O desenvolvimento de novos produtos e processos pelas empresas chinesas também contou nas últimas décadas com um robusto suporte de formação profissional técnico-científica e de cientistas líderes nas universidades. No início da década de 1980, o governo lançou o 211 Project, a fim de estruturar cem novas universidades, e o 985 Program, um programa específico focado em um pequeno número de universidades com o objetivo de torná-las de classe mundial. Em 2015, o governo chinês lançou a iniciativa chamada Double First Class, que visa ao desenvolvimento abrangente de universidades chinesas de elite e seus departamentos individuais de professores em instituições de classe mundial até o final de 2050.

Segundo Springut, Schlaikjer e Chen (2011) e Zhu (2009), as instituições integradas ao 211 Project assumiram a responsabilidade de treinar quatro quintos dos estudantes de doutorado, dois terços dos estudantes de pós-graduação, metade dos estudantes do exterior e um terço dos estudantes de graduação. Estas universidades têm 96% dos principais laboratórios públicos e 70% do financiamento de pesquisas científicas. Além disso, os intercâmbios internacionais de estudantes e de acadêmicos foram fortemente incentivados. As universidades agora realizam cerca de 40% de pesquisa básica e 30% de pesquisa aplicada.

Huang *et al.* (2003) argumentam que, na segunda metade dos anos 1980, o sistema de P&D estabeleceu vínculos com empresas e começou a atrair parceiros estrangeiros com incentivos fiscais e projetos de *joint-venture*. A partir de então, as atividades de pesquisa passaram a ser mais vinculadas ao mercado. No início dos anos 2000, quase todos os institutos de pesquisa estatais foram fundidos ou vendidos para empresas públicas ou privadas. Os institutos que foram fundidos ficaram vinculados aos ministérios do setor agrícola ou do setor de saúde.

Dentro do sistema de inovação tecnológica chinês, cabe referência especial aos chamados Science and Technology Industrial Parks (STIPs). No início dos anos 1990, criou-se a maioria dos parques tecnológicos hoje existentes – há mais de cinquenta desses parques, os quais estão localizados nas áreas econômicas mais avançadas da China. Zhang e Sonobe (2011) argumentam que, para operar em um parque tecnológico, uma empresa deve atender a quatro critérios: i) criar ou empregar tecnologia em produtos novos ou de alta tecnologia, conforme especificado no catálogo *New and High Tech Products* do Most; ii) dedicar pelo menos 3% da receita bruta anual para P&D de produtos ou serviços; iii) pelo menos 30% de seus funcionários devem possuir diploma universitário e pelo menos 10% devem realizar atividades de P&D; e iv) precisam ser certificadas

anualmente pelos escritórios locais de C&T. Assim, as empresas qualificadas recebem benefícios fiscais, o que inclui a isenção de diversos impostos corporativos por três anos. Após os três anos, há benefícios fiscais inclusive para os bens e serviços produzidos a partir de tecnologia adquirida no exterior. Há também benefícios vinculados às isenções de licenças de importação de materiais ou peças de tecnologia usadas na produção de bens exportados.

QUADRO 1
China: principais políticas tecnológicas

Plano	Características
Thirteenth Five-Year Plan	Este plano orienta a estratégia do governo para o período 2016-2020. É um plano quinquenal que priorizou a inovação chinesa desenvolvida endogenamente, a conquista da autossuficiência tecnológica, o controle de padrões e um papel ampliado do governo no mercado. As indústrias priorizadas se sobrepõem aos segmentos do MIC 2025.
MIC 2025	Esta ação é uma política industrial desenhada para promover a liderança global da China na produção industrial, estimular a inovação na China, além de incentivar as marcas nacionais e a produção e o controle de informações e dados. Foram escolhidos dez setores prioritários: nova geração de TI; controle numérico de última geração em maquinaria e robótica; aeroespacial e equipamentos de aviação; equipamento de engenharia marítima; equipamento ferroviário avançado; veículos com novas energias; equipamento elétrico; novos materiais; biomedicina e alto desempenho de dispositivos médicos; e máquinas agrícolas e equipamento. A política incentiva os bancos a fornecer apoio financeiro a marcas chinesas e estratégias industriais. Grandes fundos estatais estão direcionados para apoiar P&D.
National Medium and Long-Term Plan for the Development of Science and Technology (2006-2020)	O plano visa acelerar o desenvolvimento e a liderança chinesa em quatrocentas tecnologias estratégicas. Ele estabelece que a China deve ser uma sociedade voltada para inovação em 2020 e líder mundial em tecnologia em 2050. O plano estabeleceu que o caminho para a liderança tecnológica é aumentar os investimentos em P&D em 2,5% do PIB em 2020 e aumentar a participação em setores de alta tecnologia em 60% no mundo. O foco é que a China também se torne um dos cinco principais países do mundo em patentes de invenção e trabalhos científicos mais citados. O plano identifica treze megaprojetos financiados e liderados pelo governo em áreas como engenharia, ciência e física.
National Innovation-Driven Development Strategy Outline	Produzido pelo Central Committee of the Communist Party e pelo State Council em 2016, cria diretrizes para as políticas de C&T da China semelhantes às do MIC 2025.
Políticas de suporte e apoio	National Security Law, chamada de <i>secure and controllable</i> , associada à produção e à renúncia ao código-fonte ou a algoritmos de criptografia; National Cybersecurity Strategy, que resultou no fortalecimento da Cyberspace Administration of China (CAC); e Social Credit System, que é uma plataforma de inteligência artificial para classificar e regular o comportamento do mercado de crédito.

Elaboração do autor.

O MIC 2025, lançado em 2015, é uma iniciativa que tem a meta de alterar a posição relativa da China em direção à produção industrial de maior valor agregado em indústrias de mais alta tecnologia. O objetivo maior é investir no desenvolvimento de tecnologias proprietárias e criar empresas chinesas que possam competir tanto nacional como globalmente. O MIC 2025 procura integrar a fabricação chinesa nas cadeias globais de valor e competir de forma mais eficaz com economias industrializadas. Com esta iniciativa, a estratégia do governo

chinês é a de se mover de uma produção de baixo custo para uma produção de maior valor agregado direto, competindo com economias mais desenvolvidas.

Em alguma medida, argumenta-se que o MIC 2025 é também inspirado na Indústria 4.0 (I40),¹³ da Alemanha, e que estaria também alinhado com a estratégia japonesa de desenvolvimento da inovação. A I40 é uma estratégia nacional lançada em 2013 com o objetivo de “consolidar a liderança tecnológica alemã em engenharia mecânica” baseada na German Government’s High-Tech 2020 Strategy para “impulsionar a fabricação digital aumentando a digitalização e a interconexão de produtos” (tradução nossa).¹⁴ A semelhança com o planejamento da Alemanha estaria relacionada à adoção de tecnologias de informação, como internet das coisas (*internet of things* – IoT), aprendizado de máquina (*machine learning*) e outras, e também o uso destas tecnologias para integrar as pequenas e médias empresas nas redes de produção globais e torná-las mais eficientes e competitivas.

Wübbecke *et al.* (2016) examinam as repercussões do MIC 2025 sob o ponto de vista da promoção e da disseminação de tecnologias de fabricação inteligente similares ao conceito alemão de I40 e ao conceito de internet industrial (*industrial internet*), formulado nos Estados Unidos. De acordo com o relatório, as entidades governamentais de todos os níveis canalizam fundos para financiar esta estratégia. O Advanced Manufacturing Fund e o National Integrated Circuit Fund dispõem mais de € 20 bilhões, recursos financeiros bem maiores que os € 200 milhões de financiamento federal que o governo alemão forneceu para pesquisa sobre as tecnologias da I40 até o final de 2016.

A meta do MIC 2025 é atualizar as capacitações da produção fabril industrial em algumas indústrias principais. Entre os segmentos escolhidos, estão indústrias que incluem TI avançada; máquina automatizada; ferramentas e robótica; equipamentos aeroespacial e aeronáutico; equipamentos de engenharia oceânica; transporte ferroviário de alta velocidade; veículos movidos à energia alternativa ao petróleo; equipamentos de energia; novos materiais; medicamentos e dispositivos médicos; e equipamentos agrícolas. Também está incluído nas metas do plano alcançar indicadores de inovação e de qualidade específicos e desenvolver a marca e indicadores de economia sustentáveis.

Do ponto de vista de ações práticas, deve-se dar especial destaque à estratégia de financiamento desenhada no MIC 2025. Os bancos estatais estão provendo subsídios na forma de empréstimos a juros baixos especialmente para pequenas e médias empresas. Além disso, várias agências e fundos oferecem recursos financeiros na forma de investimento em participações – o Advanced Manufacturing Fund disponibilizou

13. Disponível em: <<https://bit.ly/3Irsx1y>>.

14. Disponível em: <<https://bit.ly/3LvYMHE>>.

US\$ 3 bilhões para atualizar a tecnologia nos principais setores; o National Integrated Circuit Fund tem US\$ 21 bilhões. O financiamento está vinculado ao uso das tecnologias desenvolvidas na China. Entre as diversas metas por empresas, cabe destaque a meta de aumento do percentual de P&D como proporção das receitas das companhias, prevista para passar de 0,95% em 2015 para 1,68% em 2025. Indicadores de aumento da produtividade do trabalho e indicadores de proteção ambiental, como o uso de energia limpa e o reúso de água, também estão dentro do plano.

TABELA 18
Indicadores principais do MIC 2025

Indicadores	2015	2020	2025
Inovação (%)			
Dispêndios em P&D como proporção da receita líquida	0,95	1,26	1,68
Patentes por ¥ 100 milhões de receita total	0,44	0,7	1,1
Qualidade			
Índice de qualidade competitiva ¹	83,5	84,5	85,5
Crescimento do valor adicionado total (%)	5,9	7,9	9,9
Crescimento da produtividade – média anual (%)	6,6	7,5	6,5
Digitalização da indústria (%)			
Banda larga – penetração	50	70	82
Uso de ferramentas digitais em P&D – penetração	58	72	84
Uso de máquinas de controle numérico em processos-chave – penetração	33	50	64
Proteção ambiental (%)			
Decréscimo na intensidade de energia industrial – comparado a 2015	-	-18	-34
Decréscimo na intensidade de emissão de CO ₂ – comparado a 2015	-	-22	-40
Decréscimo na intensidade do uso de água – comparado a 2015	-	-23	-41
Reutilização de resíduos industriais sólidos quanto ao total do resíduo	65	73	79

Fonte: State Council; e NBS.

Elaboração do autor.

Nota: ¹ Indicador baseado em dados de 250 mil empresas. Os critérios incluem a gestão e a supervisão da qualidade e o potencial para futuras melhorias.

Liu *et al.* (2017) argumentaram que a política de inovação chinesa na última década intensificou estratégias vinculadas a indicadores de C&T por conta da percepção das dificuldades da transição econômica de países de renda média para níveis mais altos de renda – assim, essas estratégias foram direcionadas para evitar a chamada armadilha de renda média (*middle-income trap*).¹⁵ No artigo publicado, os

15. Ver mais detalhes em World Bank (2010).

autores sugerem que houve uma reorientação das políticas na última década, a qual emergiu desta avaliação e de críticas de que os resultados dos esforços de inovação dirigidos pelo governo da China pareciam ser relativamente insuficientes.

A OCDE já argumentava em 2008 que tinha observado que a China havia mobilizado recursos em C&T em uma escala sem precedentes. Portanto, as críticas deram origem a avaliações crescentes quanto à insuficiência dos instrumentos de política científica, tecnológica e de inovação da China e a novas estratégias de investimento.¹⁶

6 CARACTERÍSTICAS DAS EMPRESAS INOVADORAS NA CHINA

Um termômetro das alterações na economia chinesa pode ser observado na agenda de cooperação internacional. Dadas essas mudanças, a Comissão Europeia indicou novas áreas científicas de cooperação com os chineses no início da década de 2000. Áreas científicas de ponta da ciência mundial em que a fronteira científica se desloca mais rapidamente, como engenharia, física, astronomia, ciência dos materiais, ciências naturais, ciência da computação e química, foram colocadas como prioritárias na agenda de negócios entre os países. Além dessas áreas, outras temáticas, como imunologia e microbiologia, são mencionadas como centrais para a cooperação. A movimentação dos países europeus em direção ao aumento de cooperação científica e tecnológica com a China foi também motivada pelo estreitamento das relações tecnológicas e científicas que foram realizadas por acordos bilaterais entre Estados Unidos e China.

O esforço dos chineses em áreas científicas da fronteira mundial transborda para o aumento de competitividade em domínios tecnológicos setoriais. A participação da China nos investimentos totais em P&D no mundo mais do que dobrou na última década; mesmo no período da crise de 2008 e 2009, quando muitos países e empresas reduziram os investimentos totais e relativos em P&D, os investimentos chineses em inovação e ciência continuaram aumentando. Nos últimos anos, houve um aumento significativo da participação global dos investimentos chineses em P&D tanto em termos absolutos quanto em termos relativos. Isso porque há uma profunda mudança na estrutura de produção com o aumento relativo das indústrias intensivas em conhecimento, em particular em telecomunicações e eletrônica – este é o motor do crescimento da produtividade chinesa nos últimos anos. O investimento industrial chinês em P&D foi principalmente conduzido pelos setores de equipamentos elétricos e outros equipamentos de transporte, máquinas e equipamentos e produtos químicos.

Há diversos exemplos de empresas chinesas que mostram o potencial do país no desenvolvimento de tecnologias. A Tencent, por exemplo, é uma companhia

16. Ver OECD (2008) e Benner, Liu e Serger (2012) para comparação com as políticas industriais levadas a cabo a partir de 2015 na China. Ver críticas em Simon (2012), Liu *et al.* (2011), Abrami, Kirby e McFarlan (2014) e Cao *et al.* (2013) sobre a insuficiência das políticas. Ver críticas mais contundentes em Bai e Li (2011) e Xie *et al.* (2013).

que desenvolveu a ferramenta de comunicação WeChat. A Huawei, por sua vez, fabricante de equipamentos de telecomunicações, registra mais patentes por ano do que grandes empresas como a Apple ou a Cisco. Ademais, o primeiro satélite quântico do mundo foi lançado pela China em 2016.

Existem diversos estudos que classificam as empresas no mundo de acordo com sua capacidade de inovação e seus dispêndios em P&D. A PricewaterhouseCoopers (PwC) não registrou até 2017 nenhuma empresa chinesa entre as vinte no mundo que mais investiram em P&D. No entanto, o relatório *Top 100 Global Innovators 2018-2019* de Clarivate Analytics¹⁷ listou três empresas chinesas entre as maiores inovadoras mundiais: Huawei, BYD e Xiaomi.

É consensual a análise acadêmica e empresarial de que a causa do crescimento e do desenvolvimento das empresas e da economia chinesa são as mudanças institucionais impulsionadas pelas reformas políticas e pela globalização. Essas mudanças também causaram uma alteração na estrutura setorial de produção e uma realocação dos recursos. O aumento da produtividade decorre de mudanças na realocação de fatores intersetoriais, em direção a setores de maior intensidade tecnológica e de inovações intrasetoriais. Zhu (2012) argumentou que a realocação de recursos de produção dos setores de menor produtividade para os de maior produtividade, bem como a migração do setor estatal para o setor privado e do setor agrícola para os setores não agrícolas, foi responsável pelos ganhos de produtividade chineses.

As empresas chinesas têm aumentado significativamente seus dispêndios em P&D e gerado um fluxo crescente de patentes, e a China tem várias firmas privadas que estão começando a se expandir globalmente, conforme é observado na descrição de algumas dessas companhias líderes no quadro 2.

QUADRO 2
Exemplos dos investimentos em P&D de empresas globais chinesas

Empresa	Características
Huawei	Empresa com trinta anos. Iniciou suas atividades como importadora de produtos eletrônicos de Hong Kong. Começou a produção de produtos de telecomunicação e ultrapassou a Ericsson no início dos anos 2000. Hoje está presente em mais de 170 países, com 45% da sua mão de obra envolvida em P&D. Investe 10% da receita em P&D. Foi considerada pela <i>MIT Technology Review</i> de 2016 como uma das dez empresas mais inteligentes do mundo. Investe 10% da sua receita em P&D e possui quinze centros de P&D no mundo, com destaque para Rússia (matemática aplicada), Suíça (tecnologia de informação e comunicação), Índia (<i>software</i>) e Vale do Silício (soluções empresariais). Investe em áreas da fronteira tecnológica, como IoT, 5G, inteligência artificial e <i>all cloud</i> .
Tencent	Empresa criada em 1998. É o maior e mais utilizado portal de serviços de internet da China. Os principais serviços incluem o WeChat, que oferece carteiras de negócios (<i>wallet functions</i>) para pagamento de produtos e serviços, e QQ, que oferece, entre outros, música e jogos. A empresa tem 30 mil empregados, com média de idade de 31 anos e 36% com no mínimo pós-graduação com título de mestre. Possui mais de setenta incubadoras em 25 cidades chinesas. Baidu, Alibaba e Tencent (BAT) estão modificando o cenário do <i>e-commerce</i> no mundo e representam mais de 42% do investimento em capital de risco (<i>venture capital</i>) neste segmento na China. Possui 15% da JD.com.

(Continua)

17. Disponível em: <<https://bit.ly/3yLEgW>>.

(Continuação)

Empresa	Características
Alibaba	Fundada em 1999, é uma das maiores empresas de comércio eletrônico do mundo. Fornece uma plataforma de mercado para um grande número de indivíduos e vendedores de pequenas empresas. Desenvolveu um sistema em que a transação e os registros são compartilhados com os bancos para criar um sistema de classificação de crédito. Atua em sistemas de pagamento e seguro de crédito com Alipay. Investe 11% da receita em P&D – US\$ 2,6 bilhões. Atua em áreas como <i>data intelligence</i> , IoT, <i>fintech</i> , computação quântica (<i>quantum computing</i>), interação humano-computador (<i>human-machine interaction</i>), aprendizado de máquina, segurança de rede (<i>network security</i>), computação visual (<i>visual computing</i>) e processamento de linguagem natural (<i>natural language processing</i>).
DJI	Fundada em 2006, é a empresa líder na produção de <i>drones</i> do mundo, com 70% do mercado mundial. Em 2013, a DJI lançou o Phantom, o primeiro pacote completo de <i>drones</i> que inclui <i>software</i> e um conjunto de soluções de equipamentos. A empresa conta com 1.500 pessoas ocupadas diretamente em P&D e diversos acordos de cooperação com várias universidades mundiais.
Baidu	Criada em 2000, a Baidu é uma das maiores ferramentas de busca do mundo. A ferramenta MP3 Search e o Baidu 500 conseguem encontrar músicas em formatos como MP3, WMA e SWF. A empresa também oferece o serviço Baidu Antivirus, que é um <i>software</i> antivírus gratuito. O Baidu Spark Browser é um <i>software</i> gerenciador de áudio e vídeo; e o Baidu Cloud é um serviço de armazenamento em nuvem que oferece 2 TB de armazenamento de arquivos gratuito. A empresa tem o objetivo de entrar no mercado de veículos autônomos.
Geely	A empresa foi a primeira produtora de automóvel de propriedade privada da China em 1998. Destaca-se atualmente pela estratégia de produzir veículos autônomos em parceria com a Volvo. Possui mais de 10 mil pessoas ocupadas em P&D. A Geely está desenvolvendo uma rede de satélites para fornecer a <i>high-bandwidth wireless</i> necessária para aplicações a bordo em veículos autônomos.
Mobike	Empresa fundada recentemente que chama a atenção pelo modelo de negócio. Uma solução de compartilhamento de bicicletas pioneira. A inovação é a tecnologia de bloqueio e o localizador na própria bicicleta, usando tecnologia de pagamentos móveis, rastreamento por sistema de posicionamento global (<i>global positioning system</i> – GPS) ou <i>bluetooth</i> , código digital ou outra autenticação baseada em celular. A Mobike tem uma frota de mais de 5 milhões de bicicletas em 130 cidades do mundo. Essas bicicletas são usadas por 100 milhões de clientes, os quais, coletivamente, fazem uma média de 20 milhões de viagens diariamente.
ZTE	A ZTE foi fundada em 1985 e é líder global em telecomunicações e TI. Investe aproximadamente 12%-15% da sua receita em P&D. Os principais produtos mais tradicionais são equipamentos sem fio (<i>wireless</i>) de telecomunicações de dados celulares e <i>software</i> de telecomunicações. A empresa investe de forma contínua em P&D de produtos como 5G, roteadores de ponta (<i>high-end</i>), LTE, SDN, GPON e <i>core chips</i> .
Gree	A Gree Electric Appliances é a maior empresa de condicionadores de ar do mundo. Foi fundada em 1991. Investe cerca de US\$ 140 milhões de dólares em P&D a.a. O investimento em P&D como proporção da receita da empresa é relativamente baixo, cerca de 1%, mas a empresa tem mais de 8 mil patentes registradas.
Lenovo	Multinacional chinesa fundada em 1984. A empresa projeta, desenvolve computadores pessoais, <i>tablets</i> , <i>smartphones</i> , estações de trabalho, servidores, dispositivos de armazenamento eletrônico e outros itens. A Lenovo possui centros de P&D na China, no Japão, no Brasil, no Taipé Chinês e nos Estados Unidos. A companhia investe cerca de US\$ 500 milhões em P&D globalmente a.a. Possui cerca de 3.500 engenheiros de P&D.
BOE	Empresa fundada em 1993. É o principal fornecedor mundial de semicondutores de tecnologias de tela (<i>display</i>). Produtos da companhia são amplamente utilizados em telefone celular, <i>tablet</i> , <i>notebook</i> , monitor, televisão etc. Investe cerca de US\$ 450 milhões em P&D a.a.
Haier	Criada em 1984, a empresa projeta, desenvolve e fabrica eletrodomésticos. O investimento em P&D representa 4% de seu faturamento a.a. e a companhia dispõe de 8.150 funcionários empregados em inovação no mundo.
Mindray	Empresa criada em 1991, produz equipamentos médicos e soluções nas áreas de monitoramento e vida do paciente, suporte, diagnóstico <i>in vitro</i> e imagens médicas. Possui uma rede global de P&D com centros de pesquisa em Seattle, Nova Jersey, Shenzhen, Pequim, Nanjing, Chengdu e Xian. Investe cerca de 10% de sua receita de vendas a.a. em P&D.
Microport	Criada em 1998, a empresa é fabricante de dispositivos médicos para diversas áreas médicas, incluindo cardiologia, radiologia intervencionista, ortopedia, eletrofisiologia e gerenciamento cirúrgico. Tem foco em inovação tecnológica, com mais de 1.600 patentes registradas.
Chi-Med	Fundada em 2000, a empresa se concentra no desenvolvimento de terapêuticos inovadores em oncologia e doenças autoimunes.

Elaboração do autor.

Obs.: LTE – *long-term evolution*; SDN – *software-defined networking*; GPON – *gigabit passive optical network*.

SISTEMA DE INOVAÇÃO NA EUROPA

1 INTRODUÇÃO

O Brasil não é pequeno. Considerando as atividades de indústria e de alguns serviços específicos, o país dispõe da metade do número total de empresas de todos os quinze países europeus¹⁸ selecionados para comparação, conforme pode ser observado na tabela 19. O Brasil tem, portanto, um número considerável de firmas, mas elas precisam crescer ainda mais, ganhar escala e aumentar significativamente sua produtividade.

Em 2017, o PIB da economia brasileira foi de aproximadamente US\$ 2,0 trilhões e o da economia europeia, US\$ 16,0 trilhões, segundo dados do FMI. Considerando apenas o número total de empresas do setor industrial e de serviços específicos, a economia europeia, mesmo tendo o dobro de empresas, gerou oito vezes mais valor adicionado que a economia brasileira. É evidente que o dinamismo de uma economia não é apenas caracterizado pelas companhias de segmentos industriais e de serviços específicos, pois há representantes de diversas atividades, como comercialização, distribuição, infraestrutura e outras, que agregam valor importante à produção. No entanto, a comparação entre o grupo de empresas selecionadas e o PIB mostra que a produtividade média das firmas brasileiras é muito menor que a da Europa. A economia brasileira é caracterizada por uma dispersão muito grande de produtividade entre as empresas.

Apesar da grande diferença da produtividade média quando são comparadas as empresas brasileiras e europeias, é possível observar que as companhias industriais e de serviços brasileiras não estão paradas. O número de empresas inovadoras que procuram lançar novos produtos e processos no mercado é relativamente grande no Brasil, quando comparado ao de países europeus. Na Europa, 56 mil das 346,7 mil firmas lançaram produtos ou processos novos no mercado. No Brasil, 38,6 mil de um total de 113,4 mil inovaram. O dinamismo da economia brasileira também pode ser observado nas empresas que, apesar de não terem lançado produtos e processos novos no mercado, implementaram inovações organizacionais ou de *marketing*. São 36 mil empresas no Brasil e 33 mil empresas nos quinze países da UE.

A inovação não tem a mesma qualidade para todas as empresas. As empresas são diferentes e as inovações não são as mesmas. A intensidade de conhecimento

18. Este texto usou as informações da Europa dos 15. Esse agrupamento de países europeus é utilizado em sondagens e estudos que consideram Áustria, Bélgica, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Holanda, Portugal, Espanha, Suécia e Reino Unido, como mencionado. Toda referência à UE e à Europa neste texto diz respeito à base de dados da CIS para esses quinze países.

necessário para uma firma lançar novos produtos e processos é diferente – por isso, a inovação não é a mesma para todas. As inovações de maior impacto sobre a produtividade das empresas são aquelas que mudam sua rotina, alterando a forma como essas empresas se relacionam no mercado. As companhias mais produtivas são aquelas que lançam ao mesmo tempo produtos e processos novos no mercado.

O desenvolvimento de inovações de produtos e processos simultaneamente mostra um perfil de empresa mais inovadora, que inova com mais conhecimento, que reformula sua linha de produção com mais intensidade. Entre as 38,6 mil companhias que inovaram no Brasil, 15,7 mil realizaram inovações de produto e processo simultaneamente. Na Europa, das 57,8 mil firmas que inovaram, 68,7 mil lançaram novos produtos e processos ao mesmo tempo.

Dinamizar ainda mais o ambiente inovador, lançar simultaneamente produtos e processos novos, é um dos grandes desafios das empresas brasileiras. Melhorar esse dinamismo pode aproximar as companhias brasileiras da fronteira tecnológica e reduzir as diferenças de produtividade observadas em comparação com a UE.

Ressalta-se que o número de empresas que abandonaram projetos de inovação é maior no Brasil – 3,2 mil firmas brasileiras abandonaram projetos de inovação no ano. Na Europa 2,1 mil empresas abandonaram suas iniciativas de lançar produtos e processos novos no ano. A infraestrutura de suporte às atividades de financiamento à inovação, a estrutura laboratorial de testes de produtos e de certificação de processos, a infraestrutura de comercialização e distribuição e a burocracia estão associadas ao maior número de abandono de projetos de inovação. São fatores que frustram a dinâmica de inovação das firmas industriais e de serviços no Brasil. Nos países mais desenvolvidos tecnologicamente, como os europeus aqui tratados, o ambiente de negócios é mais amigável para a empresa que quer inovar, e isso diminui o número de companhias que possuem projetos de inovação frustrados.

A tabela 19 indica que há um grupo de empresas líderes no Brasil com uma dinâmica de inovação diferente da média. Essas empresas participam da MEI.¹⁹ A maioria das 152 empresas que participam da MEI – 141 – lançou produtos e/ou processos de inovação e somente 8 fizeram inovações apenas de organização e *marketing*. O percentual de inovadoras neste grupo de empresas é muito superior à média nacional. Ressalta-se também que 113 firmas que compõem a MEI lançaram produtos e processos simultaneamente, o que demonstra uma capacidade de inovação com maior intensidade de conhecimento – apenas sete delas abandonaram projetos de inovação. Esses indicadores explicitam que há uma capacidade maior de inovação nas empresas que compõem a MEI.

19. Para este trabalho, foi considerada uma amostra representativa das empresas que participam da MEI, coordenada pela CNI. Desta mobilização, participam cerca de trezentas companhias. Identificaram-se os Cadastros Nacionais da Pessoa Jurídica (CNPJs) daquelas que participaram das reuniões do Comitê de Líderes da MEI em 2018 e 2019. A amostra considera os CNPJs distintos a oito dígitos. Esses CNPJs foram levados ao IBGE, que extraiu uma tabulação especial da Pintec de 2017 das empresas respondentes, ficando a amostra final composta por 152 empresas.

TABELA 19
Brasil e Europa: número de empresas inovadoras

Indicador/agrupamento de empresas	Brasil	Europa dos 15	MEI 152
Total de empresas	113.414 (100%)	346.788 (100%)	152 (100%)
Total de empresas que implementaram inovação de produto e/ou processo	38.593 (34%)	57.878 (16,7%)	141 (92,8%)
Total de empresas que implementaram apenas inovações organizacionais e/ou de <i>marketing</i>	36.002 (31,7%)	33.511 (9,7%)	8 (5,3%)
Total de empresas que implementaram inovação de produto	21.669 (18,1%)	44.269 (12,8%)	132 (86,8%)
Total de empresas que implementaram inovação de processo	32.694 (28,8%)	34.564 (10,0%)	122 (80,3%)
Total de empresas que implementaram inovação de produto e processo	15.770 (13,9%)	68.767 (19,8%)	113 (74,3%)
Total de empresas com projetos de inovação incompletos	7.667 (6,8%)	11.857 (3,4%)	31 (20,4%)
Total de empresas com projetos de inovação abandonados	3.181 (2,8%)	2.128 (0,6%)	7 (4,6%)

Fonte: Pintec/IBGE, 2017; e CIS/Eurostat, 2016.
 Elaboração do autor.

A intensidade de P&D em relação ao total de investimento em inovação é também um importante indicador de intensidade de conhecimento envolvido na inovação. Quanto mais necessidade de conhecimento para inovação, maior o impacto da inovação na produtividade da empresa e da economia de um país. A tabela 20 apresenta diversos indicadores de taxa de inovação médios para o Brasil e Europa e para as empresas da MEI/CNI.

Os dados mostram que o esforço de P&D médio das empresas europeias é maior que o das empresas brasileiras. De acordo com a tabela 20, 58,06% dos investimentos totais em inovação são realizados nas atividades de P&D. No Brasil, em média, 37,64% dos dispêndios totais em atividades de inovação são realizados com P&D. As empresas da MEI se aproximam muito mais das europeias do que a média brasileira, pois empregam 52,58% do investimento total em inovação em atividades de P&D. Esse indicador mostra uma forte distinção entre as atividades médias de inovação no Brasil e as das firmas da MEI.

A escala de investimento em inovação também é especialmente importante para inovações de maior intensidade de conhecimento. As economias de aglomeração e de escala nas áreas de desenvolvimento de novos produtos e processos são reconhecidas como um fator de competitividade das empresas. No Brasil, a escala média de investimento total em inovação é muito baixa quando comparada com a Europa. Em média, as firmas brasileiras investem US\$ 527,95 mil anualmente em atividades inovativas.²⁰ Na Europa, a escala média de investimento é quase três vezes maior – as empresas europeias investem em média US\$ 1,345 milhão.

20. De acordo com o *Manual de Oslo*, as atividades de inovação incluem todas as etapas científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais que conduzem às inovações. Disponível em: <<https://bit.ly/3ykKHTJ>>.

TABELA 20
Brasil e Europa: taxas de inovação

Indicador/agrupamento de empresas	Brasil	Europa dos 15	MEI 152
Esforço de P&D = investimento em P&D (US\$)/investimento total (US\$) x 100	37,64%	58,06%	52,58%
Investimento médio em inovação = total de investimento (US\$ 1 mil)/total de inovadoras (N)	US\$ 527.950	US\$ 1.345.230	US\$ 43.088.490
Investimento médio em P&D = total de investimento em P&D (US\$ 1 mil)/total de inovadoras (N)	US\$ 198.750	US\$ 781.060	US\$ 22.657.660
Taxa de inovação = total de inovadoras de produto e/ou processo (N)/total de empresas (N) x 100	34,03%	62,55%	92,76%
Taxa de inovação de produto = total de inovadoras de produto (N)/total de empresas (N) x 100	19,11%	12,77%	86,84%
Taxa de inovação de processo = total de inovadoras de processo (N)/total de empresas (N) x 100	28,83%	9,97%	80,26%
Taxa de inovação de produto e processo = total de inovadoras de produto e processo (N)/total de empresas (N) x 100	13,90%	19,83%	74,34%
Taxa de inovação organizacional e/ou marketing = total de inovadoras em organização e marketing (N)/total de empresas (N) x 100	31,74%	9,66%	5,26%
Taxa de abandono de projetos de inovação = total de empresas com projetos de inovação abandonados (N)/total de empresas (N) x 100	2,80%	0,61%	4,61%

Fonte: Pintec/IBGE, 2017; e CIS/Eurostat, 2016.

Elaboração do autor.

Obs.: N – número absoluto.

A escala de investimento em inovação é também pequena quando são observados os indicadores de dispêndios em P&D. No Brasil, as empresas investem em média US\$ 198,75 mil em P&D a.a. Anualmente, as companhias europeias investem US\$ 781,06 mil, ou seja, quase quatro vezes mais em P&D que a média das firmas brasileiras. Essa escala é especialmente relevante para inovações mais radicais, e também proporciona as economias de escopo, de diversificação, próprias das atividades criativas, as quais permitem a abertura de novas e diferentes áreas de investigação e o lançamento de inovações futuras.

As empresas da MEI têm escala e intensidade de investimento em conhecimento próximas dos países da fronteira tecnológica mundial. Essas empresas investem em média US\$ 43 milhões em atividades inovativas para lançar produtos e processos. É por isso que 93% das companhias lançam inovações periodicamente. A escala de investimento se reflete também nos valores que são despendidos anualmente em atividades de P&D: as empresas da MEI investem anualmente US\$ 22 milhões; destas, 74% lançam novos produtos e processos conjuntamente. Esses indicadores mostram que a dinâmica de inovação das firmas da MEI pode ser caracterizada como uma dinâmica de padrão mundial, que tem condições de acompanhar o deslocamento da fronteira tecnológica dos países mais desenvolvidos tecnologicamente.

2 DESENVOLVIMENTO DA INOVAÇÃO NOS MERCADOS EUROPEU E BRASILEIRO

A capacidade de um país desenvolver inovações tecnológicas está associada não apenas ao seu esforço e ao tipo de inovação que ele desenvolve. É importante que suas unidades produtivas liderem a inovação tecnológica e, desta forma, criem capacitações internas que são especificamente desenvolvidas ao longo da metodologia de criação de novos produtos e processos. Liderar e cooperar para realizar inovações tecnológicas é a chave para criar capacitações de longo prazo.

As empresas industriais mais modernas e criativas detêm vantagens dinâmicas que vão além de vantagens estáticas de curto prazo. A estruturação de uma dinâmica própria capaz de explorar economias de escala e escopo faz parte do aprendizado e das capacitações dinâmicas de longo prazo. O aprendizado e a liderança no processo de inovação demandam não somente corretas estratégias empresariais, mas também experiência acumulada em atividades de financiamento da inovação, no melhor aproveitamento de infraestruturas internas e externas às firmas, entre outras vantagens competitivas que são adquiridas com a experiência em inovações.

A tabela 21 mostra que, na economia da Europa, para 73.129 empresas inovadoras, a empresa é a principal desenvolvedora da inovação tecnológica. Há um grupo significativo de firmas, 30.933, que desenvolvem também a inovação em cooperação com outras firmas ou institutos. A inovação que é desenvolvida por outras firmas ou institutos é bem menor na Europa, 2.184. No caso do Brasil, 26.227 companhias são as principais responsáveis pelo desenvolvimento da inovação; apenas 1.526 desenvolvem a inovação em cooperação com outras companhias ou institutos. É significativo, entretanto, o número de empresas cuja inovação é desenvolvida por outras empresas ou institutos, 3.731.

TABELA 21
Brasil e Europa: responsáveis pela inovação

Indicador/agrupamento de empresas	Brasil	Europa dos 15	MEI 152
A empresa é a principal responsável pelo desenvolvimento da inovação	26.227	73.129	143
A empresa desenvolve a inovação em cooperação com outras empresas ou institutos	1.526	30.933 ¹	50
A inovação é desenvolvida por outras empresas ou institutos	3.731	2.184	34

Fonte: Pintec/IBGE, 2017; e CIS/Eurostat, 2016.

Elaboração do autor.

Nota: ¹ Informação referente a 2014.

Nos países mais desenvolvidos tecnologicamente, como no caso da economia europeia, é cada vez mais intensa a construção de economias inovadoras, que dependem menos de inovações momentâneas e estáticas e mais de vantagens competitivas construídas pela trajetória de capacitação tecnológica das empresas. A cooperação com o sistema nacional de inovação e a sintonia com o que

acontece no mundo tornam as inovações a alavanca para o crescimento da produtividade da economia.

A tabela 22 mostra que o núcleo de empresas da MEI possui capacidade de inovação que se assemelha aos melhores padrões internacionais: 67% desenvolvem inovações *in house*. Esse percentual é muito superior ao da média das inovações que acontecem no Brasil. Na média, apenas 68% das empresas brasileiras desenvolvem inovações internamente. O percentual médio de cooperação das companhias brasileiras é muito abaixo do mundial – em média, apenas 4% das empresas desenvolvem inovações em cooperação. Na Europa, este percentual é de 55%. Para empresas da MEI, 35% das inovações são realizadas em cooperação, indicador que se aproxima em muito da média dos países europeus. O desenvolvimento de inovações fora da empresa alcança 10% na média brasileira. Na Europa, apenas 17% das inovações são desenvolvidas fora da empresa; no caso da MEI, semelhante à dinâmica de inovação das firmas europeias, apenas 24% das inovações são realizadas fora da empresa.

TABELA 22
Brasil e Europa: taxa de inovação *in house*
(Em %)

Indicador/agrupamento de empresas	Brasil	Europa dos 15	MEI 152
Inovações <i>in house</i> do produto e/ou processo = empresa principal responsável pela inovação (N)/total de empresas inovadoras (N) x 100	68	34	67
Inovações com cooperação de produto e/ou processo = empresa que coopera (N)/total de empresas inovadoras (N) x 100	4	55 ¹	35
Inovações desenvolvidas fora da empresa = empresa que desenvolve inovação fora (N)/total de empresas inovadoras (N) x 100	10	17	24

Fonte: Pintec/IBGE, 2017; e CIS/Eurostat, 2016.

Elaboração do autor.

Nota: ¹ Informação referente a 2014.

3 INVESTIMENTOS EM ATIVIDADES DE INOVAÇÃO NA EUROPA E NO BRASIL

As empresas da MEI são responsáveis por aproximadamente um terço de todo o investimento em inovação realizado pelas 113 mil empresas industriais e de serviços selecionados da economia brasileira. No entanto, o Brasil ainda investe pouco em inovação. A Europa investe dez vezes mais no desenvolvimento de novos produtos e processos que o Brasil, o qual investiu recentemente US\$ 20,3 bilhões anuais em atividades de inovação. Por sua vez, a Europa investiu, no mesmo período, US\$ 291,8 bilhões anuais em inovação, conforme mostrado na tabela 23.

As empresas inovadoras na Europa investem aproximadamente 26 vezes mais em P&D que as brasileiras: investiram no ano US\$ 209 bilhões em atividades de P&D internas e externas. O investimento das empresas inovadoras

no Brasil nessas atividades foi de US\$ 8,1 bilhões. As empresas da MEI foram responsáveis pelo investimento de uma grande parte da P&D – US\$ 3,8 bilhões.

A aquisição de máquinas e equipamentos para inovação é também expressiva no caso das empresas inovadoras europeias. Essas empresas investiram US\$ 61,4 bilhões na compra de máquinas e equipamentos – isso é oito vezes superior ao investido pelas empresas brasileiras. As companhias brasileiras investiram no mesmo período US\$ 7 bilhões em novas máquinas e equipamentos e as da MEI foram responsáveis por 9% desses investimentos.

TABELA 23

Brasil e Europa: investimentos em atividades de inovação
(Em US\$ 1 mil)

Indicador/agrupamento de empresas	Brasil	Europa dos 15	MEI 152
Investimento total em inovação	20.369.287	291.791.978	6.075.477
Investimento total em atividades internas de P&D	6.137.445	169.419.233	3.194.730
Aquisição externa de P&D	2.025.740	39.344.035	590.639
Aquisição de outros conhecimentos externos	564.174	5.181.637	278.462
Aquisição de máquinas e equipamentos para inovação	7.352.264	61.408.638	786.427
Investimento em treinamento	224.523	28.648 ¹	21.934
Outros dispêndios em inovação	2.803.031	31.162.896	1.225.219

Fonte: Pintec/BGE, 2017; e CÍE/Eurostat, 2016.

Elaboração do autor.

Nota: ¹ Informação referente a 2014.

O Brasil conta com 38.593 empresas inovadoras. É um número expressivo quando comparado com o de empresas inovadoras na Europa, que conta com 216.908. No entanto, a Europa tem um número expressivo de empresas que investem em atividades de P&D – a tabela 24 mostra que mais de 82 mil firmas investiram em atividades internas de P&D, dez vezes mais que na economia brasileira. O Brasil conta com 7,3 mil empresas que realizam atividades internas de P&D, ou seja, menos de 19% das firmas brasileiras realizam essas atividades.

Nas companhias da MEI, 132 realizaram atividades internas de P&D, ou seja, 86,3%. A maior parte dessas empresas também compra máquinas e equipamentos e realiza atividades de treinamento da mão de obra para inovação.

TABELA 24

Brasil e Europa: empresas envolvidas em atividades de inovação

Indicador/agrupamento de empresas	Brasil	Europa dos 15	MEI 152
Empresas que investiram em atividades internas de P&D	7.324 (6,5%)	82.105 (23,7%)	132 (86,8%)
Empresas que realizaram aquisição externa de P&D	2.318 (2,0%)	31.627 (9,1%)	72 (47,4%)
Empresas que adquiriram outros conhecimentos externos	5.390 (4,8%)	16.340 (4,7%)	25 (16,4%)
Empresas que realizaram aquisição de máquinas e equipamentos para inovação	22.798 (20,1%)	54.667 (15,8%)	81 (53,3%)
Empresas que investiram em treinamento	12.776 (11,3%)	33.236 (9,6%)	70 (46,1%)

Fonte: Pintec/IBGE, 2017; e CIS/Eurostat, 2016.
Elaboração do autor.

Quando as empresas decidem inovar, a incerteza tecnológica é uma variável crítica. A necessidade de rotinas de busca e seleção de tecnologias e de aprendizado é específica das empresas. As que têm estruturas próprias de P&D e contratos de cooperação com institutos e universidades, ou mesmo com outras empresas, têm uma rotina de aprendizado maior. É possível observar, na tabela 25, que é maior a importância da compra de máquinas e equipamentos nos dispêndios totais de atividades de inovação – na média, 36% dos dispêndios em atividades de inovação são realizados com a compra de máquinas e equipamentos no Brasil.

Nas empresas da MEI, a importância da compra de máquinas e equipamentos se equipara à das firmas europeias. Essas aquisições representam 13% para as empresas da MEI e 21% para as da Europa.

É necessário aperfeiçoar ainda mais a trajetória tecnológica das empresas da MEI. A natureza cumulativa do conhecimento tecnológico é sempre ressaltada nos processos de competição entre as companhias. Nas firmas europeias, um indicador relevante para mensurar esse padrão de competição é a importância do P&D em relação a todas as atividades de geração de conhecimento realizadas pela empresa. Na Europa, 79% dos investimentos em conhecimento realizados pelas empresas são feitos em P&D *in house*. No Brasil, esse percentual é de 70%.

As tecnologias, cada vez mais, deixam de ser um conjunto de conhecimentos facilmente adquiríveis no mercado. Com o passar do tempo, com o processo de aprendizado, elas passam a ser um conjunto variado de conhecimentos que necessitam ser construídos dentro das empresas, na sua forma de organizações, rotinas e equipes.

TABELA 25
Brasil e Europa: importância das atividades de inovação
 (Em %)

Indicador/agrupamento de empresas	Brasil	Europa dos 15	MEI 152
Esforço de P&D <i>in house</i> = investimento em P&D interno (US\$)/investimento em P&D interno, externo e aquisição de outros conhecimentos externos (US\$) x 100	70	79	79
Importância do investimento em máquinas e equipamentos para inovação = total de investimento em máquinas e equipamentos (US\$ 1 mil)/total de investimento (US\$ 1 mil) x 100	36	21	13
Importância do investimento em treinamento = total de investimento em treinamento para inovação (US\$ 1 mil)/total de investimento para inovação (US\$ 1 mil) x 100	1	0,01	0,36

Fonte: Pintec/IBGE, 2017; e CIS/Eurostat, 2016.
 Elaboração do autor.

4 FUNDOS PÚBLICOS EUROPEUS E BRASILEIROS PARA INOVAÇÃO

O compartilhamento de risco tecnológico entre os setores público e privado é crítico para a inovação. A tabela 26 apresenta o percentual de empresas que obtiveram fundos públicos para suas atividades de inovação no Brasil e na UE, mostrando que, na média, é maior o percentual das que dispõem de fundos públicos para suas atividades de inovação na UE, em especial porque esses países possuem fundos para incentivar as atividades de inovação em diversas instâncias do setor público.

TABELA 26
Brasil e Europa: fundos públicos para atividades de inovação
 (Em %)

Indicador/agrupamento de empresas	
Brasil	
Fontes de financiamento públicas – atividades de P&D	7
Fontes de financiamento públicas – demais atividades de inovação	8
MEI 152	
Fontes de financiamento públicas – atividades de P&D	6
Fontes de financiamento públicas – demais atividades de inovação	3
Europa dos 15	
Empresas que receberam fundos da UE	8
Empresas que receberam fundos dos governos centrais – inclui agências de governos e ministérios	23 ¹
Empresas que receberam fundos das autoridades locais ou regionais	13
Empresas que receberam quaisquer fundos públicos	39
Empresas que receberam fundos do 7th Framework Programme	5

Fonte: Pintec/IBGE, 2017; e CIS/Eurostat, 2016.
 Elaboração do autor.

Nota: ¹ Informação referente a 2014.

Na Europa, 23% das empresas receberam apoio dos governos centrais, incluindo agências de governos e ministérios. No Brasil, o número comparável com estes percentuais europeus é o daquelas empresas que receberam fontes de financiamento às atividades de P&D. Apenas 7% dos investimentos em P&D das firmas brasileiras receberam fundos públicos. Nas empresas da MEI, 6% das suas atividades de P&D foram financiadas pelo setor público.

A UE, no entanto, conta com um regime de incentivos muito mais extenso para as atividades de inovação nas empresas: i) 8% das firmas receberam fundos provenientes da UE e 5% receberam apoio do 7th Framework Programme; ii) as autoridades locais e regionais deram apoio para 13% das companhias; e iii) 39% das empresas europeias declararam que recebem apoio de algum fundo público não específico.

A rede de apoio pública para inovação na UE também é muito mais extensa que no caso do Brasil. Além disso, os instrumentos de inovação são mais focados e direcionados para empresas que realizam rotinas internas de P&D. Por um lado, os instrumentos de apoio impulsionam aquelas firmas que já têm rotina, que já aprenderam com a experiência passada em inovação. Por outro lado, os mecanismos de incentivo são direcionados para empresas que querem fazer inovações com frequência e com novas estratégias de longo prazo. O foco das ações de políticas dos fundos públicos é a chave para os ganhos de produtividade das firmas europeias.

No Brasil, o baixo percentual de empresas que encontram suporte para suas atividades de inovação mostra que é importante colocar em prática uma nova geração de políticas, compartilhadas entre os setores público e privado. Ainda há restrições importantes na decisão das empresas de correr risco tecnológico. Estas restrições estão baseadas na falta de políticas públicas adequadas. A falta de apoio público às atividades de maior risco tecnológico faz com que as companhias busquem inovações com menor impacto na sua produtividade e na economia.

A decisão de buscar novos recursos para realizar inovação tecnológica é especialmente restringida pela disponibilidade de fundos para financiamento à ciência e à inovação no Brasil. A empresa no Brasil estabelece sua estratégia de investimento levando em conta este tipo de restrição, e isso implica um investimento subótimo na criação de conhecimento novo.

5 COOPERAÇÃO PARA INOVAÇÃO NA EUROPA E NO BRASIL

A disponibilidade de recursos públicos para inovação pode alterar as estratégias de inovação das empresas. O foco das políticas públicas europeias é incentivar a construção de novas competências nas firmas, e essa construção depende também da forma como essas firmas estabelecem laços de cooperação com outras firmas,

universidades, clientes, fornecedores de máquinas e equipamentos e demais agentes das redes de conhecimento relevantes para sua inovação tecnológica.

A tabela 27 mostra que é muito mais extensa a rede de cooperação estabelecida entre as empresas europeias e as diversas possibilidades de associação para inovação. Mais de 46 mil companhias europeias estabelecem relação de cooperação para inovação com os seus clientes e fornecedores. No Brasil, apesar de o país contar com um número expressivo de inovadores quando comparado com a Europa, apenas 4 mil empresas estabelecem laços de cooperação com os clientes e com os fornecedores para inovação. Este tipo de cooperação é maior entre as 152 empresas da MEI, pois 64 estabelecem cooperação para inovação com seus clientes, ou seja, 42%. Com os fornecedores, 54 firmas realizam cooperação para inovação, ou seja, 35%. A cooperação das empresas chinesas para inovação é de 74%, segundo dados do CSY de 2018.

TABELA 27

Brasil e Europa: empresas que cooperaram para inovação

Indicador/agrupamento de empresas	Brasil	Europa dos 15	MEI 152
Empresas que implementaram inovações em cooperação com os clientes	4.738	46.290	64
Empresas que implementaram inovações em cooperação com os fornecedores	4.324	36.299	54
Empresas que implementaram inovações em cooperação com os concorrentes	2.167	19.247	27
Empresas que implementaram inovações em cooperação com outras empresas do grupo	634	26.698	26
Empresas que implementaram inovações em cooperação com empresas de consultoria	2.640	22.326	55
Empresas que implementaram inovações em cooperação com universidades e institutos	2.318	58.399	84

Fonte: Pintec/BGE, 2017; e CIS/Eurostat, 2016.
Elaboração do autor.

A cooperação em P&D com universidades e institutos de pesquisa no caso brasileiro ainda é muito pouco significativa quando comparada à Europa. No Brasil, aproximadamente 2 mil empresas realizam cooperação com universidades e institutos de pesquisa para inovação. Na Europa, esse número é 25 vezes maior – são 58 mil empresas.

Os indicadores mostram, entretanto, que companhias líderes cooperaram mais que as demais companhias industriais no caso do Brasil, em especial com as universidades. Das 152 empresas da MEI, 84 realizam cooperação com universidades e institutos para inovação. Isso representa mais de 50% das empresas.

A dificuldade de cooperação em P&D das empresas brasileiras com universidades e institutos é um indicador das características da inovação. Isso porque as inovações que exigem maior conhecimento não se realizam na intensidade

necessária para a economia crescer mais rapidamente. O aprendizado para fazer inovação tecnológica não depende somente de fatores internos à firma – a interação entre as empresas, em especial com a produção de ciência, impulsiona a inovação, que impacta de forma mais relevante a produtividade. A combinação entre os recursos internos que a firma acumula e a busca de novos recursos em cooperação com universidades e centros de pesquisa é um fator determinante da competitividade das firmas que precisa ser impulsionado.

LIDERANÇA NA INOVAÇÃO DAS EMPRESAS DA MEI: INTENSIDADE TECNOLÓGICA E TAMANHO

1 INTRODUÇÃO

A inovação depende do esforço individual de cada empresa e também da sua estratégia para absorver conhecimento externo e acumular competências para competição no seu segmento industrial e produtivo. A intensidade tecnológica do segmento de atuação da companhia é, neste caso, relevante. O êxito na inovação é fortemente dependente das trajetórias tecnológicas das empresas no segmento industrial de atuação e da busca constante de recursos novos para inovação. A firma pode também não encontrar no ambiente externo a produção de conhecimento suficientemente adaptada para as suas necessidades.

Dentro do seu segmento industrial, as empresas que fazem opções tecnológicas mais ousadas e investem mais em atividades de inovação tecnológica de maior risco têm maior necessidade de interação cooperativa com o ambiente externo. Isso pode ocorrer mesmo no caso de inovações que envolvam mais intensidade de conhecimento.

O esforço das 152 empresas representativas da MEI pode ser mensurado pelo percentual de receita aplicado em P&D. Estas firmas investem 1,11% da sua RLV em P&D. Considerando que as 113.414 empresas brasileiras investem 0,74% da sua RLV em P&D, as da MEI investem 33,3% a mais em P&D que a média nacional.

As opções tecnológicas da empresa também podem ser impulsionadas pela disponibilidade de oferta de conhecimento no sistema de C&T ou de incentivos governamentais de fomento a P&D, integração universidade-empresa e formação de arranjos cooperativos para a inovação tecnológica – 74% das firmas da MEI implementam inovações de produto e de processo simultaneamente, 61% lançam produtos novos no mercado mundial e 41% lançam processos novos no mercado mundial. As empresas da MEI também cooperam mais para inovação, uma vez que 26% delas lançaram produtos em cooperação com outras empresas.

A tabela 28 mostra que as 152 empresas da MEI estão distribuídas em segmentos com diferentes intensidades tecnológicas de acordo com a classificação da OCDE. A maior parte está em segmentos de alta ou média-alta intensidade tecnológica – são 20 empresas em setores de alta intensidade tecnológica, como farmacêuticas, aeroespacial, computadores e *softwares*, e 63 em segmentos de produção de máquinas e equipamentos, produtos químicos, equipamentos elétricos, veículos e segmentos não específicos de defesa. Nos segmentos de média

intensidade tecnológica, estão 19 firmas, em especial nos segmentos de produtos plásticos, produção de minerais não metálicos, metais básicos, reparação e instalação de máquinas e equipamentos. Nos segmentos de média-baixa intensidade tecnológica, estão 31 companhias dos segmentos de têxteis, papel e celulose, alimentos e outros. Nos segmentos de serviços e energia, estão 19 empresas.

TABELA 28
Setor e escala das empresas inovadoras da MEI

Indicador/agrupamento de empresas	Total de empresas	Total de empresas (%)	Empresas inovadoras	Empresas inovadoras (%)	Empresas inovadoras de produto e processo	Empresas inovadoras de produto e processo (%)
Total	152	100	141	100	113	100
Intensidade tecnológica						
Alta	20	13	20	14	18	16
Média-alta	63	41	60	43	48	42
Média	19	13	19	13	15	13
Média-baixa	31	20	27	19	22	19
Serviços e energia	19	13	15	11	10	9
Tamanho						
10-249	8	5	6	4	3	3
250-499	12	8	10	7	8	7
500 e mais	132	87	125	89	102	90

Fonte: Pintec/IBGE, 2017; e CIS/Eurostat, 2016.
Elaboração do autor.

O diferencial de tamanho das empresas da MEI é também um fator de competitividade importante, porque possibilita obter retornos crescentes de escala e aumenta as chances de inovar. Das 152 empresas da MEI, 132 têm quinhentas ou mais pessoas ocupadas. Os retornos crescentes de escala estão presentes sempre que a produção da firma aumenta mais que proporcionalmente ao aumento dos fatores de produção por ela utilizados. Esses retornos internos às companhias são especialmente relevantes na presença de risco tecnológico e em investimentos em P&D.

Além da escala de produção, as mudanças tecnológicas tornam a produção mais flexível e capaz de gerar múltiplos produtos. Há oportunidades que são aproveitadas pelas empresas da MEI que estão associadas ao desenvolvimento de tecnologia multiproduto com mais de uma escala ótima de produção. Isso possibilita também auferirem economias internas de escopo.

O tamanho da companhia afeta as chances de alcançar a inovação tecnológica, porque as inovações dependem de escala de investimento. As tabelas 29 e 30 mostram que a maior parte dos investimentos em inovações das empresas da MEI, mais de 98%, é realizada por firmas que têm quinhentas ou mais pessoas ocupadas – este

investimento afeta diretamente o desempenho e a produtividade. Por serem pioneiras na inovação, estas empresas obtêm vantagens maiores nas suas inovações, uma vez que são inovações novas para o mercado. Liderança e lançamento de novos produtos ou processos são fortemente correlacionados, e é por isso que a maior parte da inovação de produto novo ou processo novo para o mercado é feita por estas empresas líderes.

TABELA 29
Investimento e conhecimento das empresas da MEI

Indicador/agrupamento de empresas	Investimento total em inovação (US\$ 1 mil)	Investimento em P&D interno (US\$ 1 mil)	Investimento em P&D externo (US\$ 1 mil)
Total	6.075.477 (100%)	3.194.730 (100%)	590.639 (100%)
Intensidade tecnológica			
Alta	1.749.612 (28,8%)	1.064.737 (33,3%)	223.460 (37,8%)
Média-alta	2.012.141 (33,1%)	881.396 (27,6%)	153.904 (26,1%)
Média	278.049 (4,6%)	141.575 (4,4%)	5.153 (0,9%)
Média-baixa	1.593.775 (26,2%)	865.175 (27,1%)	-
Serviços e energia	441.900 (7,3%)	241.847 (7,6%)	-
Tamanho			
10-249	53.036 (0,9%)	52.107 (1,6%)	0
250-499	67.352 (1,1%)	33.918 (1,1%)	7.573 (1,3%)
500 e mais	5.955.089 (98,0%)	3.108.704 (97,3%)	583.066 (98,7%)

Fonte: Pintec/IBGE, 2017; e CIS/Eurostat, 2016.
Elaboração do autor.

TABELA 30
Investimento em máquinas e equipamentos e treinamento por inovação das empresas da MEI

Indicador/agrupamento de empresas	Máquinas e equipamentos (US\$ 1 mil)	Treinamento (US\$ 1 mil)
Total	786.427 (100%)	21.934 (100%)
Intensidade tecnológica		
Alta	122.953 (15,6%)	2.827 (12,9%)
Média-alta	329.653 (41,9%)	11.525 (52,5%)
Média	63.073 (8,0%)	226 (1,0%)
Média-baixa	188.416 (24,0%)	7.062 (32,2%)
Serviços e energia	82.332 (10,5%)	295 (1,3%)
Tamanho		
De 10 a 249	0	-
De 250 a 499	18.806 (2,4%)	-
Com 500 e mais	767.621 (97,6%)	20.977 (95,6%)

Fonte: Pintec/IBGE, 2017; e CIS/Eurostat, 2016.
Elaboração do autor.

As empresas da MEI são responsáveis também por impulsionar a internacionalização das companhias no Brasil. A tabela 31 mostra que a cooperação com o exterior está presente nas estratégias empresariais das firmas da MEI. Essa internacionalização com foco na inovação tecnológica das empresas industriais brasileiras é relevante para os ganhos de competitividade.

TABELA 31
Cooperação com o exterior para inovação das empresas da MEI

Indicador/agrupamento de empresas	Parceiro no exterior					
	Clientes	Fornecedores	Concorrentes	Outras empresas do grupo	Consultoria	Universidade e institutos
Total	13	7	2	-	1	7
Intensidade tecnológica						
Alta	2	6	3	2	2	1
Média-alta	7	7	6	11	1	1
Média	1	6	2	4	-	2
Média-baixa	2	3	2	4	3	1
Serviços e energia	1	1	1	2	1	2
Tamanho						
10-249	-	2	-	0	1	-
250-499	1	1	-	2	-	-
500 e mais	12	20	14	22	6	7

Fonte: Pintec/IBGE, 2017; e CIS/Eurostat, 2016.
Elaboração do autor.

CONCLUSÃO

O Brasil possui empresas líderes com escala de produção suficiente para sustentar investimentos substantivos e contínuos em P&D. A aceleração do crescimento e a sua sustentabilidade dependem da geração de conhecimento novo e da capacidade de transformar este conhecimento em inovação tecnológica. É possível desenvolver ainda mais as capacitações tecnológicas próprias nas corporações e instituições de C&T brasileiras. Isso já é parte da rotina das companhias líderes brasileiras.

A heterogeneidade das firmas no Brasil torna a comparação média de indicadores uma compreensão imperfeita da realidade. Pode-se acelerar o crescimento econômico a partir de setores e estratégias empresariais voltadas para a inovação tecnológica. No Brasil, é possível identificar estratégias competitivas inovadoras de um segmento do empresariado que comanda uma parcela preponderante do produto industrial do país. Cabe aos setores público e privado compartilhar o risco tecnológico e estimular a adoção de um padrão competitivo baseado nas atividades empreendedoras e inovadoras, eliminando entraves burocráticos e desenhando instrumentos de financiamento da pesquisa e da ciência na economia, para que o país seja competitivo em relação às economias inovadoras, a exemplo da China, dos Estados Unidos e da Europa.

O Brasil teria que investir anualmente cerca de R\$ 40 bilhões adicionais em P&D de novos produtos e processos. Para acompanhar e monitorar uma política de investimento em inovação, sugere-se que o Brasil acompanhe a evolução de dez indicadores-chave da inovação:

- P&D como proporção do PIB;
- P&D como proporção da RLV das empresas;
- número de pessoal ocupado em P&D nas empresas;
- número de produtos novos no mercado mundial;
- cooperação com universidades e centros de pesquisa no Brasil e no exterior;
- número de patentes no Brasil e no exterior em relação aos investimentos em P&D;
- publicações e artigos científicos do pessoal envolvido em P&D nas empresas;
- digitalização da produção industrial e uso de inteligência artificial na produção industrial;
- número de empresas nascentes de base tecnológicas; e
- internacionalização com base na inovação de empresas brasileiras.

REFERÊNCIAS

- ABRAMI, R. M.; KIRBY, W. C.; MCFARLAN, F. W. Why China can't innovate. **Harvard Business Review**, p. 107-111, Mar. 2014.
- BAI, C.; ZHANG, Q. Returns to capital and their determinants in China. **World Economy**, v. 10, p. 2-30, 2014.
- BAI, J.; LI, J. Regional innovation efficiency in China: the role of local government. **Innovation: Management, Policy and Practice**, v. 13, n. 2, p. 142-153, 2011.
- BENNER, M.; LIU, L.; SERGER, S. S. Head in the cloud, feet on the ground: research priority setting in China. **Science and Public Policy**, v. 32, n. 9, p. 258-270, 2012.
- CAMPBELL, J. R. Becoming a techno-industrial power: Chinese science and technology policy. **Issues in Technology Innovation**, n. 23, Apr. 2013.
- CAO, C. *et al.* Reforming China's S&T system. **Science**, v. 341, p. 460-462, 2013.
- CHEN, J.; ZHANG, C.; XU, Y. The role of mutual trust in building members' loyalty to a C2C platform provider. **International Journal of Electronic Commerce**, v. 14, n. 1, p. 147-171, 2009.
- CHEN, Y.; YUAN, Y. The innovation strategy of firms: empirical evidence from the Chinese high-tech industry. **Journal of Technology Management in China**, v. 2, n. 2, p. 145-153, 2007.
- EUROPEAN UNION. **Science, research and innovation performance of the EU: a contribution to the open innovation, open science and open to the world agenda**. Luxembourg: European Commission, 2016.
- GUAN, J. *et al.* Technology transfer and innovation performance: evidence from Chinese firms. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 73, p. 666-678, 2006.
- HSIEH, C.-T.; SONG, M. Z. Grasp the large, let go of the small: the transformation of the state sector in China. **Brookings Papers on Economic Activity**, v. 50, n. 1, p. 295-366, 2015.
- HUANG, C. *et al.* Organization, programs and structure: an analysis of the Chinese innovation policy framework. **R&D Management**, 2003.
- KASZNIK, E. Weighing China's 1.1 million patents. **EE Times**, 25 Nov. 2016.
- KINDLON, A. **First comprehensive innovation survey for the United States: data from the 2017 Annual Business Survey**. Alexandria, Virginia: NSF, 2021. Disponível em: <<https://nces.nsf.gov/pubs/nsf21334/>>.

LIU, F.-C. *et al.* China's innovation policies: evolution, institutional structure and trajectory. **Research Policy**, v. 40, p. 917-931, 2011.

LIU, X. *et al.* Beyond catch-up – can a new innovation policy help China overcome the middle income trap? **Science and Public Policy**, v. 44, n. 5, p. 656-669, 2017.

NSF – NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. **Science and engineering indicators 2016**. [s.l.]: NSF, 2016.

OBAMA administration launches competition for three new manufacturing innovation institutes. **The White House**, 9 May 2013. Disponível em: <<https://bit.ly/3G2gKQH>>.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Productivity manual**: a guide to the measurement of industry-level and aggregate productivity growth. Paris: OECD, 2001. (Annex 1 – Glossary of Statistical Terms).

_____. **Reviews of innovation policy**: China. Paris: OECD, 2008.

_____. **OECD science, technology and industry scoreboard 2015**: innovation for growth and society. Paris: OECD Publishing, 2015.

_____. **G20 innovation report 2016**: report prepared for the G20 science, technology and innovation ministers meeting. Beijing: OECD, 4 Nov. 2016.

OSNOS, E. Green giant: Beijing's crash program for clean energy. **The New Yorker**, 21 Dec. 2009. Disponível em: <<https://bit.ly/3ySVaNj>>.

OWEN, G. **Lessons from the US**: innovation policy. Westminster, London: Policy Exchange, 2017.

SANTACREU, A. M. The new world leader in innovation: patent applications. **On The Economy Blog**, 3 July 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/3PvYV0V>>.

SHAPIRA, P.; YOUTIE, J. The innovation system and innovation policy in the United States. *In*: FRIETSCH, R.; SCHÜLLER, M. (Ed.). **Competing for global innovation leadership**: innovation systems and policies in the USA, EU and Asia. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2010. cap. 2, p. 5-29.

SIMON, D. Collaborative innovation: still searching for eureka. **China Economic Quarterly**, p. 46-50, 2012.

SPRINGUT, M.; SCHLAIKJER, S.; CHEN, D. **China's program for science and technology modernization**: implications for American competitiveness. Arlington, Virginia: U.S.-China Economic and Security Review Commission, 2011.

TAN, X.; GANG, Z. **An emerging revolution**: clean technology research, development and innovation in China. Washington: World Resources Institute, 2012. p. 3-4. (Working Paper).

UNITED STATES. Executive Office of the President. **National network for manufacturing innovation**: a preliminary design. Washington: Executive Office of the President; NSTC; AMNPO, 2013.

VERHOEVEN, D.; BAKKER, J.; VEUGELERS, R. Measuring technological novelty with patent-based indicators. **Research Policy**, v. 45, n. 3, p. 707-723, 2016.

WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **World intellectual property report**: breakthrough innovation and economic growth. Geneva: Wipo, 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/3LA3SIX>>.

WOLFE, D. A.; HEPBURN, N. **Technology and innovation centres**: lessons from Germany, the UK and the USA. Toronto: Innovation Policy Lab; Munk School of Global Affairs; University of Toronto, 2014.

WORLD BANK. Escaping the middle-income trap. *In*: _____. **World Bank East Asia and Pacific economic update**: robust recovery, rising risks. Washington: World Bank, 2010. v. 2, p. 27-43.

WÜBBEKE, J. *et al.* Made in China 2025: the making of a high-tech superpower and consequences for industrial countries. **Merics Papers on China**, n. 2, Dec. 2016.

XIE, X. *et al.* What affects the innovation performance of small and medium-sized enterprises in China? **Innovation: Management, Policy and Practice**, p. 271-86, 2013.

YAM, R. C. *et al.* An audit of technological innovation capabilities in Chinese firms: some empirical findings in Beijing, China. **Research Policy**, v. 33, n. 8, p. 1123-1140, 2004.

ZHANG, H.; SONOBE, T. Development of science and technology parks in China, 1988-2008. **Economics**, p. 1-8, 12 Apr. 2011.

ZHU, X. Science policy advisory in China. *In*: LADIKAS, M. (Ed.). **Embedding society in science and technology policy**: European and Chinese perspectives. Brussels: Directorate-General for Research/EU Commission, 2009.

_____. Understanding China's growth: past, present, and future. **Journal of Economic Perspectives**, v. 26, n. 4, p. 103-124, 2012.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

EUROPEAN UNION. **Seventh FP7 monitoring report**: monitoring report 2013. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2015.

FREEMAN, R. Does globalization of the scientific/engineering workforce threaten U.S. economic leadership? **Innovation Policy and the Economy**, v. 6, p. 123-157, 2006.

HERNÁNDEZ, H. *et al.* **The 2014 EU industrial R&D investment scoreboard**. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT; EUROSTAT – EUROPEAN STATISTICAL OFFICE. **Oslo manual**: guidelines for collecting and interpreting innovation data. 3rd ed. Paris: OECD Publishing, 2005.

WOLFE, R. M. Businesses spent \$ 341 billion on R&D performed in the United States in 2014. **InfoBrief**, Aug. 2016.

YOUTIE, J.; SHAPIRA, P. **Inno-policy trendchart**: policy trends and appraisal report. Brussels: European Commission, 2007.

_____. Building an innovation hub: a case study of the transformation of university roles in regional technological and economic development. **Research Policy**, v. 37, p. 1188-1204, 2008.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Coordenação

Aeromilson Trajano de Mesquita

Assistentes da Coordenação

Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Samuel Elias de Souza

Supervisão

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Revisão

Bruna Oliveira Ranquine da Rocha

Carlos Eduardo Gonçalves de Melo

Elaine Oliveira Couto

Lis Silva Hall

Marlon Magno Abreu de Carvalho

Rebeca Raimundo Cardoso dos Santos

Vivian Barros Volotão Santos

Débora Mello Lopes (estagiária)

Maria Eduarda Mendes Laguardia (estagiária)

Editoração

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Mayana Mendes de Mattos

Mayara Barros da Mota

Capa

Aline Cristine Torres da Silva Martins

The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

ISBN: 978-65-5635-045-5



9 786556 350455

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DA
ECONOMIA



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL