

# A VINGANÇA DE PROMETEU: CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E A RECONFIGURAÇÃO DO PODER INTERNACIONAL NO SÉCULO XXI

Luis Fernandes<sup>1</sup>

Ana Saggioro Garcia<sup>2</sup>

Samuel Rufino de Carvalho<sup>3</sup>

Lúcia H. T. Viegas<sup>4</sup>

Este artigo examina a reconfiguração do poder internacional desde o fim da Guerra Fria, incorporando dimensões cruciais de ciência, tecnologia e inovação (CT&I). Acompanhamos a evolução das posições relativas ocupadas por Estados Unidos, União Europeia (UE), China, Japão, Índia, Rússia, Brasil e Coreia do Sul na economia global entre 1990 e 2020 em três dimensões: dinamismo produtivo – medido por participação relativa no produto interno bruto (PIB) mundial calculado por paridade de poder de compra (PPC); dinamismo científico e tecnológico – medido por participação relativa na autoria de artigos publicados em revistas internacionais indexadas; e dinamismo de inovação – medido por participação relativa no registro de patentes no mundo. Para medir e avaliar as mudanças estruturais em curso, adaptamos os índices de Rae e Taylor e de Laakso e Taagepera, comumente usados para aferir graus de fragmentação em sistemas políticos, elaborar índices de concentração/dispersão de poder relativo em cada dimensão e indicar o número e a composição de “potências relativas” no seu âmbito. Os resultados evidenciam a erosão do poder relativo das “potências tradicionais” (Estados Unidos, Europa e Japão), a ascensão acelerada da China e a emergência de novas “potências relevantes” (com destaque para a Índia e a Coreia do Sul), mas com graus diferenciados de difusão/concentração conforme a dimensão considerada. Reforçam a compreensão de que capacidades nacionais em CT&I se tornaram um vetor central da reconfiguração do poder mundial.

**Palavras-chave:** ciência, tecnologia e inovação; desenvolvimento desigual; poder internacional; patentes.

## THE REVENGE OF PROMETHEUS: SCIENCE, TECHNOLOGY, INNOVATION AND THE RECONFIGURATION OF INTERNATIONAL POWER IN THE 21ST CENTURY

This article analyzes the reconfiguration of international power since the end of the Cold War by incorporating crucial dimensions of science, technology and innovation (ST&I). We track the evolution of relative positions occupied by the United States, the European Union, China, Japan, India, Russia, Brazil, and South Korea in the global economy between 1990 and 2020 in three dimensions: production dynamism (measured by relative share in world GDP calculated by Purchasing Power Parity), scientific and technological dynamism (measured by relative share

---

1. Professor e atual diretor do Instituto de Relações Internacionais (IRI) da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio); e professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

2. Professora adjunta do IRI/Puc-Rio. Orcid: <<https://orcid.org/0000-0003-4106-5989>>. E-mail: <[anasaggioro@puc-rio.br](mailto:anasaggioro@puc-rio.br)>.

3. Doutorando em relações internacionais pela PUC-Rio. Orcid: <<https://orcid.org/0000-0002-0146-9658>>. E-mail: <[samuelrc15@gmail.com](mailto:samuelrc15@gmail.com)>.

4. Doutora em ciências em gestão e inovação tecnológica pela Escola de Química (EQ) da UFRJ. Orcid: <[0000-0002-5037-6191](https://orcid.org/0000-0002-5037-6191)>. E-mail: <[lhviegas25@gmail.com](mailto:lhviegas25@gmail.com)>.

in authorship of articles published in indexed international journals), and innovation dynamism (measured by relative share in world patent registration). To measure and evaluate the structural changes in progress, we adapted the Rae and Taylor as well as the Laakso and Taagepera indexes, commonly used to assess fragmentation degrees in political systems, to elaborate relative power concentration/dispersion indexes in each dimension and indicate the number and composition of "relative powers" within them. The results show the erosion of relative power of the "traditional powers" (United States, Europe and Japan), the accelerated Chinese ascension and the emergence of new "relevant powers" (especially India and South Korea), but with different diffusion/concentration degrees according to the dimension considered. They reinforce the understanding that national capacities in ST&I have become a central vector in the reconfiguration of world power.

**Keywords:** science, technology and innovation; uneven development; international power; patents.

## **LA VENGANZA DE PROMETEO: CIENCIA, TECNOLOGÍA, INNOVACIÓN Y LA RECONFIGURACIÓN DEL PODER INTERNACIONAL EN EL SIGLO XXI**

Este artículo examina la reconfiguración del poder internacional desde el final de la Guerra Fría incorporando dimensiones cruciales de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI). Seguimos la evolución de las posiciones relativas que ocupan Estados Unidos, la Unión Europea, China, Japón, India, Rusia, Brasil y Corea del Sur en la economía mundial entre 1990 y 2020 en tres dimensiones: el dinamismo productivo (medido por la cuota relativa en el PIB mundial calculada por la Paridad de Poder Adquisitivo), el dinamismo científico y tecnológico (medido por la cuota relativa en la autoría de artículos publicados en revistas internacionales indexadas) y el dinamismo de la innovación (medido por la cuota relativa en el registro mundial de patentes). Para medir y evaluar los cambios estructurales en curso, adaptamos los índices de Rae y Taylor y de Laakso y Taagepera, comúnmente utilizados para evaluar los grados de fragmentación de los sistemas políticos, para elaborar índices de concentración/dispersión del poder relativo en cada dimensión e indicar el número y la composición de los "poderes relativos" dentro de ellos. Los resultados muestran la erosión del poder relativo de las "potencias tradicionales" (Estados Unidos, Europa y Japón), el ascenso acelerado de China y la aparición de nuevas "potencias relevantes" (especialmente India y Corea del Sur), pero con diferentes grados de difusión/concentración según la dimensión considerada. Refuerzan la idea de que las capacidades nacionales en CTI se han convertido en un vector central en la reconfiguración del poder mundial.

**Palabras clave:** ciencia, tecnología e innovación; desarrollo desigual; poder internacional; patentes.

JEL: O1; O3; F5; F6.

DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/rtm28art2>

Data de envío do artigo: 26/1/2022. Data de aceite: 10/3/2022.

## 1 INTRODUÇÃO

Desde o fim da Guerra Fria, com a dissolução do antigo “bloco soviético” e o próprio desmantelamento da União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS) há três décadas, o mundo vive um profundo e acelerado processo de reconfiguração das relações de poder no sistema internacional. Contrariando os prognósticos dominantes nos anos 1990 (Fukuyama, 1992; Negri e Hardt, 2001; Wohlforth, 1999), as mudanças deflagradas não consolidaram uma Nova Ordem Mundial unipolar sob liderança incontestada dos Estados Unidos.<sup>5</sup> Pelo contrário, tornou-se quase senso comum, na última década, a compreensão de que as mudanças estruturais em curso na economia mundial se caracterizam, precisamente, pelo declínio relativo de poder das potências capitalistas “tradicionais” que ocupavam posições de amplo predomínio sistêmico no século XX (Estados Unidos, Europa Ocidental e Japão) e pela ascensão da China como novo centro de dinamismo produtivo global.

Este artigo examina as mudanças estruturais em curso a partir da evolução das posições relativas ocupadas por países e/ou regiões ao longo das três últimas décadas em três dimensões cruciais da economia política internacional (EPI): a do dinamismo produtivo – medido por participação relativa no produto interno bruto (PIB) mundial calculado por paridade de poder de compra (PPC); a do dinamismo científico e tecnológico – medido por participação relativa na autoria de artigos publicados em revistas internacionais indexadas; e a do dinamismo de inovação – medido por participação relativa na geração de patentes no mundo. A escolha dessas dimensões justifica-se pelo papel cada vez mais central desempenhado pelo conhecimento científico e tecnológico nos processos de geração de riqueza e agregação de valor na economia global a partir da Revolução Científico-Tecnológica (Richta, 1972) operada na segunda metade do século XX e os seus desdobramentos nos novos paradigmas produtivos e tecnológicos do século XXI. Os indicadores usados são “brutos” e limitados para uma compreensão mais detalhada, abrangente e profunda das transformações em curso. Mas utilizados de forma comparada e diacrônica, eles nos fornecem bases empíricas para identificar as tendências predominantes de mudança na correlação de forças no sistema internacional.

Para isso, selecionamos os seguintes países e região para a análise: Estados Unidos, Europa, China, Japão, Índia, Rússia, Brasil e Coreia do Sul. A escolha desses países deu-se pelo grau de importância na economia global, sendo os Estados Unidos, a Europa e o Japão representantes do que chamamos de “potências tradicionais”; e a China, a Índia, a Rússia, a Coreia do Sul e o Brasil, países em

---

5. Joseph Nye incorporou a liderança tecnológica das empresas dos Estados Unidos ao seu conceito de *soft power* para polemizar com os estudiosos que apontavam a perspectiva de declínio relativo do poder dos Estados Unidos no sistema internacional na virada do século (Nye, 2004).

desenvolvimento com economias emergentes ou de renda média.<sup>6</sup> Optamos por agrupar os países europeus membros da União Europeia (UE) em uma única unidade de análise, dado o seu grau de integração econômica e o peso de políticas e instituições econômicas comunitárias (transnacionais) no interior do bloco.<sup>7</sup> Nossa análise abrange as últimas três décadas com recortes anuais em 1990, 2000, 2010 e 2020, englobando, assim, o período de transição do imediato pós-Guerra Fria até os dias atuais.

Para medir a concentração/dispersão relativa de poder em cada dimensão, adaptamos os índices de Rae e Taylor (1970) e de Laakso e Taagepera (1973), comumente usados para medir graus de fragmentação em sistemas partidários e o número de “partidos efetivos” em sistemas de representação multipartidários. Com base neles, elaboramos um índice de concentração/dispersão em cada uma das três dimensões de EPI analisadas e acompanhamos a sua evolução ao longo do período, bem como o número e a composição das “potências relevantes” (análoga à de “partidos efetivos” nos sistemas partidários). Os resultados desses levantamentos evidenciam uma significativa e profunda reconfiguração dos pesos relativos dos países nas três dimensões destacadas, mas com graus diferenciados de difusão/concentração conforme a dimensão. Na conclusão, discutimos as implicações dos dados levantados para a formatação de políticas públicas promotoras de desenvolvimento científico e tecnológico e estruturadoras de sistemas nacionais de inovação em países de renda média como o Brasil.

O título deste artigo faz referência ao mito clássico de Prometeu, punido de forma cruel por Zeus por ter rompido o monopólio divino sobre o conhecimento do fogo. Ao repassar esse conhecimento para “simples mortais”, Prometeu conferiu à humanidade a capacidade de conhecer e transformar o mundo. A “vingança de Prometeu”, no caso, faz referência à capacidade revelada pelos novos polos em ascensão na economia global para enfrentar e superar assimetrias estruturais no domínio do conhecimento do “fogo” (industrial-tecnológico), reconfigurando de forma abrangente e profunda as relações de poder no mundo.

---

6. A classificação de países por níveis de riqueza e desenvolvimento é feita por organizações internacionais com base em diferentes critérios, em particular a renda *per capita* (classificação encontrada em relatórios do Banco Mundial e do Fundo Monetário Internacional – FMI) e o índice de desenvolvimento humano (usado pela Organização das Nações Unidas – ONU). As categorias de “potências tradicionais” ou “emergentes”, que utilizamos neste trabalho, baseiam-se nestas classificações, bem como na relevância política dos países aqui selecionados nos espaços de decisão internacional. Agregamos a elas a categoria de “potências relevantes”, em analogia à de “partidos efetivos”, conforme explicaremos ao longo do trabalho. Nas tabelas 1, 2, 3 e 4 encontram-se indicados os países tratados como “potências relevantes” nas três dimensões examinadas entre 1990 e 2020, bem como as “potências tradicionais” (Estados Unidos, Europa e Japão).

7. Agrupamos na classificação “Europa” os 28 países integrantes da UE antes do Brexit, ainda que a União só tenha sido formada oficialmente em 1993 e alguns países-membros só tenham aderido posteriormente.

## 2 OS FUNDAMENTOS DO DESENVOLVIMENTO DESIGUAL

Historicamente, as transformações tecnológicas tiveram impacto significativo na política mundial, induzindo estratégias militares (como a nuclear) e transformando cadeias produtivas de comércio e investimentos (Mazzucato, 2014). No entanto, a atenção dada a ciência e tecnologia na disciplina de relações internacionais permaneceu relativamente restrita (Mayer, Carpes e Knoblich, 2014). Comungamos da compreensão formulada pelo historiador da ciência, Melvin Kranzberg (*apud* Fritsch, 2014), de que tecnologias não são, a princípio, nem boas, nem ruins, mas também não são neutras: elas dependem de valores, preferências e interesses. Essa compreensão, por sinal, esteve presente nos debates latino-americanos sobre dependência e desenvolvimento na segunda metade do século passado (Santos, 1983; Furtado, 2009), que serviram de inspiração para a criação da área de EPI no estudo acadêmico das relações internacionais nos países anglo-saxões.

Para uma pioneira e expoente desses estudos de EPI, Susan Strange, as tecnologias integram o que chama de “poder estrutural”, composto pela capacidade dos países de produção, detenção e distribuição de conhecimento, ao lado da capacidade industrial, militar e financeira (Strange, 1994). Para a autora, o poder estrutural molda e determina as estruturas da EPI, dentro das quais outros Estados, suas instituições políticas, suas empresas e seus cientistas operam. Assim, quem for capaz de desenvolver, adquirir ou negar acesso a um tipo de conhecimento procurado por outros, e quem puder controlar os canais pelos quais o conhecimento é comunicado, exerce um tipo muito especial de poder estrutural.

As análises de Dreifuss (1998) mostram “corporações estratégicas” com os “tecnobergs”<sup>8</sup> subjacentes e os Estados nacionais como protagonistas principais das dinâmicas tecnológica, econômica, social e política contemporâneas. Corporações estratégicas são empresas que se estruturam para manter a capacidade de inovação, capazes de embutir os seus trunfos – as facilidades intangíveis de produção para geração de riqueza material, bem como as suas descobertas, invenções e inovações, nos processos produtivos e nos produtos finais de um grande número de sistemas controlados por outros agentes. Tais corporações podem não dispor de matéria-prima, mas sabem o que fazer com ela; podem não ter as instalações produtivas, mas sabem fazê-las funcionar melhor. “Tecnobergs”

---

8. Acrônimo de “Teleinfocomputrônica satelital” – tecnologias de comunicação e informação, incluindo a “articulação de saberes e potenciais de pesquisa e análise, como aqueles contidos na elaboração de um *grid*” (p. 37); “Engenharia de novas concepções” – engloba sínteses de biomateriais, materiais inteligentes, combinações de processos orgânicos e inorgânicos, entre outros; “Cognição” – “incluindo o conjunto gnoseotecnológico de apreensão e de um manejo da realidade real e virtual, (...) aplicado ao aprendizado, planejamento, desenho, desenvolvimento e adestramento para a produção, aos assuntos militares e de gestão societária, dentro e fora dos limites nacionais, e à criação de ambientes perceptivos e experimentais com texto e animação” (p. 38-39); “Nanotecnologia” – para a busca e armazenamento de informações sobre o corpo humano e seu contexto e de dados pessoais; “Optoeletrônica” – incluindo os *neurochips*; “Biotecnologia” – incluindo bioinformática, biorrobótica, conexões com novos materiais, medicamentos inteligentes, próteses; “Energias alternativas e novas”; “Robótica”; “Genômica”; e “Serviços inteligentes” (Dreifuss, 2004).

(termo cunhado por René Dreifuss) ou “montanhas tecnológicas” referem-se ao conjunto entrelaçado de conhecimento e tecnologias inovadoras que sustenta e é sustentado pelas corporações estratégicas.

Ao controlar os canais pelos quais o conhecimento é gerado e comunicado, a atuação das corporações estratégicas destacadas por Dreifuss (1998) materializa o “poder estrutural” no sistema internacional teorizado por Susan Strange, sobretudo no que concerne ao papel das tecnologias na estrutura do conhecimento global. É importante observar, porém, que a atuação global dessas corporações para conquistar e preservar mercados se dá de forma absolutamente entrelaçada com seus Estados de origem. No contexto da Revolução Científico-Tecnológica, Santos (1983) destacou que os Estados passaram a financiar direta e pesadamente os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) das corporações estratégicas (via crédito ou subvenção econômica) nos países centrais, a fim de alavancar a sua produtividade e competitividade global. Já Mazzucato (2014) revela como investimentos do governo dos Estados Unidos (a maior parte na forma de subvenção econômica fornecida pelo Departamento de Defesa, via a agência especializada Defense Advanced Research Projects Agency – Darpa) estiveram na origem de todas as rupturas tecnológicas que conformaram a atual “economia do conhecimento”, sobretudo na área de tecnologia da informação e comunicação (TIC).

Ao longo da era moderna, as potências tradicionais fizeram uso de diferentes políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) de modo a alavancar seus processos de industrialização e alcançar níveis cada vez mais altos de desenvolvimento industrial e tecnológico (Chang, 2002; Gilpin, 1987; Haley e Haley, 2013; Malik, 2012). Isso resultou em uma configuração assimétrica da economia mundial: países que tomaram a dianteira na geração de novas tecnologias buscam monopolizar as atividades geradoras de maior valor agregado e evitar ou retardar sua difusão para outros, criando barreiras para impedir outras nações de fazer uso das mesmas políticas públicas de promoção industrial e tecnológica para se repositonar na divisão internacional do trabalho constituída. Isso ocorre tanto mediante o estabelecimento aberto de barreiras à transferência tecnológica (como a proibição da aquisição de tecnologias “sensíveis” por seu potencial uso dual e risco à segurança nacional ou internacional) quanto a imposição, via poder estrutural, de normas de propriedade intelectual que prolongam os direitos de monopólio das empresas desenvolvedoras das novas tecnologias.

### **3 DESENVOLVIMENTO DESIGUAL E PODER NO SISTEMA INTERNACIONAL**

Na atual fase do capitalismo global, a economia política do conhecimento fornece chaves cruciais para compreender as dinâmicas de concentração e difusão de

poder no sistema internacional.<sup>9</sup> Em chave dialética, os mecanismos desenvolvidos para consolidar e preservar as assimetrias estruturais da economia mundial acabam minando-as, abrindo caminho para movimentos que reconfiguram as relações de poder no sistema. Segundo Gilpin (1987), a erosão do dinamismo econômico das economias centrais e a ascensão de polos de crescimento em áreas da chamada “periferia” impulsionam, de forma recorrente, mudanças estruturais na economia política global.

Para compreender esse tipo de transição na economia política global, Gilpin (1987) recupera um conceito-chave formulado no âmbito do debate marxista sobre a economia política do imperialismo no início do século XX: o “desenvolvimento desigual” (Hilferding, 1985; Lenin, 2005). Na visão desses autores, a intensificação dos processos de concentração e centralização do capital teria levado à formação de um novo tipo de capital monopolista altamente concentrado: o capital financeiro. Dada a formação de um capital “excedente” em função do elevado grau de oligopolização das economias capitalistas centrais, isto teria gerado um novo impulso à internacionalização de investimentos para conquistar e preservar novos territórios econômicos de acumulação, via empréstimos bancários e investimentos diretos, ou uma combinação de ambos. Esta teria sido a base da “retomada” da expansão colonial das potências europeias no final do século XIX. Mas isto tornava a dinâmica de acumulação nas economias capitalistas centrais cada vez mais “rentista”, isto é, ancorada em excedentes extraídos de processos produtivos localizados fora de suas fronteiras, em zonas periféricas ou semiperiféricas. No processo de expansão do capitalismo por todo o globo, as regiões receptoras desses investimentos ganhavam dinamismo econômico e produtivo, enquanto as economias monopolistas centrais tendiam a uma estagnação relativa.

Essa dinâmica desigual teria se intensificado com a crescente financeirização dos circuitos de acumulação na economia global a partir dos seguidos movimentos de desregulação financeira operados após o desmantelamento, há meio século, do sistema monetário internacional conformado nos acordos de Bretton Woods (Chesnais, 1996; Chesnais e Sauviat, 2005). O surgimento deste regime global de acumulação dominada pelo capital financeiro coincidiu com a

---

9. O conceito de “economia do conhecimento” teve origem nos estudos do economista austríaco Fritz Machlup, especificamente em um estudo publicado em 1962, que mensurava a produção e a distribuição de todos os tipos de conhecimento nos Estados Unidos. Ele se relaciona com os estudos que apontavam, desde os anos 1950, o advento de uma nova Revolução Científico-Tecnológica nas economias capitalistas centrais, e a crescente centralidade do conhecimento científico e tecnológico nos processos de agregação de valor (Richta, 1972). O conceito de economia do conhecimento adquiriu notoriedade com a publicação, em 2004, do livro *The Economics of Knowledge*, por Dominique Foray, consultor da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). O livro trata do conhecimento (tácito e explícito) como um bem econômico, portanto objeto de trocas monetárias, passível de propriedade privada, regulado por critérios de lucratividade, entre outros atributos. Adicionalmente, o livro propunha a fundação de uma subárea de conhecimento ou de uma subdisciplina – a economia do conhecimento. O conceito de “economia política do conhecimento” destaca o forte entrelaçamento entre economia (mercado) e política (Estado) no processo, na chave teórica desenvolvida por Susan Strange e Robert Gilpin, entre outros.

consolidação dos padrões produtivos e tecnológicos associados à nova sociedade do conhecimento, estabelecendo uma estrutura inconsistente de incentivos contrapostos: uma orientada para a premiação de ações especulativas e rentistas em mercados financeiros desregulados e buscando proteção (*hedge*) em mercados de títulos públicos; e outra promovendo a inovação produtiva como base da acumulação. Neste contexto, como observa Serfati (2008), a apropriação de valor pelas grandes empresas transnacionais (as corporações estratégicas apontadas por René Dreifuss) se desloca cada vez mais para possibilidades de acumulação geradas pela especulação nos novos mercados financeiros, em detrimento de atividades produtivas diretas e do investimento em P&D para promover rupturas tecnológicas mais profundas. Em outras palavras, a intensificação dos processos de financeirização constringe e tolhe a dinâmica da inovação.

Embora recupere o conceito de desenvolvimento desigual formulado por autores marxistas, Gilpin (1987) fornece uma explicação distinta (embora não necessariamente antagonica) para o fenômeno. Na sua visão, toda economia é uma estrutura hierárquica composta por um centro (ou alguns centros) dominante e uma periferia dependente. O desenvolvimento desigual é fruto de dois processos opostos: de um lado, há o efeito de polarização do capital, da indústria e das atividades econômicas no centro; de outro, há a tendência para a difusão dessas atividades e da riqueza do centro para a periferia, gerando novos pontos nodais no sistema. Na esfera internacional, esses processos de concentração e difusão têm implicações políticas profundas.

A vantagem inicial do centro sobre a periferia é sua superioridade técnica e organizacional. A inovação e a capacidade da indústria geram mais eficiência, maior lucro e acumulação de capital, levando a um rápido crescimento do centro. Entretanto, ao longo do tempo, a taxa de crescimento do centro tende a desacelerar, e a alocação de atividades econômicas tende a ser difundida para novos polos de crescimento na periferia, reconfigurando econômica e socialmente alguns países. Nesse processo de difusão, a periferia goza do que Gerschenkron (1962) chamou de “vantagens do atraso”: alguns países iniciam sua industrialização utilizando as técnicas mais atuais e eficientes, assim como as lições aprendidas pelas economias avançadas. Consequentemente, novos centros industriais se formam na periferia.

Notoriamente, a difusão e o processo de crescimento da periferia não se dão de forma fluida e igual para todos. É necessário um esforço *político* para desenvolver indústrias viáveis, e um Estado forte que possa se equiparar e compensar as forças de mercado que tendem a concentrar riqueza, atividades econômicas e poder no centro (Gilpin, 1987, p. 96). Assim, a difusão desigual acaba gerando novas divisões dentro da periferia. Essas áreas ou países se diferenciam dos demais, tornando-se novos polos de crescimento com capacidades próprias, podendo transformar-se em um centro para um novo ciclo de difusão de crescimento econômico, gerando um novo efeito de polarização.

Nesse sentido, a produção e a retenção de conhecimento e tecnologia são impulsores de assimetrias entre centro e periferia, e dentro da própria periferia. Quando o efeito de polarização começa a dar lugar ao de difusão, gerando maior pressão competitiva nos países centrais, estes tendem a fazer uso de medidas protecionistas para desacelerar ou mesmo deter a ascensão de novos polos de riqueza. Nesta fase, o liberalismo seletivo dos países centrais cede lugar ao nacionalismo e ao protecionismo no sistema internacional.

Chang (2002) demonstra que, em seus períodos iniciais de industrialização, os países hoje avançados usaram ativamente políticas industriais, comerciais e tecnológicas para promover a indústria nascente. Ao alcançarem certo nível de desenvolvimento econômico, esses mesmos países cobram políticas e procuram impor medidas econômicas sobre os menos desenvolvidos que eles mesmos não adotaram quando se encontravam em estágio histórico equivalente. Referenciado nas reflexões de Friedrich List no século XIX, Chang (2002) afirma que aqueles que usaram amplamente medidas restritivas e protecionistas em seu desenvolvimento histórico hoje defendem o livre-comércio ante os países menos desenvolvidos e acabam “chutando a escada” (List, 1985, p. 249) pela qual subiram.

O padrão histórico mostra, desde a Inglaterra do século XIX até a Coreia do Sul no final do século XX, que o desenvolvimento econômico bem-sucedido é viabilizado por meio de políticas públicas de fomento e proteção das indústrias nascentes. Os instrumentos políticos vão além da proteção tarifária, e envolvem subsídios à exportação, redução das tarifas de insumos usados para a exportação, concessão do direito de monopólio, acordos para a cartelização, créditos diretos, planejamento de investimentos, planejamento de recursos humanos, apoio a P&D e promoção de instituições que viabilizassem parcerias público-privadas (Chang, 2002).

Nesse contexto, Strange (1994) considera que a competição entre os Estados se tornou, cada vez mais, uma competição pela liderança na estrutura do conhecimento, gerando uma crescente assimetria entre os países como autoridades políticas na aquisição do conhecimento e no acesso a ele. Embora cada um dos principais avanços técnicos do século XIX – as tecnologias de telégrafo, ferrovia e rádio – tenha sido inicialmente desenvolvido para atender aos interesses dos negócios e das finanças, sua consequência cumulativa foi o aumento de poder do Estado. Assim, novas tecnologias serviram para expandir tanto o mercado quanto o poder das nações (Strange, 1994, p. 125-126). Em consequência, às categorias clássicas de poder – como a capacidade militar – estão sendo agregadas novas categorias para medir o poder dos Estados na “sociedade do conhecimento” – padrões produtivos e tecnológicos, produção científica, patentes, dimensão e capacidade das redes de comunicação e níveis de interconectividade, entre outras (Fritsch, 2014).

#### 4 CT&I COMO DETERMINANTE DA RECONFIGURAÇÃO DAS RELAÇÕES DE PODER NO MUNDO

Na segunda metade do século XX, a superioridade tecnológica dos Estados Unidos era incontestável (embora ameaçada, temporariamente, pela URSS em algumas áreas da indústria aeroespacial com forte conexão militar). O país praticava um recrutamento de cientistas em todo o mundo com o intuito de trabalhar para sua segurança. Ainda, as mudanças tecnológicas na estrutura do conhecimento tiveram impacto sobre a estrutura de produção, centrando o poder nas grandes corporações transnacionais. Essas empresas estavam predominantemente sediadas nos Estados Unidos, mas a importância de vender em um mercado global significou que mesmo aquelas com sede em outros lugares – Europa, Japão, Coreia do Sul – não conseguissem prescindir de vender no mercado estadunidense. Como observou Susan Strange à época, “as mudanças tecnológicas levaram a uma maior concentração de poder em *um* Estado”<sup>10</sup> (Strange, 1994, p. 133, grifo nosso).

Ao longo das três últimas décadas, alguns países em desenvolvimento conseguiram romper parcialmente esse monopólio relativo de poder dos Estados Unidos e de outras potências centrais na economia global. Coreia do Sul, Índia e, mais notadamente, China absorveram a difusão de atividades industriais e tecnológicas com capacidade política e econômica diferenciada em relação aos demais países em desenvolvimento. Esse processo de difusão gera maior pressão competitiva nas economias centrais, que buscam deter ou diminuir o ritmo da difusão por meio de políticas protecionistas. São exemplos disso a intensificação de normas restritivas no regime internacional de propriedade intelectual, no âmbito da Organização Mundial do Comércio (OMC), bem como a imposição de sanções e barreiras a empresas concorrentes em áreas da fronteira tecnológica por alegadas razões de segurança ou por acusações unilaterais de envolvimento em práticas de corrupção, além do recrudescimento do protecionismo comercial aberto. Essas medidas representam constrangimentos estruturais à difusão de atividades agregadoras de valor na economia global, aos quais os países em desenvolvimento mais dinâmicos respondem com a formulação e implantação de políticas industriais, comerciais e tecnológicas ativas e o incremento de investimentos nos seus respectivos sistemas nacionais de inovação.

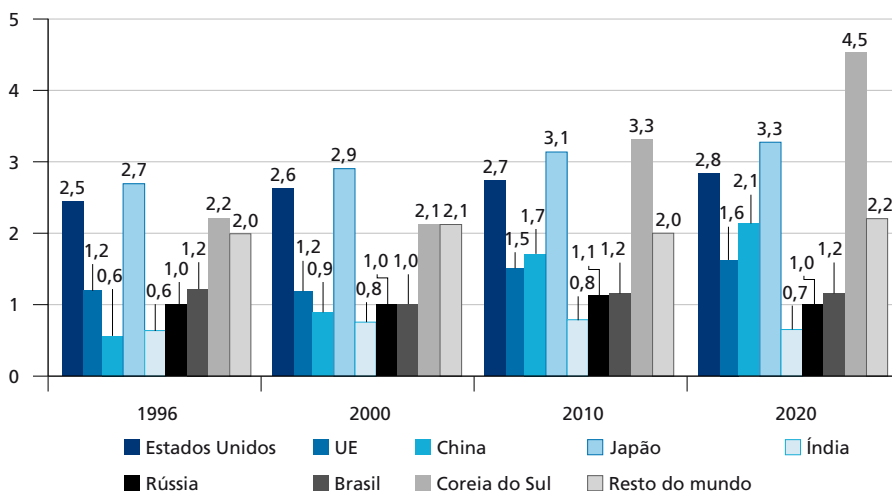
Esse esforço se materializa na elevação substantiva dos investimentos em P&D em países como a China e a Coreia do Sul ao longo das últimas décadas. O gráfico 1 mostra, de forma comparada, a evolução destes investimentos em relação ao PIB do conjunto selecionado de países, de 1996 até 2020.<sup>11</sup> De modo geral, esses países apresentaram uma média de gastos com P&D estável ao longo do

10. “*In short, the technological changes have led to a greater concentration of power in one state*”.

11. O recorte temporal inicia-se em 1996 porque o Banco Mundial não fornece dados para anos anteriores. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>>.

período: Japão (3,1%), Estados Unidos (2,6%), UE (1,4%), Brasil (1,2%), Rússia (1,0%) e Índia (0,7%). Os destaques são, em primeiro lugar, a Coreia do Sul, que ultrapassou 3,5% em todos os anos, chegando a 4,5% do PIB investido em P&D em 2020; além da China, que mais do que triplicou os investimentos em P&D em relação ao seu PIB, passando de 0,6% em 1996 para 2,1% em 2020.

**GRÁFICO 1**  
**Investimentos em P&D**  
(Em % do PIB)



Fonte: World Bank. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>>. Elaboração dos autores.

No período em questão, a China tem buscado viabilizar o desenvolvimento de setores considerados estratégicos, objetivando mudar sua posição relativa na divisão internacional do trabalho por meio da promoção da inovação nacional. No âmbito da trajetória, a China estruturou um robusto sistema nacional de inovação para acelerar a disseminação do progresso técnico na sua economia, com base em algumas características e proposições fundamentais:

- o grosso das atividades de P&D foi deslocado das instituições de pesquisa científica para as empresas;
- a inovação endógena passou a ser predominante, reduzindo o grau de dependência da sua economia em relação a inovações importadas;
- as atividades de inovação foram expandidas para um conjunto ampliado de empresas públicas e privadas, para além das empresas estatais; e
- as decisões de investimento passaram a ser regidas pelo objetivo da promoção da inovação, em vez de vantagens de custo imediatas (Ping, 2013).

Haley e Haley (2013) ressaltam que o governo chinês concebeu e implementou um abrangente e complexo plano nacional de iniciativas, ações e regulamentações, orientado para a “inovação endógena”, visando fomentar a produção de alta tecnologia no país. Esse sistema estava fortemente ligado ao plano de compras governamentais no âmbito dos dezesseis megaprojetos do Plano Nacional de Médio e Longo Prazo para o Desenvolvimento de Ciência e Tecnologia 2006-2020. Ao assimilar e absorver tecnologias avançadas importadas, tais projetos tinham como objetivo “desenvolver [na própria China] um conjunto de equipamentos principais e produtos-chave com direitos de propriedade intelectual” (Haley e Haley, 2013, p. 173). Em 2020, o plano foi sucedido por outro ainda mais abrangente, estruturado em 22 megaprojetos, visando garantir e consolidar a liderança científica e tecnológica global da China nas três próximas décadas. Observe-se ainda que, no âmbito desse planejamento, governos locais também subvencionam o pagamento dos custos de patenteamento de inovações desenvolvidas pelas empresas estatais chinesas.

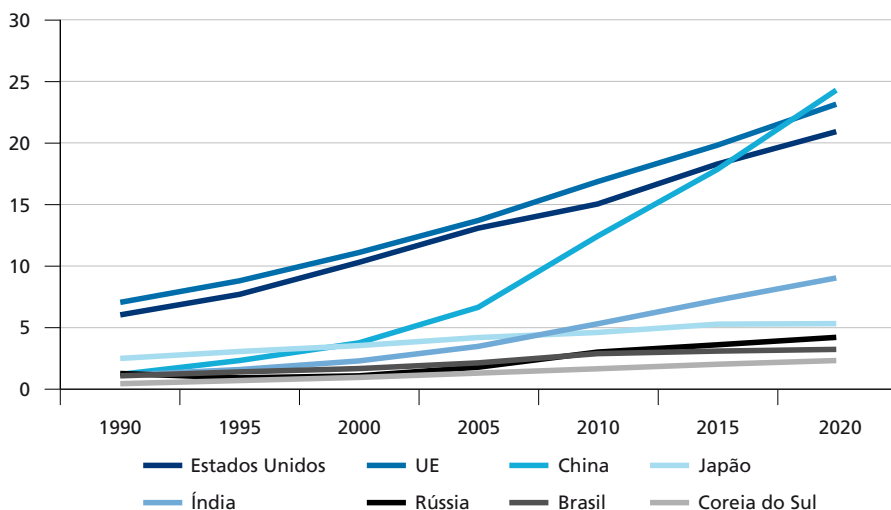
## 5 O DESENVOLVIMENTO DESIGUAL DO DINAMISMO PRODUTIVO GLOBAL

Passemos, agora, a examinar os impactos das mudanças em curso sobre as posições relativas dos países nas três dimensões da EPI indicadas na introdução deste artigo, começando pela evolução da sua participação no PIB mundial medido por PPC.<sup>12</sup> Baseamo-nos nos dados disponibilizados pelo Banco Mundial para analisar em que medida a evolução da participação relativa dos países indicados na produção de riqueza mundial foi acompanhada da produção e retenção de conhecimento científico e tecnológico global. O gráfico 2 ilustra a evolução do PIB/PPC do conjunto de países selecionados entre 1990 e 2020 em valores absolutos.

---

12. A métrica da PPC – originalmente concebida pelo economista sueco Gustav Castel (*apud* Kadochnikov, 2013) e valorizada por Keynes (1992) no seu tratado sobre a reforma do sistema monetário de 1923 – procura “neutralizar” os impactos de flutuações cambiais para proporcionar uma comparação mais precisa da produtividade, crescimento e riqueza produzida em distintas economias nacionais. A mensuração do PIB por PPC não é o indicador mais apropriado para a tomada de decisões sobre comércio e investimento, mas é o indicador mais adequado para os objetivos deste trabalho: mensurar e comparar a evolução da produção de riqueza (a “dinâmica produtiva”) nos distintos países no período em questão.

**GRÁFICO 2**  
**Evolução do PIB/PPC, por país**  
 (Em US\$ trilhões)



Fonte: World Bank. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.MKTP.PP.CD>>. Elaboração dos autores.

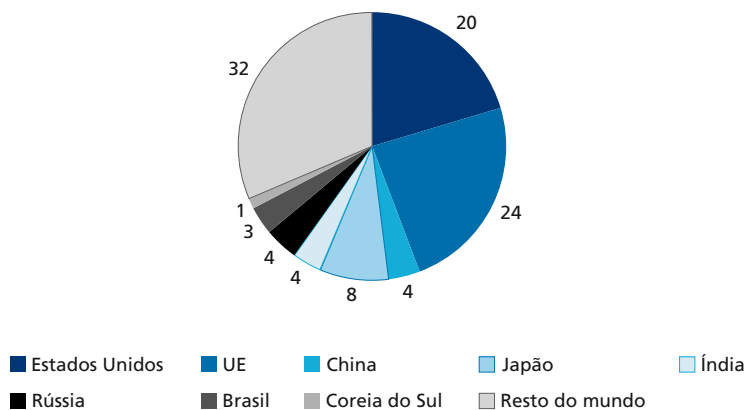
O gráfico 2 revela a impressionante curva ascendente da China, que aumentou o seu PIB/PPC mais de dezoito vezes no período, passando de US\$ 1,3 trilhão em 1990 para US\$ 24,3 trilhões em 2020, ultrapassando a UE e os Estados Unidos. Destaca-se, também, o dinamismo das economias da Índia e da Coreia do Sul no período, que aumentaram os seus respectivos PIBs em mais de sete vezes e cinco vezes, respectivamente. Entre as potências tradicionais, com PIB já bastante elevado, os Estados Unidos e a UE aumentaram o tamanho das suas economias em cerca de três vezes e meia, taxa ligeiramente superior às das economias da Rússia e do Brasil, que enfrentaram fortes recessões no período (para além dos impactos da crise financeira global deflagrada em 2008). O Japão foi o país com o menor índice de crescimento, tendo pouco mais que dobrado o tamanho da sua economia medido por PPC entre 1990 e 2020.

A sequência dos gráficos 3, 4, 5 e 6 ilustra essa evolução por outro ângulo, mostrando a participação relativa desses países no PIB mundial medido por PPC em gráficos de pizza referentes a 1990, 2000, 2010 e 2020.

## GRÁFICO 3

## Participação no PIB mundial (PPC), por país e UE (1990)

(Em %)

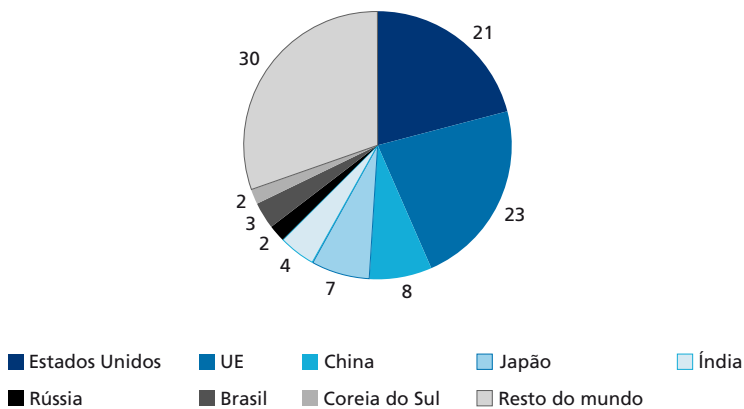


Fonte: World Bank. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.MKTP.PP.CD>>. Elaboração dos autores.

## GRÁFICO 4

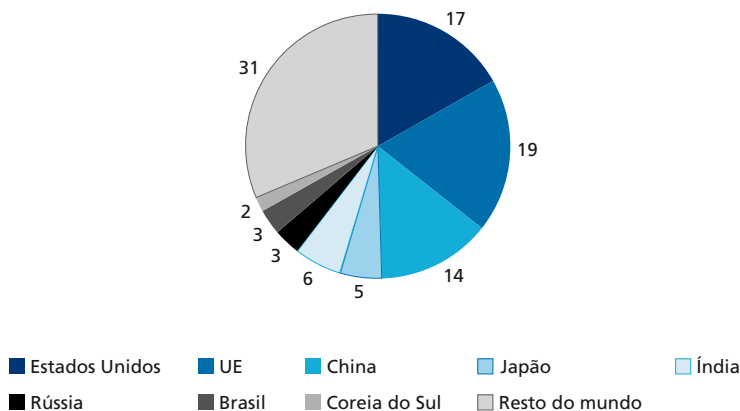
## Participação no PIB mundial (PPC), por país e UE (2000)

(Em %)



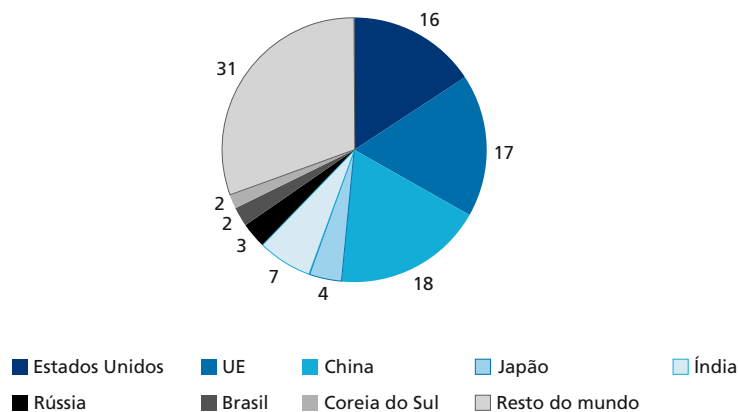
Fonte: World Bank. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.MKTP.PP.CD>>. Elaboração dos autores.

**GRÁFICO 5**  
**Participação no PIB mundial (PPC), por país e UE (2010)**  
(Em %)



Fonte: World Bank. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.MKTP.PP.CD>>. Elaboração dos autores.

**GRÁFICO 6**  
**Participação no PIB mundial (PPC), por país e UE (2020)**  
(Em %)

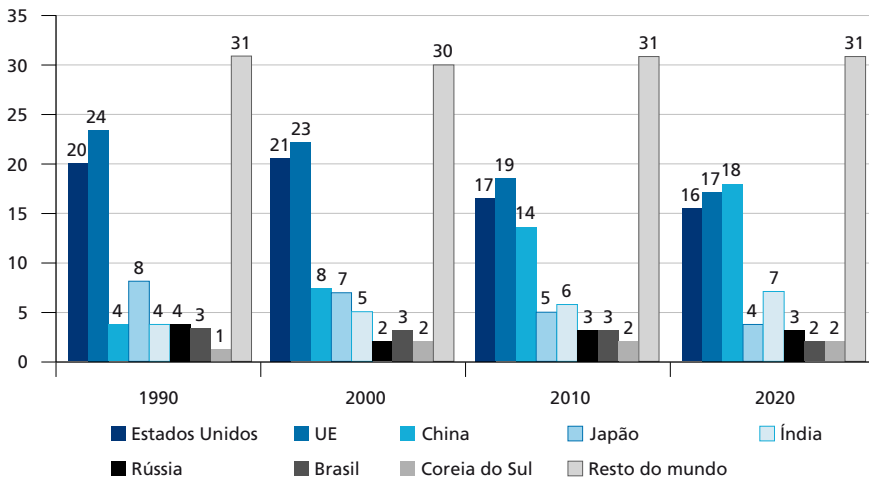


Fonte: World Bank. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.MKTP.PP.CD>>. Elaboração dos autores.

Para facilitar a comparação visual, o gráfico 7 condensa a evolução da participação relativa dos países indicados no PIB/PPC mundial ao longo dos últimos trinta anos. Destaca-se a acelerada perda de peso relativo das potências tradicionais (Estados Unidos, Europa e Japão) no período, que, em conjunto, refluíram de uma participação de 52% no PIB/PPC mundial em 1990 para 37% em 2020. O Japão viu sua participação mundial cair pela metade: de 8% para 4%. A participação dos Estados Unidos caiu de 20% para 16%, e a da UE de 24% para 17%. A China “absorveu” a maior parte do peso relativo perdido pelas potências tradicionais no período, passando de uma participação de 4% no PIB/PPC mundial em 1990 para 18% em 2020, bem como a Índia, que passou de 4% em 1990 para 7% em 2020. Com uma economia e população de menor porte, a Coreia do Sul dobrou a sua participação no PIB global no período, passando de 1% para 2%. Já Rússia e Brasil refluíram 1%, passando de 4% e 3% do PIB/PPC mundial em 1990, respectivamente, para 3% e 2% em 2020.

GRÁFICO 7

**Evolução da participação no PIB mundial (PPC) de 1990 a 2020, por país e UE**  
(Em %)



Fonte: World Bank. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.MKTP.PP.CD>>.  
Elaboração dos autores.

Como essas transformações afetam a concentração e a composição territorial de atividades produtivas na economia global? Para dimensionar esse grau de concentração/dispersão adaptamos o indicador de “fragmentação” desenvolvido por Rae e Taylor (1970) para avaliar a concentração/dispersão do peso de partidos em sistemas eleitorais e de representação parlamentar (“índice de fragmentação partidária”). Ao selecionar um determinado número de parlamentares, o indicador é utilizado como uma forma de ilustrar a probabilidade de eles

pertencerem a partidos diferentes. O índice varia entre zero e um, em que, quanto mais próximo de um, maior a fragmentação, isto é, a probabilidade de haver políticos de partidos distintos.

Neste trabalho, o índice de Rae e Taylor foi adaptado para mensurar o grau de concentração/dispersão da distribuição de cada indicador examinado no sistema internacional. Quanto mais próximo de zero, mais concentrado estará o indicador para determinado número de países. A fórmula é a seguinte:

$$F = 1 - \left[ \frac{\sum (x_i)^2}{\sum x} \right]$$

Em que  $F$  é o índice de concentração/dispersão (“fragmentação”);  $x_i$  é o valor do indicador para cada país (PIB, publicações e patentes); e  $\sum x$  é o somatório total do indicador para a dimensão analisada.

A literatura sobre estudos partidários destaca que o índice de fragmentação não é suficiente para captar o peso relativo dos partidos. Para tanto, os estudos apoiam-se, igualmente, no indicador de “partidos efetivos” desenvolvido por Laakso e Taagepera (1973). O número de partidos efetivos mensura o peso relativo de cada partido nas eleições ou no Legislativo, destacando os que têm maior capacidade efetiva de influenciar o resultado eleitoral ou a agenda legislativa em função do tamanho relativo das suas bancadas (Nicolau, 2004). Adaptamos esse indicador para mensurar o número e a composição das “potências relevantes” em cada dimensão de EPI examinada. A fórmula correspondente é a seguinte:

$$NPR = \frac{1}{(1 - F)}$$

Em que  $NPR$  é o número de potências relevantes (partidos efetivos); e  $F$  é o índice de concentração/dispersão (fragmentação).

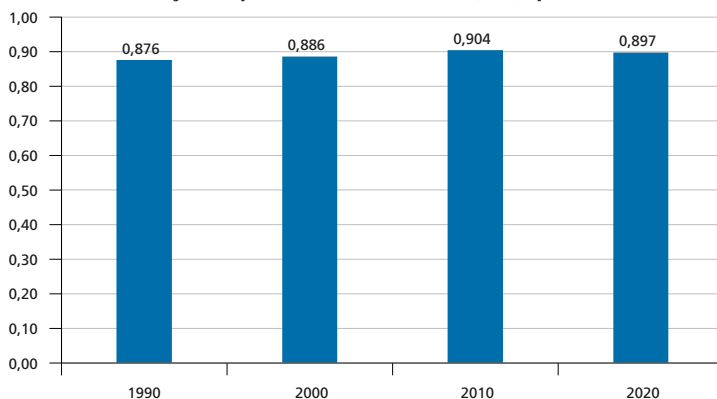
Evidentemente, quanto maior/menor for o índice de dispersão (fragmentação), maior/menor será o número de “potências relevantes” na dimensão em questão.<sup>13</sup> Como pode ser visto no gráfico 8, apesar das significativas mudanças operadas na participação relativa dos países no PIB/PPC mundial ao longo das últimas três décadas, houve pouca variação no índice de concentração/dispersão geral desse indicador durante o período: ele passou de 0,876 em 1990 para 0,897 em 2020. Esse índice expressa um grau de fragmentação maior do que é habitual no estudo de sistemas partidários. Isto está dentro do esperado, pois, como aponta

---

13. Embora convencional na literatura de ciência política, o indicador de partidos efetivos tem sido alvo de críticas metodológicas que apontam limitações na sua precisão e aplicabilidade para o exame do funcionamento de sistemas partidários “reais” (Santos, 2004). Para os propósitos deste artigo, sua adaptação serve como indicador básico para captar o rumo geral das mudanças em curso na economia global e as tendências da reconfiguração do peso relativo dos países destacados nas três dimensões examinadas.

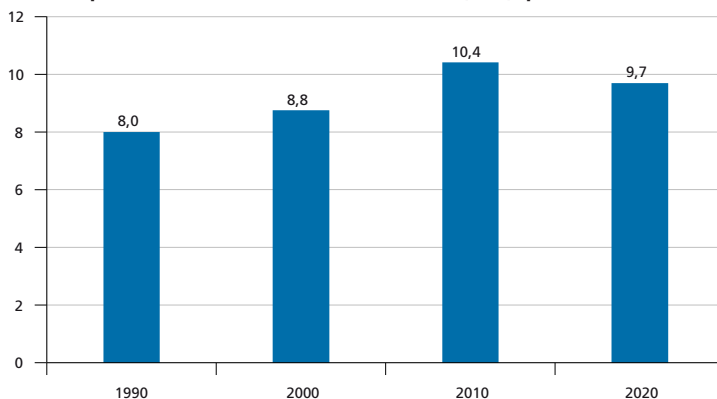
Santos (2004), o índice de fragmentação é fortemente afetado pelo número de partidos participantes do sistema de representação (no nosso caso, de países que compõem o sistema internacional). No caso da nossa análise da distribuição do PIB/PPC mundial, o sistema é composto por 188 países (“partidos”) diferentes.<sup>14</sup>

**GRÁFICO 8**  
**Índice de concentração/dispersão do PIB mundial (PPC), por ano**



Fonte: World Bank. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.MKTP.PP.CD>>.

**GRÁFICO 9**  
**Número de potências relevantes no PIB mundial (PPC), por ano**



Fonte: World Bank. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicador/NY.GDP.MKTP.PP.CD>>.

O caso muda de figura ao analisarmos a evolução da composição das potências relevantes identificadas na tabela 1. Seu número se altera pouco, passando de oito para dez (com a aproximação matemática dos resultados para números inteiros),

14. A UE abarca 28 países-membros (pré-Brexit), mas entra no cálculo como uma única unidade.

mas há uma alteração significativa nas posições relativas dos países. A China saiu do quinto lugar em 1990 para primeiro em 2020, ultrapassando a UE e os Estados Unidos (nessa ordem). A Índia passou da sexta posição para a quarta no período. Por sua vez, o Japão e a Rússia perderam duas posições cada (de terceiro para quinto, e de quarto para sexto, respectivamente). O Brasil e o México perderam uma posição cada (de sétimo para oitavo, e de oitavo para nono, respectivamente). A Indonésia e a Turquia entram na lista das dez potências relevantes em 2020 (em sétimo e décimo lugar). A Coreia do Sul “bate na trave” e fica em décimo primeiro, deixando de integrar a lista das dez potências relevantes desse ano.

TABELA 1  
**Potências relevantes no PIB mundial (PPC) (1990 e 2020)**  
 (Em % do PIB)

<i>NPR = 8,0</i>	<i>NPR = 9,7</i>
1990	2020
UE (24)	China (18)
Estados Unidos (20)	UE (17)
Japão (8)	Estados Unidos (16)
Rússia (4)	Índia (7)
China (4)	Japão (4)
Índia (4)	Rússia (3)
Brasil (3)	Indonésia (2)
México (2)	Brasil (2)
	México (2)
	Turquia (2)

Fonte: World Bank. Disponível em: <<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.PP.CD>>.

Os dados apresentados revelam que a distribuição geral das atividades produtivas na economia global manteve, no fundamental, o mesmo grau de concentração desde o fim da Guerra Fria, mas com um profundo e acelerado deslocamento territorial/nacional do lócus do dinamismo produtivo no mundo, e com a formação de novos polos de crescimento em regiões que integravam a antiga periferia do sistema. Evidenciam a articulação dialética entre processos de concentração e difusão de poder e de capacidades técnicas que caracterizam a dinâmica do desenvolvimento desigual, como discutido anteriormente. Vejamos, agora, se os indicadores de desenvolvimento científico e tecnológico acompanham e/ou reforçam essa mesma tendência, tal como exposto.

## 6 O DESENVOLVIMENTO DESIGUAL DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

O indicador comumente utilizado para medir a quantidade e a qualidade da produção científica e tecnológica é o da publicação em periódicos indexados internacionais. O número de citações localizado serve de referência para a aferição indireta tanto da validade e qualidade do conhecimento gerado pelos pesquisadores quanto dos periódicos que publicam os seus artigos. Como os demais, não se trata de indicador incontroverso.<sup>15</sup> Para avaliar a evolução da participação relativa dos países na produção científica e tecnológica global nos baseamos nos dados e indicadores disponibilizados pelo Scimago Journal and Country Rank (SJR), iniciativa de uma rede de instituições da Espanha a partir da base indexadora do Scopus.

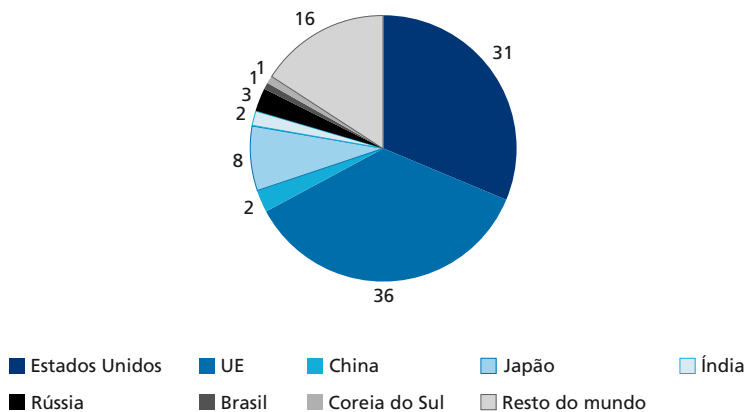
Como já observado, nosso objetivo neste artigo não é apresentar uma visão detalhada e abrangente da produção científica e tecnológica global, e sim identificar as principais tendências que marcam a sua (re)distribuição nacional/territorial ao longo das três últimas décadas. Para tal é fundamental utilizar o mesmo indicador para comparar a evolução entre os anos destacados, ainda que seja um indicador bruto e aproximado. Se o cálculo do indicador parte de uma base indexadora que tende a “sobrerrepresentar” a produção científica e tecnológica das potências tradicionais (Estados Unidos, Europa e Japão), tão mais significativa se torna a identificação de uma tendência geral de dispersão dessa produção em detrimento dessas mesmas potências. E é isso, precisamente, que indica a sequência dos gráficos 10, 11, 12 e 13, que mostram a participação relativa dos países (por origem nacional de autoria) na produção mundial de artigos em periódicos indexados pelo SJR em gráficos de pizza referentes a 1996, 2000, 2010 e 2020.

---

15. O “mercado” global do reconhecimento da produção científica e tecnológica é dominado por duas bases internacionais de indexação: o Scopus e o Web of Science (esta última gera os conhecidos “fatores de impacto” de revistas e artigos). As referidas bases indexadoras são mantidas por grupos econômicos que também publicam periódicos científicos que eles mesmos avaliam e ranqueiam: o grupo Elsevier, sediado na Holanda, no caso do Scopus; e o grupo Clarivate, sediado nos Estados Unidos, no caso do Web of Science (após a incorporação do grupo canadense Thompson Reuters em 2016). Isto gera inúmeros questionamentos quanto à operação de “vieses estruturantes” na montagem das referidas bases indexadoras, resultando em distorções na representação e avaliação da produção científica e tecnológica global, sobretudo em função da origem nacional/territorial dos autores e periódicos, bem como da área de conhecimento envolvida (Ramsden, 2009; Amin e Mabe, 2007; Mueller, 2006; Leta e Cruz, 2003).

GRÁFICO 10

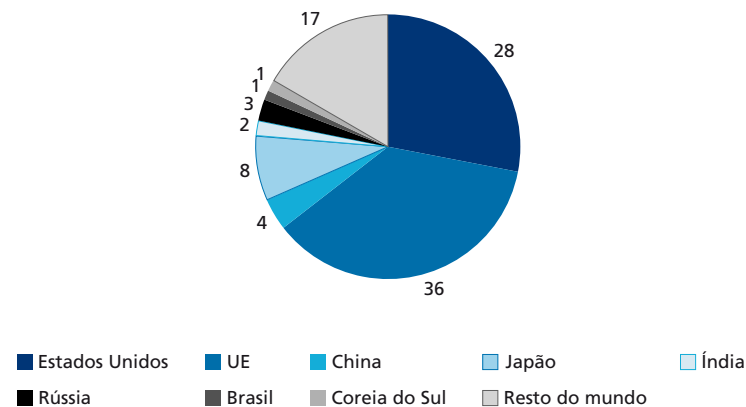
**Participação no total de publicações internacionais indexadas (SJR), por país (1996)**  
(Em %)



Fonte: SJR. Disponível em: <<https://www.scimagojr.com/countryrank.php>>. Elaboração dos autores.

GRÁFICO 11

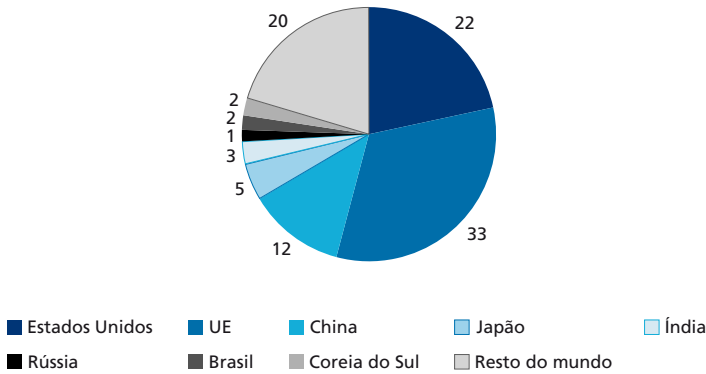
**Participação no total de publicações internacionais indexadas (SJR), por país (2000)**  
(Em %)



Fonte: SJR. Disponível em: <<https://www.scimagojr.com/countryrank.php>>. Elaboração dos autores.

GRÁFICO 12

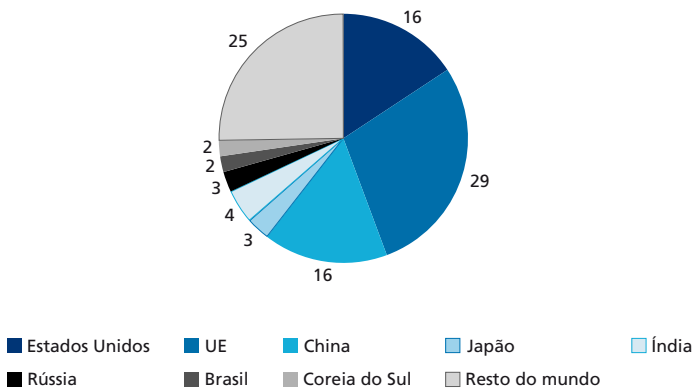
**Participação no total de publicações internacionais indexadas (SJR), por país (2010)**  
(Em %)



Fonte: SJR. Disponível em: <<https://www.scimagojr.com/countryrank.php>>.  
Elaboração dos autores.

GRÁFICO 13

**Participação no total de publicações internacionais indexadas (SJR), por país (2020)**  
(Em %)

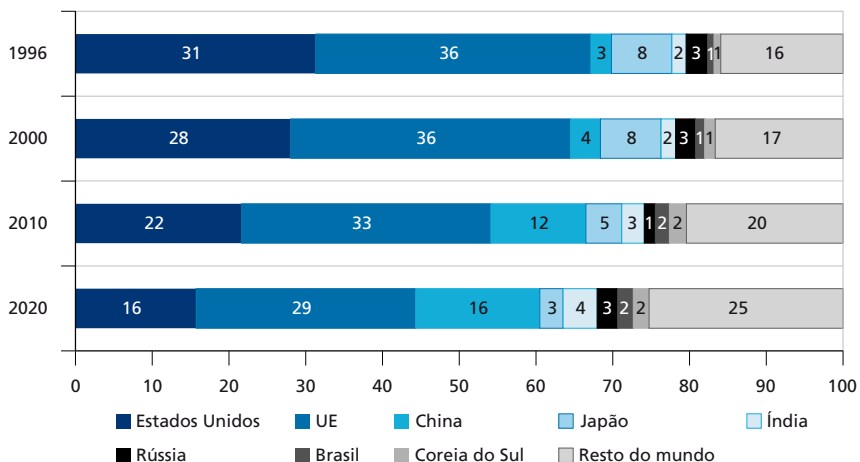


Fonte: SJR. Disponível em: <<https://www.scimagojr.com/countryrank.php>>.  
Elaboração dos autores.

Uma vez mais, para facilitar a comparação visual, os dados dos gráficos de pizza apresentados foram consolidados em um único gráfico de barras. O gráfico 14 condensa a evolução da participação relativa dos países indicados na produção científica e tecnológica mundial indexada pelo SJR entre 1996 e 2020. Assim como foi visto nos dados sobre a evolução da participação no PIB/PPC mundial, destaca-se a perda de peso relativo das potências tradicionais (Estados Unidos, Europa e Japão) no período, que, em conjunto, refluíram de uma participação de 75% na autoria dos artigos publicados em 1996 para 48% em 2020 (quase a metade).

A maior queda relativa em termos absolutos foi dos Estados Unidos, que passaram de 31% para 16% da produção científica e tecnológica global medida pelo indicador (uma queda de 15%). Mas, proporcionalmente, a maior queda foi do Japão, que passou de 8% para 3%. A UE, agrupada, manteve a maior participação no total de publicações indexadas, mas seu peso relativo refluíu de 36% para 29% no período. A China, novamente, “absorveu” parcela significativa do peso relativo perdido pelas potências tradicionais, aumentando em oito vezes a sua participação no total de publicações indexadas (passando de 3% em 1996 para 16% em 2020). A China ultrapassou os Estados Unidos e passou a ocupar a segunda posição na produção científica e tecnológica global medida pelo indicador em 2020.<sup>16</sup> Tomando por referência os indicadores aproximados, a Índia, o Brasil e a Coreia do Sul dobraram a sua participação relativa no total de publicações indexadas pelo SJR ao longo do período (passando de 2% para 4% no caso da Índia, e de 1% para 2% nos casos do Brasil e Coreia do Sul). Já a Rússia manteve o mesmo patamar de participação: 3%. Também é significativo o aumento da participação dos demais países (classificados como “resto do mundo” nos gráficos), que passaram de 16% das publicações indexadas pelo SJR em 1996 para 25% em 2020, um sinal de crescente desconcentração e difusão da produção científica e tecnológica global.

**GRÁFICO 14**  
**Participação no total de publicações internacionais indexadas (SJR), por país**  
**(1996, 2000, 2010 e 2020)**  
 (Em %)



Fonte: SJR. Disponível em: <<https://www.scimagojr.com/countryrank.php>>. Elaboração dos autores.

16. Embora, por aproximação, ambos tenham registrado uma participação de 16% na produção científica e tecnológica global indexada pelo SJR em 2020, os autores chineses foram responsáveis por 788 mil publicações nesse ano e os estadunidenses por 766 mil.

Com base nos dados SJR agregados, não é possível dimensionar em que medida a evolução apontada expressa um efetivo aumento do dinamismo dos países em desenvolvimento na produção científica e tecnológica, ou a ampliação da base de dados que ancora a elaboração do indicador. Para tal, seria necessário decompor a evolução da lista de periódicos da base de dados do SJR e examinar o seu perfil. Mas as tendências apontadas nos gráficos são consistentes com as tendências identificadas nas demais bases indexadoras internacionais, nomeadamente na Web of Science, mesmo sem terem passado pela mesma evolução na composição das suas respectivas bases (Archambault, 2010). Isto indicaria tratar-se, de fato, de uma mudança estrutural consistente em curso no mundo, e não de uma distorção estatística decorrente de eventual alteração na composição da base indexadora do SJR.

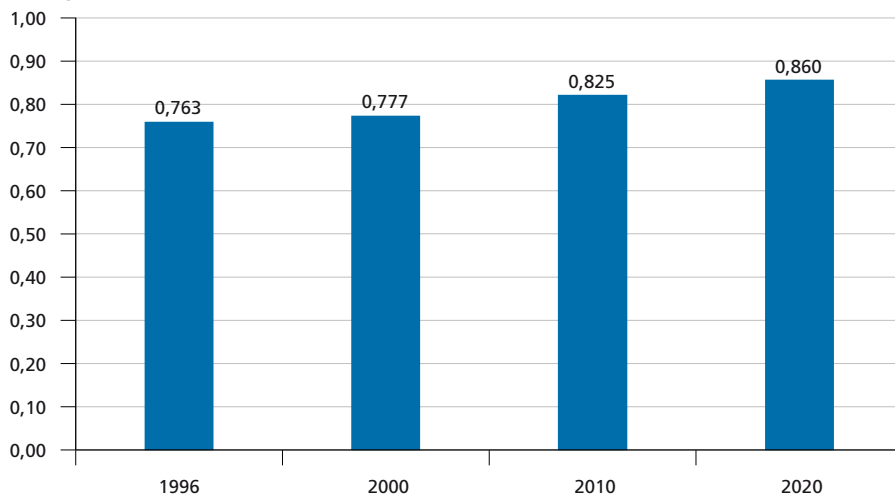
Pode ser argumentado, igualmente, que o número de publicações registrado por pesquisadores de cada país nas bases indexadoras internacionais não é um critério adequado porque não leva em consideração o aspecto qualitativo do impacto diferenciado dessas publicações, no qual as potências tradicionais manteriam um peso mais relevante. Os dados dessas mesmas bases, contudo, revelam que, com um natural lapso temporal, a distribuição relativa das citações acompanha o processo de difusão identificado nas publicações (tanto na mensuração dos fatores de impacto da Web of Science quanto das citações do SJR). Em 2016, por exemplo, a China já ultrapassava os Estados Unidos no número de publicações indexadas, bem como em citações registradas pelo SJR na área das engenharias.<sup>17</sup>

Vejamos, então, como evoluíram os índices de concentração/dispersão e o número de potências relevantes na produção científica e tecnológica global, já apresentados anteriormente nesta seção. Os gráficos 15 e 16 exibem a evolução dos índices de concentração/dispersão e o número de potências relevantes na dimensão examinada, de 1996 a 2020.

---

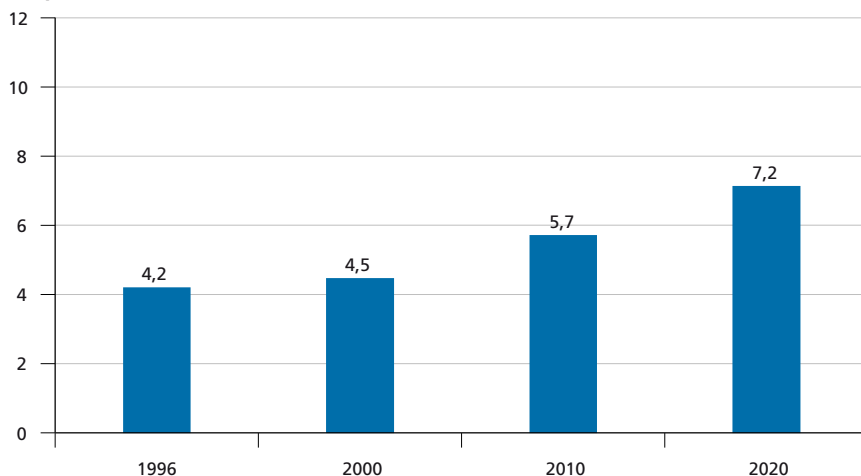
17. Os números respectivos eram de 148 mil e 85 mil no caso das publicações, e de 108 mil e 71 mil no caso das citações.

**GRÁFICO 15**  
**Índice de concentração/dispersão de publicações internacionais indexadas (SJR), por ano**



Fonte: SJR. Disponível em: <<https://www.scimagojr.com/countryrank.php>>.

**GRÁFICO 16**  
**Número de potências relevantes na produção científica e tecnológica mundial, por ano**



Fonte: SJR. Disponível em: <<https://www.scimagojr.com/countryrank.php>>.

O índice de concentração/dispersão na produção científica e tecnológica global baseado no SJR manteve um perfil mais concentrado do que registramos na participação do PIB/PPC mundial na seção anterior. Em 1996, esse índice era

de 0,763 em comparação com 0,876 para o PIB/PPC em 1990. Em parte, isto pode refletir o fato de que o número de países com publicações na base indexadora do SJR é menor que o número de países existentes no mundo. Mas o fato é que, diferentemente do PIB/PCC, a produção científica e tecnológica global sofreu um processo significativo de desconcentração entre 1996 e 2020, com o índice de dispersão (fragmentação) passando de 0,763 em 1996 para 0,860 em 2020. Este é um índice de concentração/dispersão já bem mais próximo do que foi aferido no PIB/PPC mundial no mesmo ano (0,897).

Acompanha esse processo de desconcentração o aumento do número de potências classificadas como “relevantes” na dimensão examinada, que passa de quatro para sete (com as devidas aproximações matemáticas). No caso da produção científica e tecnológica global medida pelo indicador SJR, verifica-se tanto uma ampliação significativa do número de potências relevantes quanto uma alteração nas posições relativas dos países, como pode ser visto na tabela 2.

TABELA 2

**Potências relevantes na produção científica e tecnológica mundial (1996 e 2020)**  
(Em % das publicações)

NPR = 4,2		NPR = 7,2	
1996		2020	
UE (36)		UE (29)	
Estados Unidos (31)		China (16)	
Japão (8)		Estados Unidos (16)	
Canadá (4)		Índia (4)	
		Japão (3)	
		Canadá (3)	
		Rússia (3)	

Fonte: SJR. Disponível em: <<https://www.scimagojr.com/countryrank.php>>.

Quatro potências tradicionais (Estados Unidos, UE, Japão e Canadá) mantiveram-se na lista das potências relevantes em produção científica e tecnológica em 1996 e 2020. Porém, o peso dessas quatro potências refluíu de 79% das publicações indexadas pelo SJR em 1996 (quando eram as únicas potências relevantes listadas) para 51% em 2020. A China, que não constava da lista em 1990, não só entra em 2020 como ultrapassa os Estados Unidos e passa a representar 16% das publicações indexadas pelo JCR. Os dois países que ingressam na lista de potências científicas e tecnológicas globais relevantes nesse ano são a Índia (com 4% do total de publicações) e a Rússia (com 3%).

Os dados e índices apresentados revelam que, ao longo de duas décadas e meia, houve não apenas uma significativa desconcentração da produção

científica e tecnológica global, mas também um acelerado reposicionamento territorial/nacional dessa produção no mundo, com a formação de novos polos dinâmicos em regiões que integravam a antiga periferia do sistema, com destaque para a China e a Índia, e a reemergência da Rússia como potência científica relevante. Trata-se de uma evolução que aprofunda o processo de reconfiguração das relações de poder no sistema internacional no século em curso e intensifica a dinâmica de desenvolvimento desigual na economia global. Vejamos, agora, como isso se expressa nas dinâmicas de inovação no mundo.

## 7 O DESENVOLVIMENTO DESIGUAL DA INOVAÇÃO

Das três dimensões de EPI examinadas neste trabalho, a da inovação é a que enseja maiores desafios para gerar um indicador que, embora bruto e/ou aproximado, permita uma comparação consistente do desempenho dos países destacados. Apesar de controverso, o indicador mais convencional usado para medir inovação é o pedido e registro de patentes.<sup>18</sup> A Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI; em inglês, World Intellectual Property Organization – Wipo) reúne informações sobre os pedidos de patentes depositados nos escritórios nacionais, regionais e no exterior, além do total de registros concedidos a residentes e estrangeiros por esses mesmos escritórios. Para os objetivos deste trabalho, os pedidos e registros de patentes são considerados de acordo com a origem dos requerentes, de modo a indicar o desempenho inovativo de seus respectivos países. A capacidade dos diferentes escritórios nacionais e regionais para oferecer efetiva “proteção” às patentes registradas na economia global é muito diferenciada. Poucos escritórios possuem efetivo “poder estrutural” para tal, entre os quais se destaca o United States Patent and Trademark Office (USPTO) dos Estados Unidos. Por isso, embora centremos nossa análise nos dados sobre patentes consolidados pela OMPI, também examinamos os dados do USPTO a fim de avaliar se as mesmas tendências de evolução dos pesos relativos dos países nos dados compilados pela OMPI se reproduzem nos dados compilados pelo USPTO (apesar da esperada prevalência de patentes dos Estados Unidos nestes).

Ao utilizarmos o patenteamento como indicador de inovação, é necessário distinguir entre: i) um *pedido* de patente que é depositado por um requerente em um determinado escritório nacional ou regional; e ii) um *registro* de patente que

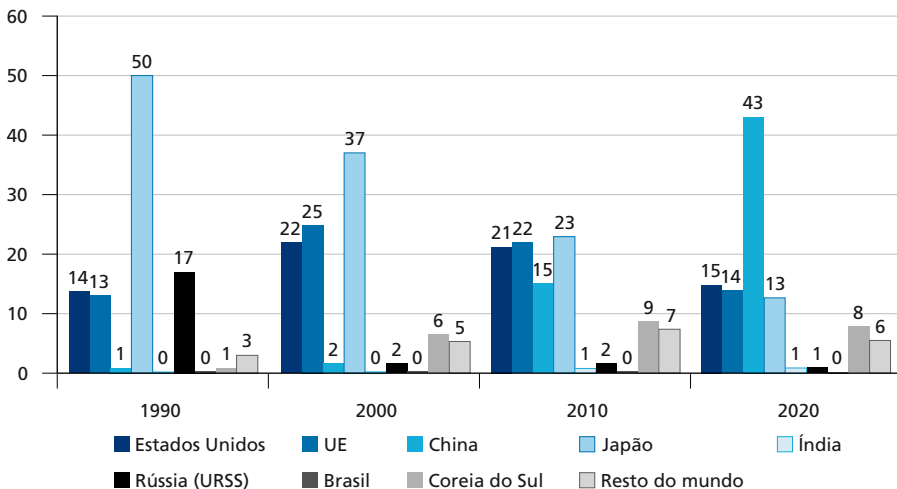
---

18. Diversos autores (Archibugi, 1992; Dalmarco *et al.*, 2011; Dosi, Marengo e Pasquali, 2007; Gittelman, 2008; Kleinknecht e Reinders, 2012; Pavitt, 1985) questionam o uso de dados sobre patentes como indicador de inovação em sentido estrito. Argumentam que nem todas as invenções são patenteadas e/ou patenteáveis, e destacam a heterogeneidade do conteúdo e das atividades inventivas reivindicadas nas patentes. Além disso, ponderam que a maioria das patentes não é utilizada (ou seja, que podem ter baixa aplicabilidade no mercado ou expressar interesses monopolistas puramente defensivos), e que não há relação direta entre patenteamento e desenvolvimento econômico e social. Mesmo cientes dessas limitações e restrições, optamos por adotar os pedidos e registros de patentes como indicador bruto e aproximado de inovação, tanto pela disponibilidade e facilidade de acesso a esses dados quanto pela possibilidade de comparar o desempenho dos países destacados em séries temporais mais longas.

é concedido pelo escritório a um requerente, seja ele *estrangeiro* ou *residente* no mesmo país do escritório. Embora os *registros* de patentes sejam indicadores mais precisos – uma vez que nos permitem mensurar a quantidade de invenções que, em última instância, foram consideradas inovativas no contexto de um determinado território –, os *pedidos* de patentes também devem ser levados em consideração, visto que ajudam a mensurar os esforços empreendidos no sentido de inovar em cada país, a cada ano. O requerimento de patentes aumentou significativamente no mundo todo, passando de 800 mil pedidos nos anos 1980 para 3,3 milhões em 2020.<sup>19</sup> O gráfico 17 retrata a evolução dos pedidos de patentes nos escritórios nacionais dos países em perspectiva comparada, de 1990 a 2020.

GRÁFICO 17

**Pedidos de patentes nos escritórios nacionais, por origem do requerente**  
(Em %)



Fonte: Wipo. Disponível em: <<https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm?tab=patent>>. Elaboração dos autores.

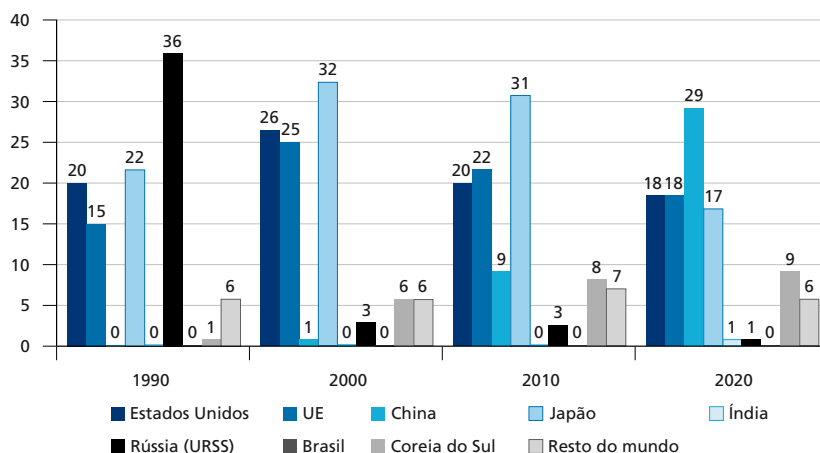
Os dados da OMPI não diferenciam a Rússia do restante da URSS nos dados sobre patentes requeridas em 1990, por isso os dados incluídos no gráfico 17 para esse ano fazem referência à URSS e não à Federação Russa (minando a comparabilidade com os dados da Rússia nos anos seguintes). Os dados sobre pedidos de patentes na URSS evidenciam, por sinal, a questão da heterogeneidade dos escritórios nacionais apontada anteriormente. Em 1990, a economia da Rússia/URSS ainda não estava plenamente integrada à economia capitalista mundial e, obviamente, a sua autoridade de licenciamento era incapaz de prover proteção às patentes registradas no mercado global.

19. Disponível em: <<https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm?tab=patent>>.

Por sua vez, o número bastante elevado de patentes requeridas com origem no Japão e na URSS em 1990 (50% e 17% do total registrado pela OMPI, respectivamente) e na China em 2020 (43% do total) revela como esse indicador é sensível a iniciativas de política pública estimuladoras de pedidos de registro de patentes, que podem não se consolidar em registros efetivos em uma análise diacrônica mais longa. Em consequência, o indicador de pedidos de patentes registrou oscilações bruscas ao longo dos últimos trinta anos, tornando difícil distinguir fatores conjunturais de tendências estruturais mais consistentes e profundas nos dados compilados. Assim, a participação do Japão no total de patentes requeridas despencou de 50% em 1990 para 13% em 2020. A URSS, literalmente, sumiu do mapa, e não foi substituída pela Rússia, que foi responsável por apenas 1% do total de patentes requeridas em 2020. A China ultrapassou, de longe, o desempenho das potências tradicionais (Estados Unidos, Europa e Japão) no indicador, passando de 1% do total de patentes requeridas em 1990 para 43% em 2020. A Coreia do Sul passou de 1% para 8% no período, enquanto a Índia e o Brasil mantiveram-se em patamares bastante restritos (1% e traço, respectivamente).

O gráfico 18, por seu turno, apresenta a evolução da participação relativa dos países no total de *registros* de patentes computados pela OMPI ao longo das três últimas décadas. Com variações e flutuações menores, esses dados revelam as mesmas tendências de evolução já apontadas no levantamento dos *pedidos* de patentes, indicando haver, de fato, transformações estruturais mais consistentes e profundas em curso.

**GRÁFICO 18**  
**Registros de patentes nos escritórios nacionais, por origem do requerente**  
 (Em %)



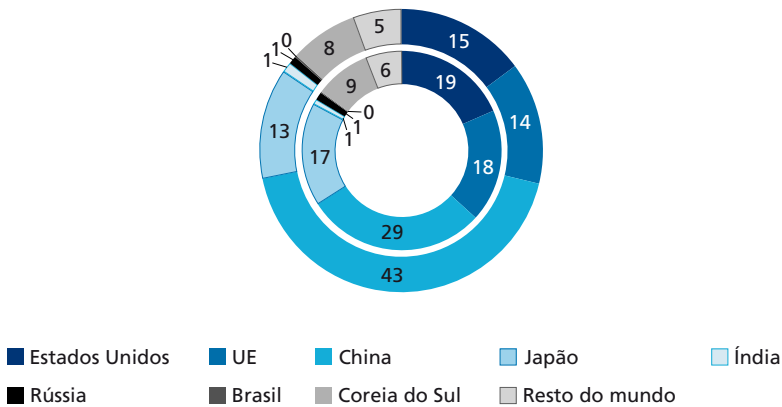
Fonte: Wipo. Disponível em: <<https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm?tab=patent>>. Elaboração dos autores.

Percebe-se uma forte atuação do Japão nas três primeiras décadas, liderando o número de registros em 1990, 2000 e 2010 (com 22%, 32% e 31% do total, respectivamente). No entanto, o país perdeu relevância significativa na última década, com uma participação de 17%. Os Estados Unidos e a UE apresentaram uma *performance* com pouca variação ao longo do período, mas sua participação no total de registros recuou de 26% e 25%, respectivamente, em 2000, para 18% (ambos) em 2020. Entre 2000 e 2020, a participação combinada de Estados Unidos, Europa e Japão refluuiu de 83% das patentes registradas no mundo para 53%. A China, uma vez mais, absorveu a maior parte dessa queda relativa, passando de uma ausência completa de registros no início do período para assumir o primeiro lugar em 2020, com 29% do total de patentes registradas no mundo. A URSS foi responsável por 36% das patentes registradas pela OMPI em 1990, mas, como no caso dos pedidos, seu desempenho não foi reproduzido pela Rússia nos anos seguintes, que refluuiu de 3% para 1% do total de patentes registradas entre 2000 e 2020. O gráfico 19 faz uma comparação entre a participação relativa dos países no total de pedidos e registros de patentes em 2020.

GRÁFICO 19

**Pedidos e registros de patentes nos escritórios nacionais, por origem do requerente (2020)**

(Em %)



Fonte: Wipo. Disponível em: <<https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm?tab=patent>>.

Elaboração dos autores.

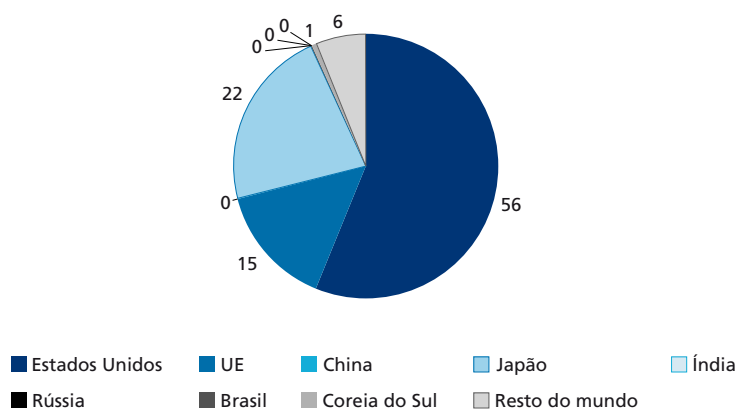
Vejamos como isso se compara com os registros de patentes do escritório norte-americano USPTO, que, conforme apontamos, é considerado o principal garantidor de propriedade intelectual no mundo. O registro de uma patente no USPTO por requerentes de fora dos Estados Unidos revela a capacidade econômica, o grau de internacionalização das empresas e instituições de pesquisa de um país. Além disso, o registro é uma atividade onerosa, lenta e de difícil

acesso, revelando as assimetrias estruturais entre os países. Os gráficos 20, 21, 22 e 23 apontam a evolução da participação relativa dos países destacados no total de patentes registradas no USPTO de 1992 a 2020.

GRÁFICO 20

**Registros de patentes no USPTO, por origem do requerente (1992)**

(Em %)

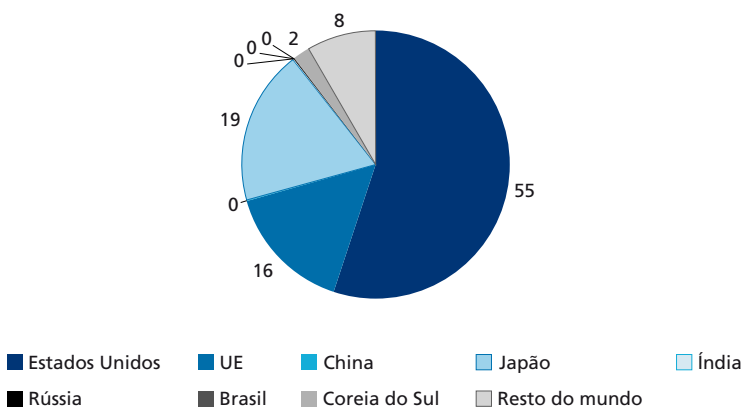


Fonte: USPTO. Disponível em: <[https://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/reports\\_stco.htm](https://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/reports_stco.htm)>. Elaboração dos autores.  
Obs.: Os valores da Rússia para 1992 equivalem ao montante da URSS.

GRÁFICO 21

**Registros de patentes no USPTO, por origem do requerente (2000)**

(Em %)

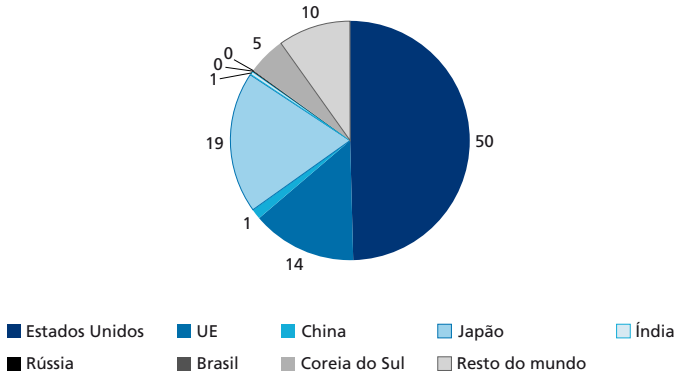


Fonte: USPTO. Disponível em: <[https://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/reports\\_stco.htm](https://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/reports_stco.htm)>. Elaboração dos autores.

GRÁFICO 22

**Registros de patentes no USPTO, por origem do requerente (2010)**

(Em %)

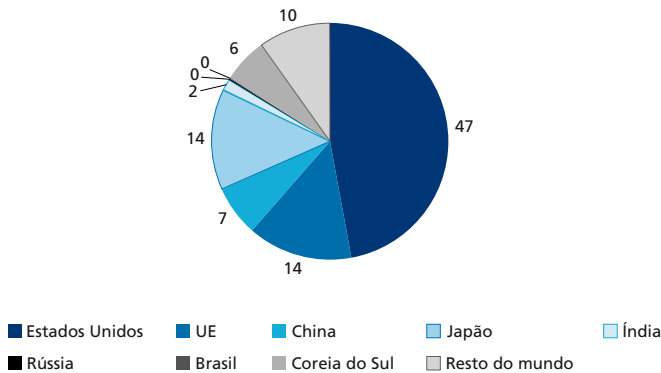


Fonte: USPTO. Disponível em: <[https://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/reports\\_stco.htm](https://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/reports_stco.htm)>. Elaboração dos autores.

GRÁFICO 23

**Registros de patentes no USPTO, por origem do requerente (2020)**

(Em %)



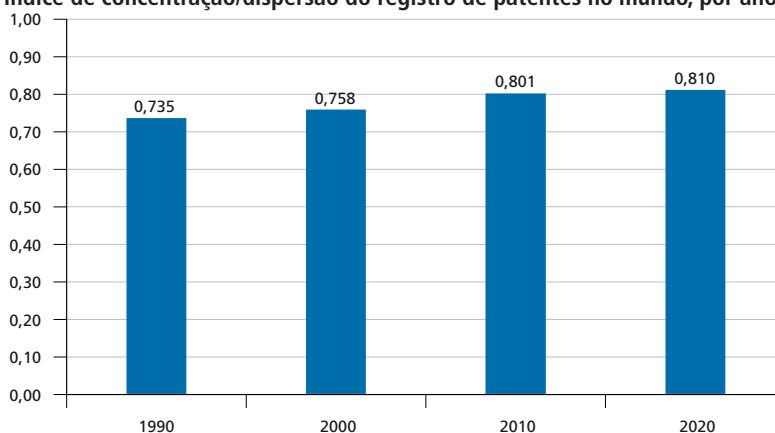
Fonte: USPTO. Disponível em: <[https://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/reports\\_stco.htm](https://www.uspto.gov/web/offices/ac/ido/oeip/taf/reports_stco.htm)>. Elaboração dos autores.

Mantida a esperada prevalência do registro de patentes oriundas das potências tradicionais (Estados Unidos, Europa e Japão) no escritório estadunidense, houve um significativo aumento da participação da China, Coreia do Sul e Índia entre 2000 e 2020, acompanhando (com menos intensidade) as tendências já apontadas nos dados da OMPI. A China passou de uma participação próxima a 0% para 7% das patentes registradas no USPTO. A Coreia do Sul passou de 2% para 6%, e a Índia, partindo também de uma participação próxima a 0%, alcançou 2% em 2020. Nesse ano, o USPTO concedeu 388.861 novas patentes, decompostas no gráfico

23 por país de origem dos requerentes. A Rússia e o Brasil registraram somente 709 e 539 dessas patentes, respectivamente (um traço percentual desse total).

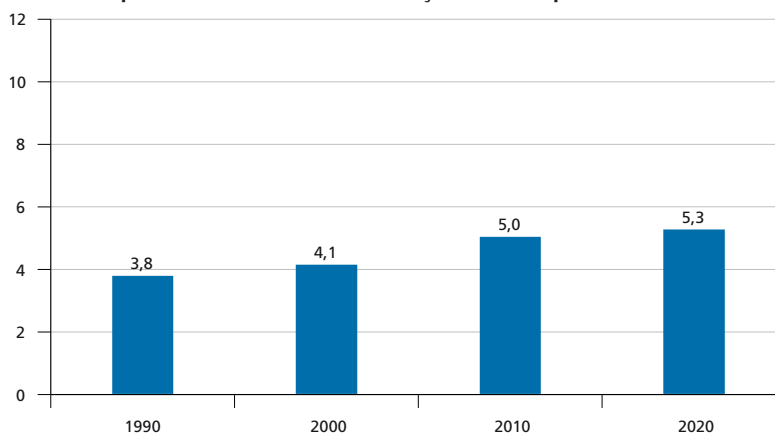
Passamos, agora, ao exame da evolução dos índices de concentração/dispersão e do número de potências relevantes na inovação global, com base na adaptação dos indicadores desenvolvidos por Rae e Taylor (1970) e por Laakso e Taagepera (1973) e tomando por referência o cômputo de registros de patentes no mundo compilado pela OMPI. Os gráficos 24 e 25 exibem a evolução dos índices de concentração/dispersão e o número de potências relevantes na dimensão examinada, de 1990 a 2020.

**GRÁFICO 24**  
**Índice de concentração/dispersão do registro de patentes no mundo, por ano**



Fonte: Wipo. Disponível em: <<https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm?tab=patent>>.

**GRÁFICO 25**  
**Número de potências relevantes na inovação mundial, por ano**



Fonte: Wipo. Disponível em: <<https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm?tab=patent>>.

O índice de concentração/dispersão no registro de patentes no mundo computado pela OMPI manteve um perfil ainda mais concentrado do que o registrado na produção científica e tecnológica mundial, que vimos na seção anterior. Em 1990, esse índice era de 0,735 em comparação com o índice de 0,763 registrado para publicações indexadas pelo SJR em 1996. Como ocorreu com a produção científica e tecnológica global, a evolução do índice de concentração/dispersão do registro de patentes aponta para um importante movimento de desconcentração da inovação mundial entre 1990 e 2020, com o índice de dispersão (fragmentação) passando de 0,735 em 1990 para 0,810 em 2020. Ainda assim, manteve um índice de concentração mais elevado que os da produção científica e tecnológica e do PIB/PPC mundial no mesmo ano (que alcançaram índices de dispersão de 0,860 e 0,897, respectivamente).

Em função das aproximações para compor números inteiros, o número de potências relevantes na inovação mundial não aumentou muito: passou de quatro para cinco. Mais significativa, no entanto, foi a alteração das posições relativas dos países no âmbito desse aumento, como pode ser visto na tabela 3. Sem considerar a “anomalia” soviética em 1990, Estados Unidos, Europa e Japão mantiveram-se na lista de potências relevantes na inovação mundial ao longo do período, em posições relativamente próximas e equilibradas. A China, no entanto, registrou um avanço impressionante no registro de patentes a partir de 2000 e alcançou a primeira posição em 2020, com 29% das patentes compiladas pela OMPI nesse ano. A Coreia do Sul também entrou na lista de potências relevantes na inovação mundial nesse ano, com 9% do total de registros.

**TABELA 3**  
**Potências relevantes na inovação mundial (1990 e 2020)**  
(Em %)

Registros de patentes	
<i>NPR</i> = 3,8	<i>NPR</i> = 5,3
1990	2020
URSS (36)	China (29)
Japão (22)	Estados Unidos (18)
Estados Unidos (20)	UE (18)
UE (15)	Japão (17)
	Coreia do Sul (9)

Fonte: Wipo. Disponível em: <<https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm?tab=patent>>.

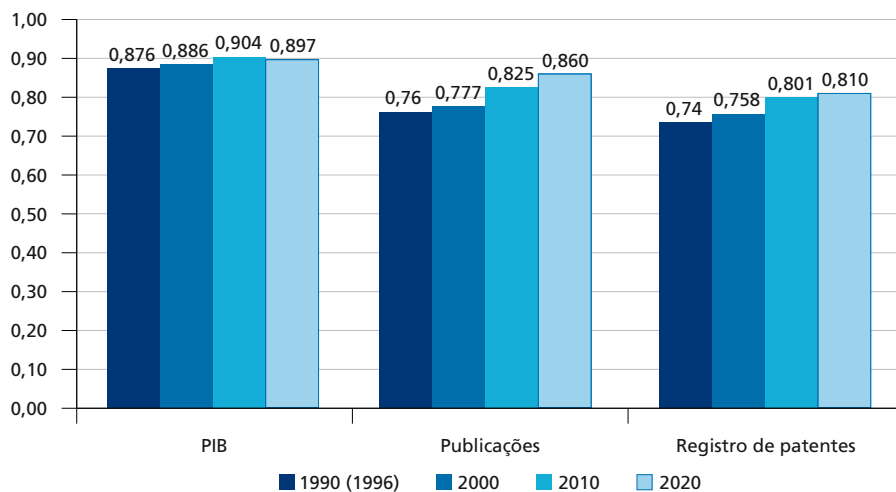
Os dados e índices apresentados registram tanto um importante movimento de desconcentração da inovação mundial quanto um significativo e acelerado reposicionamento territorial/nacional da geração de conhecimento inovador na

economia global, com a formação de novos polos dinâmicos de desenvolvimento, com destaque para China, Coreia do Sul e Índia, nessa ordem. Embora ainda preserve graus de concentração mais elevados que as duas dimensões examinadas anteriormente, o dinamismo da inovação global acompanha e aprofunda as dinâmicas de desenvolvimento desigual já apontadas, e intensifica o processo de reconfiguração das relações de poder que vem marcando fortemente a evolução do sistema internacional.

## 8 RESULTADOS CONSOLIDADOS

O gráfico 26 reúne a evolução dos índices de concentração/dispersão internacional nas três dimensões examinadas. Todos apontam para tendências de desconcentração, mas o índice do PIB/PPC parte de valores mais elevados de dispersão e varia pouco. Já os índices referentes a publicações e patentes partem de valores de concentração mais elevados, mas passam por processos de desconcentração mais intensos (de 0,1 ao longo do período no caso das publicações, e de 0,07 no caso das patentes). A evolução desses índices sinaliza uma descentralização da produção científica e tecnológica e da inovação mundial no período, com um crescimento gradual da participação de diferentes países em ambos, embora os graus de concentração se mantenham elevados.

GRÁFICO 26  
Índices de concentração/dispersão conforme a dimensão



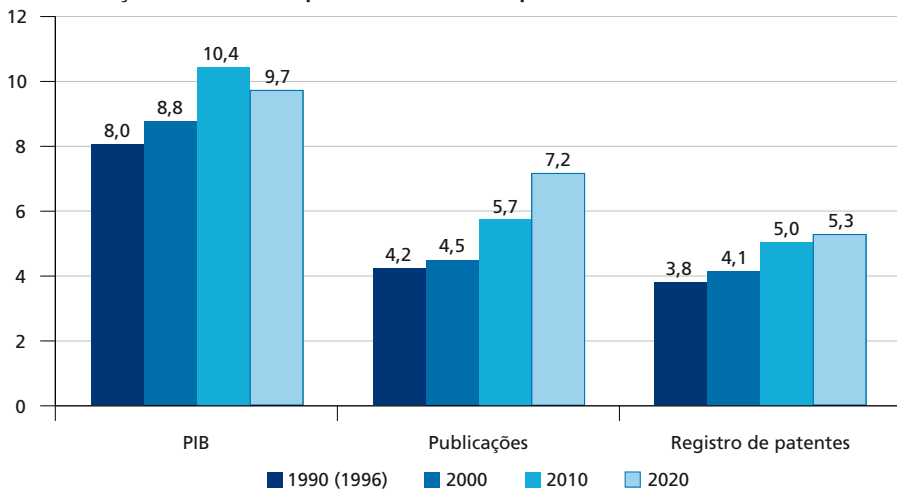
Fonte: Banco Mundial, SJR e Wipo. Informações referentes a Wipo encontram-se disponíveis em: <<https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm?tab=patent>>. Informações referentes a SJR encontram-se disponíveis em: <<https://www.scimagojr.com/countryrank.php>>.

Obs.: Os dados para as publicações de artigos correspondem ao ano de 1996. A UE foi concebida nos cálculos como um único Estado.

O gráfico 27 aponta a evolução do número de potências relevantes por dimensão no período examinado. Acompanhando as tendências de desconcentração, o número de potências relevantes aumentou em todas as dimensões examinadas. A exceção ficou por conta da ligeira retração do índice referente ao PIB/PPC entre 2010 e 2020 (de 10,4 para 9,7). Isto possivelmente já é reflexo do aumento do peso da China no PIB mundial medido por PPC. Em função da aproximação aritmética para números inteiros, isto não alterou o número de potências relevantes nos dois anos (totalizando 10). Mas trata-se de uma variação que deve ser acompanhada de perto em levantamentos futuros. A dimensão do PIB/PPC foi a que apresentou o maior número de potências relevantes, o que revela que as dimensões da produção científica e tecnológica e da inovação mundial permanecem mais concentradas em potências específicas do que a produção global (embora suas dinâmicas possam ter impactos decisivos sobre a própria reconfiguração e redistribuição territorial das cadeias de agregação de valor na economia mundial).

GRÁFICO 27

## Evolução do número de potências relevantes por dimensão



Fonte: Banco Mundial, SJR e Wipo. Informações referentes a Wipo encontram-se disponíveis em: <<https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm?tab=patent>>. Informações referentes a SJR encontram-se disponíveis em: <<https://www.scimagojr.com/countryrank.php>>.

Obs.: Os dados para as publicações de artigos correspondem ao ano de 1996. A UE foi concebida nos cálculos como um único Estado.

A tabela 4 indica a evolução da composição e do peso relativo das potências relevantes nas três dimensões examinadas entre 1990 e 2020. De certa forma, ela sintetiza a análise desenvolvida neste trabalho sobre a reconfiguração das relações de poder no sistema internacional desde o fim da Guerra Fria.

**TABELA 4**  
**Potências relevantes por dimensão (1990 e 2020)**  
 (Em %)

PIB		Publicações		Registros de patentes	
<i>NPR</i> = 8,0	<i>NPR</i> = 9,7	<i>NPR</i> = 4,2	<i>NPR</i> = 7,2	<i>NPR</i> = 3,8	<i>NPR</i> = 5,3
1990	2020	1996	2020	1990	2020
UE (24)	China (18)	UE (36)	UE (29)	URSS (36)	China (29)
Estados Unidos (20)	UE (17)	Estados Unidos (31)	China (16)	Japão (22)	Estados Unidos (18)
Japão (8)	Estados Unidos (16)	Japão (8)	Estados Unidos (16)	Estados Unidos (20)	UE (18)
Rússia (4)	Índia (7)	Canadá (4)	Índia (4)	UE (15)	Japão (17)
China (4)	Japão (4)	Rússia (3)	Japão (3)		Coreia do Sul (9)
Índia (4)	Rússia (3)		Canadá (3)		
Brasil (3)	Indonésia (2)		Rússia (3)		
México (2)	Brasil (2)				
	México (2)				
	Turquia (2)				

Fonte: Banco Mundial, SJR e Wipo. Informações referentes a Wipo encontram-se disponíveis em: <<https://www3.wipo.int/ipstats/index.htm?tab=patent>>. Informações referentes a SJR encontram-se disponíveis em: <<https://www.scimagojr.com/countryrank.php>>.

Nas três dimensões de EPI examinadas, as potências tradicionais (Estados Unidos, Europa e Japão) mantiveram-se na condição de potências relevantes da economia global entre 1990 e 2020. Mas em todas essas dimensões elas perderam peso relativo (de forma mais significativa nas dimensões da produção científica e tecnológica e do dinamismo produtivo), e viram o número de potências relevantes adicionais aumentar.

O Japão foi quem mais perdeu posições e peso relativo no período examinado. Já a China integrava a lista de potências relevantes em 1990 apenas na dimensão de participação no PIB/PPC mundial, e assim mesmo na quinta posição (com 4%). Em 2020, ela passou a constar, em posição de liderança, na lista das potências relevantes das três dimensões: em primeiro na do PIB/PPC mundial, em segundo na de publicações científicas e tecnológicas indexadas pelo SJR e novamente em primeiro no registro de patentes pela OMPI. A Índia também só constava da lista de potências relevantes em 1990 por sua participação no PIB/PPC mundial (com os mesmos 4%). Em 2020, ela passou a integrar essa lista tanto na dimensão do PIB quanto na das publicações. A Coreia do Sul passou a integrar a lista das potências relevantes na dimensão da inovação global em 2020 e dobrou sua participação no PIB/PPC mundial (sem integrar, no entanto, a lista dos “dez mais” nessa dimensão). A Rússia manteve-se na lista de potências relevantes do PIB/PPC entre 1990 e 2020, mas perdeu posições e

peso relativo. Passou a integrar a lista de potências relevantes na produção científica e tecnológica em 2020, recuperando parte da liderança mundial que havia exercido nessa dimensão no período soviético. Brasil e México mantiveram-se na lista de potências relevantes entre 1990 e 2020 na dimensão do PIB/PPC, mas também perderam posições e peso relativo no período, sendo ultrapassados pela Indonésia em 2020.

## 9 CONCLUSÃO

Este trabalho examinou o sentido das transformações em curso na economia global e no sistema internacional a partir do fim do conflito intersistêmico da Guerra Fria, e o impacto das mudanças nas áreas de CT&I sobre a reconfiguração do poder mundial nas três últimas décadas. Em função dos múltiplos e profundos impactos globais da Revolução Científica e Tecnológica, a aferição e o dimensionamento do poder relativo dos países no sistema internacional devem ampliar os conceitos clássicos de poder – como a capacidade militar – para abarcar novas dimensões do poder dos Estados na “sociedade do conhecimento”, como padrões produtivos e tecnológicos, produção científica, patentes, entre outras.

Examinamos as mudanças estruturais em curso a partir da evolução das posições relativas ocupadas por distintos países ao longo das três últimas décadas em três dimensões cruciais da EPI: a do dinamismo produtivo, a do dinamismo científico e tecnológico e a do dinamismo de inovação. Para tal, avaliamos o desempenho relativo de três potências tradicionais (Estados Unidos, Europa e Japão), de um país em “transição sistêmica” (a Rússia) e de quatro países em desenvolvimento com economias de renda média (China, Índia, Brasil e Coreia do Sul) nessas dimensões entre 1990 e 2020. A concentração/dispersão relativa de poder em cada dimensão foi medida a partir da adaptação dos índices de Rae e Taylor e de Laakso e Taagepera. Com base neles, elaboramos índices de concentração/dispersão em cada uma das três dimensões de EPI analisadas e acompanhamos a sua evolução ao longo do período, bem como o número e composição das potências relevantes em cada dimensão.

Embora em ritmos e temporalidades distintos, identificamos tendências convergentes de mudanças estruturais nas três dimensões examinadas. Em todas, configura-se uma dinâmica de desenvolvimento desigual, com o enfraquecimento relativo do poder dos Estados Unidos, Europa e Japão, e a rápida ascensão de países em desenvolvimento de renda média que compunham a periferia do sistema internacional, com destaque absoluto para a China, mas abarcando também – de forma diferenciada – a Índia e a Coreia do Sul.

As tendências identificadas nos dados e índices sintetizados nos gráficos e tabelas que integram os resultados deste trabalho apontam temas relevantes

para a continuidade da sua agenda de pesquisa. Uma primeira questão é se a China conseguirá sustentar os índices elevados de desenvolvimento que vem sustentando desde o lançamento do programa das Quatro Modernizações em 1979. A experiência negativa do Japão, evidenciada nos dados apresentados neste trabalho após ter vivido um crescimento econômico acelerado nas primeiras décadas do pós-Guerra, serve de alerta. Mas a China vem mantendo a liderança no dinamismo produtivo global há mais de quatro décadas, e cada vez ancora mais esse desenvolvimento na capacidade científica, tecnológica e inovativa nacional. Esse dinamismo não dá sinais de arrefecimento. Em se configurando esse prognóstico, surgem indagações em direção oposta: será que a relativa desconcentração de recursos de poder identificada neste trabalho é um mero período de transição para uma reconcentração de capacidades produtivas, científicas, tecnológicas e inovativas no futuro próximo? “Reconcentração” com novos protagonistas? Em grande medida isso dependerá das respostas dadas pelas potências tradicionais à intensificação da sua perda de poder relativo na economia global, bem como da capacidade de os demais países em desenvolvimento extraírem lições da trajetória exitosa da China (assim como as da Índia e da Coreia do Sul) nas últimas décadas.

O que as trajetórias dessas potências relevantes ascendentes indicam é que os países em desenvolvimento não estão condenados a posições periféricas, subalternas e de baixa agregação de valor na divisão internacional do trabalho. No contexto das dinâmicas de desenvolvimento desigual em curso no mundo, esses países se destacaram, precisamente, por ter estruturado sistemas de inovação que integraram cadeias produtivas industriais e capacidades científicas e tecnológicas nacionais via projetos mobilizadores estratégicos que contaram com forte financiamento e apoio públicos para disputar mercados globais. Não se contentaram, nem se limitaram a abrir, de forma passiva, as suas economias para atrair investimentos e instalações produtivas das empresas transnacionais e os pacotes tecnológicos a eles associados, nem subordinaram os seus projetos mobilizadores estratégicos nacionais a restrições oriundas de mecanismos e dinâmicas de acumulação rentista.

Atentamos, assim, para a necessidade de países de renda média, como o Brasil, incorporarem de forma consistente a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico e a inovação às suas políticas e ações de promoção do crescimento econômico se quiserem torná-lo sustentado e robusto a longo prazo, com impactos sobre suas posições relativas no sistema internacional. O fomento de capacidades nacionais em CT&I se tornou um vetor cada vez mais central e crítico na reconfiguração das relações de poder no mundo.

## REFERÊNCIAS

- AMIN, M.; MABE, M. Impact factors: use and abuse. **Perspectives in Publishing**, n. 1, 2007.
- ARCHAMBAULT, E. 30 years in science: secular movements in knowledge creation. **Science-Metrix**, 2010. Disponível em: <[www.science-metrix.com/30years=Paper.pdf](http://www.science-metrix.com/30years=Paper.pdf)>.
- ARCHIBUGI, D. Patenting as an indicator of technological innovation: a review. **Science and Public Policy**, v. 19, n. 6, 1992.
- CHANG, H. J. **Chutando a escada**: a estratégia do desenvolvimento em perspectiva histórica. São Paulo: Editora Unesp, 2002.
- CHESNAIS, F. **A mundialização do capital**. São Paulo: Editora Xamã, 1996.
- CHESNAIS, F.; SAUVIAT, C. O financiamento da inovação no regime global de acumulação dominado pelo capital financeiro. *In*: LASTRES, H.; CASSIOLATO, J.; ARROIO, A. (Org.). **Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ; Contraponto, 2005.
- DALMARCO, G. *et al.* Universities' intellectual property: path for innovation or patent competition? **Journal of Technology Management and Innovation**, v. 6, n. 3, 2011.
- DOSI, G.; MARENGO, L.; PASQUALI, C. Knowledge, competition and the innovation: is strong IPR protection really needed for more and better innovations? **Michigan Telecommunications and Technology Law Review**, v. 13, n. 2, 2007.
- DREIFUSS, R. A. Corporações estratégicas e Estados nacionais: os protagonistas do grande jogo. *In*: MINEIRO, A.; ELIAS, L.; BENJAMIN, C. (Org.). **Visões da crise**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1998.
- \_\_\_\_\_. **Transformações**: matrizes do século XXI. Petrópolis: Vozes, 2004.
- DUTTA, S. *et al.* (Ed.). **Global innovation index 2021**: tracking innovation through the covid-19 crisis. Geneva: Wipo, 2021. Disponível em: <[https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_gii\\_2021.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2021.pdf)>. Acesso em: 11 jan. 2022.
- FRITSCH, S. Conceptualizing the ambivalent role of technology in international relations: between systemic change and continuity. *In*: MAYER, M.; CARPES, M.; KNOBLICH, R. (Ed.). **The global politics of science and technology**. Heidelberg: Springer-Verlag, 2014. v. 1.
- FUKUYAMA, F. **O fim da história e o último homem**. Rio de Janeiro: Rocco, 1992.

FURTADO, C. **Desenvolvimento e subdesenvolvimento**. Rio de Janeiro: Centro Celso Furtado; Contraponto, 2009.

GERSCHENKRON, A. **Economic backwardness in historical perspective**. Cambridge, United States: Belknap, 1962.

GILPIN, R. **The political economy of international relations**. Princeton: Princeton University Press, 1987.

GITTELMAN, M. A note on the value of patents as indicators of innovation: implications for management research. **Academy of Management Perspectives**, v. 22, n. 3, p. 21-27, 2008.

HALEY, U. C. V.; HALEY, G. T. **Subsidies to Chinese industry**: State capitalism, business strategy and trade policy. New York: Oxford University Press, 2013. 233 p.

HILFERDING, R. **O capital financeiro**. São Paulo: Abril Cultural, 1985. (Coleção Os Economistas).

KADOCHNIKOV, D. Gustav Cassel's purchasing power parity doctrine in the context of his views on international economic policy coordination. **European Journal of the History of Economic Thought**, v. 20, n. 6, 2013.

KEYNES, J. M. **Breve tratado sobre la Reforma Monetaria**. Cidade do México: Fondo de Cultura Económica, 1992.

KLEINKNECHT, A.; REINDERS, H. J. How good are patents as innovation indicators? Evidence from German CIS data. *In*: ANDERSSON, M. *et al.* **Innovation and growth**: from R&D strategies of innovating firms to economy-wide technological change. Oxford: Oxford University Press, 2012.

LAAKSO, M.; TAAGEPERA, R. The “effective” number of parties: a measure with applications to West Europe. **Comparative Political Studies**, v. 12, n. 1, 1973.

LENIN, V. I. **O imperialismo, fase superior do capitalismo**. São Paulo: Centauro, 2005.

LETA, J.; CRUZ, C. H. B. A produção científica brasileira. *In*: VIOTTI, E.; MACEDO, M. (Org.). **Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil**. Campinas: Editora Unicamp, 2003.

LIST, F. **Sistema nacional de economia política**. São Paulo: Abril Cultural, 1985. (Coleção Os Economistas).

MALIK, M. Technopolitics: how technology shapes relations among nations. **The Interface of Science, Technology and Security**, n. 12, p. 21-29, 2012. Disponível em: <<http://apcss.org/wp-content/uploads/2012/12/Mohan-Malik.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2022.

MAYER, M.; CARPES, M.; KNOBLICH, R. The global politics of science and technology: an introduction. *In*: \_\_\_\_\_. (Ed.). **The global politics of science and technology**. Heidelberg: Springer-Verlag, 2014. v. 1.

MAZZUCATO, M. **O Estado empreendedor**. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014.

MUELLER, S. A comunicação científica e o movimento de acesso livre ao conhecimento. **Ciência da Informação**, v. 35, n. 2, 2006.

NEGRI, A.; HARDT, M. **Império**. Rio de Janeiro: Record, 2001.

NICOLAU, J. Partidos na República de 1946: velhas teses, novos dados. **Dados**, v. 47, n. 1, 2004.

NYE, J. **Power in the global information age: from realism to globalization**. London: Routledge, 2004.

PAVITT, K. Patent statistics as indicators of innovative activities: possibilities and problems. **Scientometrics**, v. 7, n. 1-2, 1985.

PING, L. V. China. *In*: SCERRI, M.; LASTRES, H. (Ed.). **The role of the State: BRICS National Systems of Innovation**. New Delhi: Routledge, 2013.

RAE, D.; TAYLOR, M. **The analysis of political cleavages**. New Haven: Yale University Press, 1970.

RAMSDEN, J. J. Impact factors: a critique. **Journal of Biological Physics and Chemistry**, v. 9, 2009.

RICHTA, R. **Economia socialista e revolução tecnológica**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1972.

SANTOS, T. dos. **Revolução científico-técnica e acumulação de capital**. São Paulo: Vozes, 1983.

SANTOS, W. G. dos. Velhas teses, novos dados: uma análise metodológica. **Dados**, v. 47, n. 4, 2004.

SERFATI, C. Financial dimensions of transnational corporations, global value chain and technological innovation. **Journal of Innovation Economics and Management**, n. 2, 2008. Disponível em: <<https://www.cairn.info/revue-journal-of-innovation-economics-2008-2.htm>>. Acesso em: 15 jan. 2022.

STRANGE, S. **States and markets**. New York: Continuum, 1994.

WOHLFORTH, W. The stability of a unipolar world. **International Security**, v. 24, n. 1, 1999.