

REM WORKING PAPER SERIES

Evolução das assimetrias na produção de conhecimento científico e tecnológico a nível global: análise com enfoque nas trajetórias de Brasil e Portugal

Manuel Mira Godinho

REM Working Paper 0145-2020

October 2020

REM – Research in Economics and Mathematics

Rua Miguel Lúpi 20,
1249-078 Lisboa,
Portugal

ISSN 2184-108X

Any opinions expressed are those of the authors and not those of REM. Short, up to two paragraphs can be cited provided that full credit is given to the authors.





REM – Research in Economics and Mathematics

Rua Miguel Lupi, 20
1249-078 LISBOA
Portugal

Telephone: +351 - 213 925 912

E-mail: rem@iseg.ulisboa.pt

<https://rem.rc.iseg.ulisboa.pt/>



<https://twitter.com/ResearchRem>

<https://www.linkedin.com/company/researchrem/>

<https://www.facebook.com/researchrem/>

Godinho, Manuel Mira (2020), Evolução das assimetrias na produção de conhecimento científico e tecnológico a nível global: análise com enfoque nas trajetórias de Brasil e Portugal. Documento de trabalho do projeto Global Innovation Trends (projeto FCT PTDC/EGE-ECO/30690/2017).

Manuel Mira Godinho *, **

*Instituto Superior de Economia e Gestão (ISEG), Universidade de Lisboa e

** UECE/REM, ISEG - Universidade de Lisboa

mgodinho@iseg.ulisboa.pt

Rua do Quelhas 6, 1200-781 Lisboa, Portugal

Este trabalho usufrui do apoio da FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia, através do financiamento UIDB/05069/2020 e do projeto PTDC/EGE-ECO/30690/2017.

Título:

Evolução das assimetrias na produção de conhecimento científico e tecnológico a nível global: análise com enfoque nas trajetórias de Brasil e Portugal (#)

Resumo: Este artigo avalia se o crescimento da produção científica e tecnológica a nível mundial tem ocorrido homogeneamente ou se ocorrem cenários de “convergência” ou “divergência”. São observados os casos de Brasil e Portugal, situando-se sua evolução no panorama global. Para o período 1996-2018 concluiu-se que apesar de a nível global se registar um padrão de diminuição da divergência relativa tanto na publicação científica como no conhecimento tecnológico, o distanciamento absoluto entre os diferentes países tem aumentado. Em relação a Brasil e Portugal, observa-se que ambos apresentam uma dinâmica superior na produção de conhecimento científico que no tecnológico, embora seguindo trajetórias distintas.

Palavras chave: Convergência; Publicações científicas; Tecnologia; Patentes.

Abstract: This paper discusses the extent to which the growth of scientific and technological production has occurred homogeneously at a global level or whether there have been “convergence” or “divergence” scenarios. The cases of Brazil and Portugal are observed against those global scenarios. For the 1996-2018 period we concluded that although there is a global pattern of decreasing relative divergence in both scientific publication and technological knowledge, the absolute distance between countries has increased. In relation to Brazil and Portugal, it is observed that both do better in the production of scientific knowledge than in technological knowledge, although following different trajectories.

Key-words: Convergence; Scientific Publications; Technology; Patents.

(#) O autor agradece a João Caraça, Rui Cartaxo, Hugo Confraria, Carlos Brito Cruz, João Furtado e Kelyane Silva as sugestões recebidas e comentários a uma versão preliminar deste artigo.

1. Introdução

A produção de conhecimento científico e tecnológico a nível mundial aumentou muito significativamente nos últimos dois séculos. Boa parte desse novo conhecimento é materializado em suportes bibliográficos. Esses suportes incluem comunicações escritas apresentadas em conferências, artigos publicados em revistas académicas, capítulos e livros editados e difundidos pelos respetivos públicos-alvo ou, no que diz respeito a conhecimentos tecnológicos, através da publicação da informação constante dos pedidos de patentes que depois é difundida em suporte físico ou digital.

O objetivo principal do presente artigo é discutir, com referência ao período de 1996 a 2018, em que medida o crescimento das produções científica e tecnológica ocorreu de forma razoavelmente homogênea entre as diferentes regiões do planeta ou se os correspondentes aumentos têm ocorrido mais rapidamente numa região que noutras, configurando respetivamente cenários de “convergência” ou de “divergência”. Assim, se no hipotético caso de em todas as regiões do planeta se verificarem trajetórias evolutivas idênticas, as desigualdades iniciais se manteriam estáveis, nos casos da “convergência” e “divergência” verificar-se-iam, respetivamente, uma aproximação dos países de desempenho menos bom aos de desempenho superior ou, em contrapartida, um maior afastamento entre os diferentes países.

Este tipo de raciocínio tem sido aplicado a indicadores económicos, designadamente ao PIB per capita, procurando registar a existência de convergência ou não entre os países “mais pobres” e os “mais ricos”. Muito embora reconhecendo a distinta natureza dos indicadores económicos e dos indicadores de produção científica e tecnológica, admite-se que o tipo de metodologias aplicadas às análises de convergência económica entre países é igualmente pertinente com referência a indicadores de conhecimento científico e tecnológico, até tendo em conta a relevância do desempenho em C&T de cada país para o próprio desenvolvimento socioeconómico.

Vale a pena alertar já neste ponto que podendo os países “mais pobres” progredir com taxas de crescimento médio anual superiores às dos “mais ricos”, ainda assim a distância absoluta entre eles poderá aumentar. Neste caso estar-se-á perante uma situação de convergência “relativa” mas de divergência “absoluta”. Em termos metodológicos esta distinção é captada sobretudo pela análise das designadas “convergência beta” e “convergência sigma” que serão explicitadas adiante neste artigo.

Em acréscimo ao registo das tendências globais, há um enfoque nos casos de Brasil e Portugal, procurando situar como os dois países se comportam no cenário global. O recurso a estes dois “estudos de caso” é relevante, pois permite ter em conta como as especificidades em concreto de cada país, relacionadas com a história, evolução institucional, diversidade de políticas adotadas e estruturação dos respetivos sistemas nacionais de investigação e inovação, influenciam as trajetórias efetivamente registadas.

A principal conclusão a que chegamos usando estas metodologias é que embora se verifique um padrão de diminuição da divergência relativa, tanto para a produção de conhecimento científico como para a produção de conhecimento tecnológico, o distanciamento absoluto entre os diferentes países tem vindo a aumentar nas décadas mais recentes. Em relação a Brasil e Portugal, observámos que apesar de os dois países exibirem dinâmicas mais positivas na produção de conhecimento científico que na produção de conhecimento tecnológico, suas trajetórias são razoavelmente distintas.

Há a destacar que apesar da pesquisa realizada ter um carácter histórico, dada a extensão temporal observada, ela apresenta evidentemente atualidade e relevância para as políticas de pesquisa e inovação de Brasil e Portugal.

Na sequência desta introdução segue-se uma súmula de literatura relevante, apresentada a metodologia da pesquisa, analisados os resultados e por fim surgem as conclusões.

2. Enquadramento da análise

Independentemente da perspetiva metodológica adotada, existe consenso sobre vários aspetos, designadamente: (1) querendo-se avaliar a forma como a produção de conhecimento científico e tecnológico tem evoluído, há necessidade de utilizar indicadores que captem as tendências e padrões estruturais dessa evolução; (2) os indicadores mais vulgarmente adotados para expressar estas dinâmicas são o número de artigos publicados em revistas académicas e o número de pedidos de patentes (Godinho 2007); e (3) pelo menos tendo em conta os indicadores convencionais, é evidente o aumento exponencial da produção científica e tecnológica global (Bornmann e Mutz, 2014; WIPO 2019).

A par desta enorme evolução do conhecimento científico e tecnológico, têm-se registado grandes debates relativamente à evolução da desigualdade a nível global e relativamente às assimetrias de desenvolvimento entre países.

Nos estudos sobre a desigualdade, as análises têm-se concentrado nas variáveis riqueza e rendimento, focando-se alguns deles mais na evolução da desigualdade dentro de certos países, enquanto outros adotam uma perspetiva mais abrangente, olhando para a evolução da desigualdade a nível global. Os trabalhos de Piketty (Piketty, 2015; Piketty, 2020), por exemplo, têm-se concentrado sobretudo na variável “riqueza” e em certos países, nomeadamente nos mais desenvolvidos. Em contraste, Atkinson (Atkinson, 1975; Atkinson, 2015) concentrou-se sobretudo na variável “rendimento” e com um enfoque maior no caso do Reino Unido. Por seu turno, os trabalhos igualmente muito influentes de Milanovic e Bourguignon (Milanovic, 2016; Bourguignon, 2015), concentram-se também na variável “rendimento”, mas numa perspetiva global, tendo em conta a distribuição de rendimentos em torno do planeta. Uma conclusão principal desta literatura que incide na temática das desigualdades é que a partir sensivelmente de 2000 se verificou uma maior igualdade na distribuição de rendimentos a nível mundial, embora acompanhada por um aumento das

desigualdades de rendimento e sobretudo de riqueza a nível nacional, com particular incidência nos países mais desenvolvidos. A primeira tendência decorre sobretudo do crescimento económico da China e também, embora em menor grau, da Índia e de outras economias emergentes, que levaram à ascensão de uma “classe média global”, enquanto que a segunda está associada à globalização, à liberalização económica e aos efeitos da inovação tecnológica que favoreceram o surgimento de mercados extraordinariamente concentrados.

Em paralelo à literatura sobre a evolução da desigualdade, existe também uma outra literatura focada nas assimetrias económicas e de desenvolvimento entre países, mas que em contraste com a anterior, em vez de tomar como referência os níveis individuais de rendimento ou de riqueza, toma como referência as disparidades económicas entre países. Durante pelo menos a segunda metade do século XX, grande parte desta outra literatura centrou-se nas variáveis económicas tradicionais, incluindo as exportações, o PIB e respetivas taxas de crescimento, embora outros estudos de cariz mais qualitativo se tenham centrado nas disparidades de desenvolvimento e na capacidade de eventualmente as reduzir (Furtado, 1974; Lall, 2000a; Fagerberg e Godinho, 2004; Fagerberg et al., 2011). Neste âmbito, muitos trabalhos têm-se especificamente centrado na análise da evolução das disparidades económicas em termos de PIB per capita, produzindo um quadro analítico muito difundido, ancorado nos conceitos de convergência BETA e convergência SIGMA (Baumol, 1976; Barro, 1991; Sala-i-Martin, 1996). Este tipo de quadro analítico tem vindo a ser mais recentemente aplicado a outras variáveis que não apenas o PIB per capita, incluindo na análise do bem-estar ou na área energética (Mendez, 2019; Grafström, 2018).

Há a notar que na senda das abordagens mais qualitativas do desenvolvimento, existe uma linha de pesquisa relevante que incide nas assimetrias de desenvolvimento em ciência e tecnologia, observando a produção de conhecimento científico e tecnológico, discutindo as assimetrias entre países ou mesmo as desigualdades entre o Sul Global e o Norte Global (Castellacci e Archibugi, 2008; Wong e Wang, 2015; Confraria et. al., 2017; Patra e Muchie, 2018). A este respeito, Cassiolato et al. (2014) argumentam estar a verificar-se uma ampliação das desigualdades em conhecimento e tecnologia, sublinhando que *“Significant disparities in conditions of generation, access and use of knowledge, as well as new technologies, systems and content, are causing novel and more complex inequalities between individuals, social groups, organisations, countries and economic blocs, both rich and poor.”*

Os indicadores empregues no presente estudo para medir a produção de conhecimento científico e tecnológico estão relacionados com número de publicações em revistas académicas e com o número de patentes concedidas. Estamos bem conscientes da dificuldade em quantificar o “conhecimento” existente ou produzido em cada momento. Todavia, os indicadores quantitativos selecionados têm, como a própria designação “indicador” sugere, um valor estritamente indicativo das dinâmicas registadas. E, conquanto sejam reconhecidas limitações desses indicadores no estudo dos fenómenos observados, eles continuam a ser amplamente adotados em muitos estudos

(Moed, 2005; Nesta e Patel, 2005; OECD, 2002; van Raan, 2004; Sirilli, 1997; Smith 2004).

Em relação ao uso de indicadores bibliométricos, incluindo as contagens de publicações, existe um debate substantivo quanto ao seu uso como medida de produção de conhecimento científico ou quanto à sua legitimidade para realizar comparações entre países com níveis de desenvolvimento bem diferenciados (Van Raan, 2003; Rafols et al, 2015; Confraria et al., 2017). Porém, na ausência de alternativas robustas, estes indicadores são considerados adequados para avaliar os processos de aproximação ou afastamento em relação às economias que apresentam melhores desempenhos (Albuquerque, 2004). Tem também sido referido como positivo o aumento de cobertura de bases de dados como a WoS ou SCOPUS de periódicos publicados em países em desenvolvimento, incluindo os da América Latina e Caribe (Collazo-Reyes, 2014).

Em relação ao uso de indicadores de patentes, diversas observações têm sido feitas, designadamente quanto a seu uso como medida universal de “inovação”, tendo em conta que nem todas as inovações são patenteáveis pois ocorrem, por exemplo, em sistemas organizacionais e de distribuição ou na imagem e comunicação dos produtos ou simplesmente porque seus inventores optam por manter o conteúdo de suas inovações em segredo industrial ou, em alternativa, em regime aberto. Sabe-se que uma patente concedida protege um invento de natureza tecnológica e sabe-se também que por a patente ser pedida na transição da fase de pesquisa e desenvolvimento para a fase da exploração económica da tecnologia, ela se encontra na fronteira entre invenção e inovação e, como tal, pode ser também vista como um indicador da dinâmica de inovação tecnológica. Uma patente é concedida na sequência de um exame que avalia se ela acrescenta novidade ao repositório de conhecimentos tecnológicos existente, sendo que todas as patentes concedidas têm seu conteúdo publicado, passando dessa forma a integrar o chamado estado-da-arte tecnológico a nível global. Em conformidade, neste estudo entendemos as patentes sobretudo como indicador do nível da produção de novos conhecimentos tecnológicos.

O emprego de indicadores de patentes neste estudo tem em conta as avaliações que sobre eles têm sido feitas. Tais avaliações salientam as limitações mas também as vantagens do uso desse tipo de indicadores para fins analíticos (Archibugi, 1992; Narin et al., 1991; Nagaoka et al., 2010). É sabido que existe um reconhecimento que diferentes empresas, setores ou países seguem diferentes estratégias de patenteamento (Pavitt, 1985; Griliches, 1990; Brouwer e Kleinknecht, 1996). Como Freeman (1982) já se tinha pronunciado, o uso de patentes enquanto indicador de invenções tecnológicas é razoável na medida em que não exista informação alternativa de melhor qualidade.

Especificamente em conexão com as economias em desenvolvimento, diferentes trabalhos têm analisado a relação entre propriedade intelectual e desenvolvimento económico (Sweet e Maggio, 2015; Gould e Gruben, 1996, Lerner, 2009; Hall, 2020; Albuquerque, 2000). As conclusões destes estudos apontam que em diferentes circunstâncias esses sistemas afectam as perspectivas de desenvolvimento de forma diferenciada. Estes estudos realçam

ainda a necessidade da plasticidade dos sistemas de propriedade intelectual em relação às condições específicas de cada economia, sendo desejável que a intensidade de protecção seja calibrada de forma diferenciada.

Num livro dedicado ao estudo da propriedade intelectual nos países de língua portuguesa, incluindo Brasil e Portugal mas também outras economias de características bem diferenciadas, afirmou-se que as reflexões sobre as questões da propriedade intelectual e da inovação sendo *“essenciais ao desenvolvimento”* devem *“transcender uma visão que tende a privilegiar apenas as dimensões assistencialistas”*, pois *“tal visão não permite aproveitar e explorar de forma sistemática as oportunidades que se abrem aos países em consequência da introdução e difusão da inovação e dos conhecimentos economicamente relevantes”* (Castro et. al., 2011). Num capítulo desse mesmo livro, com referência explícita à “economia política de propriedade intelectual”, afirma-se que *“A propriedade intelectual é uma temática altamente politizada. O reconhecimento da existência de uma “falha de mercado” significa que se aceita, de forma explícita e racionalizada, a intervenção do Estado, por via da política de atribuição de direitos de propriedade intelectual”* e da gestão da intensidade de protecção oferecida (Godinho, 2011). Em acréscimo, com referência aos tratados da OMC e disposições TRIPS, afirma-se que a *“propriedade intelectual, além de altamente politizada, é atualmente uma temática de natureza global”* (Godinho, 2011).

Dosi & Stiglitz (2014) indicam que o aumento de intensidade de protecção dos direitos de propriedade intelectual nas décadas anteriores, designadamente em correlação com a introdução dos tratados referidos no parágrafo precedente, não impactou positivamente nas taxas de inovação em todo o mundo, sendo isso particularmente importante *“in the case of catching-up countries, with respect to which both theory and historical experience suggest that loose and limited IPR are most conducive to knowledge accumulation and technological imitation and absorption”*. Mantém-se portanto actual a afirmação de Sanjaya Lall que *“countries at different levels of industrial and technological development face very different economic costs and benefits from stronger IPRs”* (Lall 2003).

Em síntese, com base num interesse genérico nas temáticas das desigualdades e das assimetrias a nível global e tendo em conta as linhas de abordagem e revisão de literatura feita, a presente pesquisa centra-se numa análise da produção de conhecimento científico e tecnológico entre diferentes países do mundo, desde final do século passado (1996) até perto do final da segunda década do presente século (2018), procurando captar como as assimetrias entre diferentes países tem progredido. Especificamente, serão observados indicadores respeitantes à convergência BETA e convergência SIGMA, usando-se medidas de dispersão para perceber a evolução das disparidades na produção de conhecimento científico e tecnológico a nível global. É nesse âmbito que se irá fixar a evolução de Portugal e Brasil, tendo em conta aspetos institucionais relevantes de ambos os países.

3. Metodologia

As duas variáveis principais neste estudo são o número de documentos citáveis e o número de patentes concedidas pelo escritório (ou instituto) de patentes dos EUA, o USPTO. Com base nessas duas variáveis, são calculados indicadores que têm no denominador a população de cada país observado. Estes dois indicadores são análogos, por exemplo, ao convencional PIB *per capita*, com a diferença que no nosso caso consideramos a variável população medida em milhões de indivíduos. Eles foram calculados para 1996 e 2018, sendo também calculadas as respectivas taxas médias de crescimento anual (doravante designadas por TMCA) nesse período temporal.

Os “documentos citáveis” têm como fonte a base de dados ScimagoJR¹ que contém informações estatísticas de publicações e países com origem na Scopus. Esta variável inclui os seguintes tipos de publicações: artigos, revisões e trabalhos apresentados a conferências. Utilizamos-la como uma medida do nível da produção de novos conhecimentos científicos.

O número de patentes concedido pelo USPTO foi obtido na base de dados do IP5, um consórcio dos cinco maiores escritórios de patentes a nível mundial.² Optou-se por usar patentes do USPTO e não outras (por exemplo EPO ou pedidos PCT), pois em geral os EUA têm sido reconhecidos como o mercado tecnológico mais dinâmico do planeta. Por essa razão assume-se que os detentores de invenções tecnológicas mais relevantes querem ter patentes nessa jurisdição, para protegerem suas exportações inovadoras para esse mercado ou, em alternativa, para nele poderem licenciar suas tecnologias (Godinho e Ferreira, 2012).

A variável população foi obtida a partir da base de dados WDI.³ Por comodidade manteve-se a designação dos países em inglês.

Da análise do indicador de patentes empregue, foram excluídos países de menor dimensão populacional, por um número significativo deles terem um número de patentes inflacionado devido à concessão de benefícios fiscais especiais ou outros similares.

Os dois indicadores descritos e respectivas TMCA foram empregues para calcular os valores relativos à convergência BETA. Concretamente, foram feitas para cada um deles regressões onde se teve como variável dependente a sua TMCA no período 1996-2018 e como variável independente o respetivo valor no ano inicial (1996). O objetivo prático foi estimar o coeficiente da regressão (o “beta”). Quando o coeficiente estimado tem sinal negativo, está-se perante um cenário de convergência, por os países de menores valores iniciais terem TMCA mais

¹ Disponível neste link: <https://www.scimagojr.com/>

² Disponível neste link: https://www.fiveipoffices.org/wcm/connect/fiveipoffices/ba29fe6a-e47c-47ba-8193-9ffaf252443e/ip5grantsbyIPC2018_final.xlsx?MOD=AJPERES&CVID=

³ Disponível neste link: <http://databank.worldbank.org/data/views/variableSelection/selectvariable.aspx?source=health-nutrition-and-population-statistics>

elevadas que as dos países de maiores valores iniciais, sendo que o oposto ocorre se o sinal do coeficiente for positivo. A lógica subjacente a esta perspetiva da “convergência BETA” é que quanto menos bom for o desempenho inicial do país, maior é o potencial para se aproximar dos países de melhores desempenhos (Abramovitz 1986).

As regressões foram obtidas pelo método dos mínimos quadrados convencional (OLS), mas foram também repetidas com introdução de uma variável de ponderação (WLS). A variável de ponderação introduzida nas regressões WLS foi a população (milhões de habitantes de cada país), com o objetivo de se atenuar o facto de nas regressões OLS convencionais se dar exatamente o mesmo peso, por exemplo, a um país com 1 ou com 1000 milhões de habitantes.

Finalmente, os dois indicadores descritos foram também empregues para calcular os valores relativos à convergência SIGMA. Neste caso foi calculado o desvio-padrão de cada um dos indicadores no momento inicial (1996) e no mais recente (2018), quantificando-se a dispersão existente em cada um desses momentos temporais. Obviamente que quanto mais os diferentes países se desviarem da média do conjunto dos países, maior é a dispersão. Se o desvio padrão diminuir entre o momento inicial o mais recente, significa que há redução da dispersão e como tal afirma-se que estamos numa situação de “convergência SIGMA”. Acontece, porém, que quando os dois momentos temporais são afastados entre si e há uma dinâmica global de crescimento forte, isso só por si contribui para gerar um maior afastamento absoluto entre os países, muito embora em termos relativos possa verificar-se redução da dispersão. Isto leva a que com frequência se possa ter um coeficiente da regressão negativo (“convergência BETA”) e em simultâneo um aumento dos desvios-padrão (“divergência SIGMA”). Em conformidade com esta apreciação, usa-se também neste estudo o Coeficiente de Variação (CV) que consiste no quociente entre o desvio-padrão e a média da correspondente amostra, desta forma relativizando-se a “inflação” decorrente de todos crescerem muito.

4. Resultados e discussão

4.1 Panorama global: convergência BETA

Foram efetuadas seis regressões (tabela 1) para tentar verificar a existência de convergência (ou de divergência) a nível global no respeitante às duas variáveis de interesse, relacionadas com publicação científica e patenteamento de invenções tecnológicas. Todas estas regressões indicam ter-se efetivamente verificado, para os países observados, a designada “convergência BETA”, tendo em conta o valor negativo e significativo dos coeficientes estimados das seis regressões. A assinalar, porém, que dentro desta tendência global de convergência se verificam a nível individual dos diferentes países situações muito díspares, refletidas em coeficientes de correlação não muito elevados.

TABELA 1: inserir aqui

Os resultados alcançados permitem destacar outros aspetos relevantes que são seguidamente identificados.

Em primeiro lugar, verifica-se que quando se realizam as regressões WLS, tanto o valor absoluto dos coeficientes dessas regressões como os valores dos respetivos coeficientes de correlação, aumentam relativamente às correspondentes regressões OLS. Tal significa que ao termos em conta a dimensão de cada país, medida de acordo com a sua população, atribuindo maior peso a países como a China ou a Índia, o fenómeno da convergência global é ainda mais evidente.

Em segundo lugar, em relação a Patentes concedidas pelo USPTO nos anos de 1996 e 2018, existem apenas 88 países com valores reportados. Tal contrasta com a variável referente a Documentos Citáveis que para os mesmos anos dispõe de informação para 193 países, deixando de fora apenas alguns territórios com pouca expressão no cômputo global de população ou do PIB mundial.⁴

Em terceiro lugar, há a referir que no caso das Patentes concedidas pelo USPTO, a visualização do gráfico 1 permite entender que tendo em conta sobretudo o seu desempenho no momento inicial, existem dois grupos de países razoavelmente distintos. Nesse gráfico tem-se a reta correspondente à regressão 1 (OLS, N=), com a TMCA de Patentes concedidas pelo USPTO por milhão de habitantes entre 1996 e 2018 registada no eixo das ordenadas e com o valor (em logaritmo) do número de Patentes concedidas pelo USPTO por milhão de habitantes no ano inicial do período estudado (1996) registado no eixo das abcissas. A separação entre o primeiro e segundo grupo de países tendo em conta sua situação inicial, faz-se em torno de linha vertical correspondente a um valor em logaritmo de 1, isto é, de 10 patentes por milhão de habitantes. À direita dessa linha temos um grupo de 25 países, a maioria dos quais com taxas de crescimento anuais positivas mas inferiores a 10%, com destaque para a Coreia do Sul que apresenta uma taxa de crescimento mais elevada, de 12%⁵. À esquerda dessa linha temos o segundo grupo de países, num total de 64, todo ele com níveis de patenteamento menores, mas em contrapartida apresentando em média maiores taxas de crescimento, embora com maior variabilidade de comportamento, desde TMCA negativas até TMCA superiores a 20%, com destaque a este respeito para a Índia e especialmente para a China.

GRÁFICO 1: inserir aqui

Em quarto lugar, e tendo em conta que para o indicador Documentos Citáveis foram feitas regressões tanto para a mesma amostra empregue para Patentes USPTO (com N=88 como para uma amostra maior que contém todos os países

⁴ Os 193 países considerados na análise de “documentos citáveis” abrangiam 99,1% da população mundial em 2018. Em relação aos 88 países que integram o estudo de patentes concedidas pelo USPTO, o valor correspondente era de 80,1%.

⁵ A Islândia, uma economia de pequena dimensão, também se destaca neste gráfico, com uma taxa de crescimento anual acima dos 10%.

com valores positivos de Documentos Citáveis (N=183), conseguimos inferir que na realidade em relação ao acesso ao uso de patentes existe ainda um terceiro grupo de pelo menos 95 países que simplesmente não têm depositado pedidos de patentes no USPTO.

O gráfico 2 contém a reta correspondente à regressão 5 (OLS, N=183). No eixo das ordenadas ele regista a TMCA de Documentos Citáveis por milhão de habitantes entre 1996 e 2018 e no eixo das abcissas regista o valor (em logaritmo) de Documentos Citáveis por milhão de habitantes também em 1996. Apesar dos valores dos coeficientes de correlação destas regressões não serem muito elevados, a representação das correspondentes retas estimadas é interessante, pois para além de permitir identificar os países que estão acima ou abaixo da “norma” das respetivas amostras em termos de seus comportamentos dinâmicos, permite perceber, através do declive gráfico das linhas, a intensidade das correspondentes convergências BETA.

GRÁFICO 2: inserir aqui

Verifica-se no gráfico 2 que com a exceção de três *ouliers* que surgem isolados no topo do gráfico, a generalidade dos países apresenta taxas de crescimento anuais inferiores a 20%. Neste caso a China tem um comportamento menos exuberante que o revelado no caso das patentes, embora ainda assim apresente uma taxa de crescimento anual de 13%, muito acima da “norma” (representada pela linha da regressão). Este comportamento da China tem naturalmente a ver com um “arranque” muito mais recente em termos de registo de patentes.

4.2 Panorama global: convergência SIGMA

A tabela 2 contém várias estatísticas relativamente aos dois indicadores observados, baseados nos Documentos Citáveis e nas Patentes do USPTO, tanto para os anos inicial (1996) e mais recente (2018), como para as amostras menor (N=88) e maior (N=183).

TABELA 2: inserir aqui

É interessante ver como o valor da média de ambas os indicadores aproximadamente triplicou no período entre 1996 e 2018, com taxas de crescimento anual muito elevadas, em média para todos os países observados de aproximadamente 7% ao ano. Note-se que de acordo com a “norma” das retas inscritas nos dois gráficos anteriores, essas taxas se situam tipicamente entre 5% e 10% ao ano, respetivamente para países com melhores e piores desempenhos iniciais. Estes valores, tanto para o indicador da publicação científica como para o indicador das patentes, são muito superiores ao crescimento do PIB *per capita* a nível mundial que, nos anos em causa, cresceu com um valor médio da ordem dos 4%.

A tabela 2 permite inferir sobre a verificação ou não de convergência SIGMA. A comparação entre os valores de cada desvio padrão em 2018 com 1996, permite constatar que nas três situações alternativas consideradas nessa tabela houve uma pronunciada divergência SIGMA. Tal não é muito surpreendente, pois as variáveis em análise registam um alto crescimento, fazendo com que as distâncias absolutas entre os países tenham, em média, aumentado bastante. O valor de SIGMA teria uma leitura menos problemática se o conjunto dos países observados não tivesse tido um comportamento tão dinâmico. Por tal razão, e como já havia sido informado na secção sobre metodologia, procedeu-se à divisão do desvio padrão pela média registada, obtendo-se o coeficiente de variação (CV, na última coluna da tabela 2). Nesta circunstância do CV, retornamos aos cenários de convergência que tínhamos detetado para a convergência BETA, com seus valores diminuindo de 1996 para 2018 nas três alternativas constantes da tabela 2.

4.3 Trajetórias de Brasil e Portugal

Tendo em conta a natureza de “estudos de caso” que Brasil e Portugal assumem nesta pesquisa, temos de seguida dois pontos distintos. No primeiro serão identificados alguns marcos principais da trajetória e nas políticas de ciência, tecnologia e inovação seguidas em ambos os países nas últimas décadas. No segundo iremos reportar sobre o posicionamento dos dois países no âmbito do estudo quantitativo de convergência internacional em C&T.

4.3.1. Alguns dados da economia política da C&T e inovação em ambos os países

Numa visão longitudinal desde a década de 1950, Viotti (2008) identifica três períodos na relação entre as políticas industriais e as políticas de C&T e inovação no Brasil. O primeiro período, marcado pelo paradigma da industrialização via substituição de importações, contribuiu para desenvolver as instituições de base do sistema de C&T no Brasil. Porém, essa abordagem não logrou integrar o investimento em ciência com o desenvolvimento de uma capacidade endógena de inovação.

O segundo período, nas últimas duas décadas do século XX, correspondeu à liberalização económica, cujo conceito em termos de política tecnológica era que a eliminação do protecionismo pressionaria as empresas a abandonarem tecnologias obsoletas, progredindo em termos de eficiência e de capacidades de inovação. As políticas desse período, muito influenciadas pelo FMI e pelo Banco Inter-Americano de Desenvolvimento, resultaram em frustração, tanto em termos da desaceleração do crescimento económico, como em termos de não aquisição de competências tecnológicas endógenas. Num outro estudo anterior, Kupfer (1998) havia concluído que a abertura comercial que ocorreu neste período gerou de início um aumento da produtividade industrial, designadamente através da eliminação das empresas menos eficientes, embora não tenha tido impacto posteriormente.

Com a viragem para os anos 2000 inaugura-se um terceiro período, que embora mantendo algumas das características do período precedente passa por um muito maior reconhecimento do papel das políticas públicas no desenvolvimento tecnológico da economia, com especial protagonismo de políticas explicitamente orientadas ao incentivo à inovação. De algum modo, este terceiro momento materializa o tipo de abordagem proposto no estudo muito influente coordenado por Coutinho e Ferraz (1994), que defendera um novo papel para o Estado nas políticas da competitividade e inovação. Nesta fase são instituídos os Fundos Setoriais, a Lei de Inovação, a Lei do Bem e a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior, a Política de Desenvolvimento Produtivo e o Plano Brasil Maior. A criação dos Fundos Setoriais constituiu um marco na reorientação do final dos anos 1990 para o início dos anos 2000 (Bastos 2012), permitindo a revitalização dos financiamentos da infraestrutura de C&T do país que havia sofrido retrocesso nos anos precedentes.

Constitui também um exemplo da diversificação de políticas orientadas à inovação que ocorre nesse terceiro período o fomento de “Arranjos Produtivos Locais”, associados a um maior protagonismo de dinâmicas organizacionais e de inovação espacialmente dispersas para além dos centros tradicionais (Cassiolato & Lastres 2003).

Apesar das alterações das abordagens verificadas ao longo das últimas décadas, em todas as etapas verificou-se um investimento razoavelmente sistemático na qualificação de recursos humanos avançados, ao nível da pós-graduação e especialmente de doutoramento (Vermulm e Paula 2006). Este investimento contribuiu para um aumento contínuo da publicação científica com origem em instituições de pesquisa do Brasil.

Em relação aos fatores que influenciam o nível de patenteamento, faz sentido referir que em meados da década de 1990, portanto antes da constituição da OMC e da implementação das regras TRIPS relativas a harmonização das leis de propriedade intelectual a nível mundial, foram promovidas no Brasil reformas no regime de propriedade intelectual que “impediram, na prática, a aplicação pelo Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) de grande parte do antigo regime de propriedade industrial, especialmente de suas provisões voltadas para assegurar maior poder de barganha às empresas brasileiras no comércio ou na transferência de tecnologias” (Viotti 2008). Aparentemente estas reformas que visavam estimular contratos de transferência de tecnologia entre empresas estrangeiras detentoras de patentes e empresas brasileiras, não teve o impacto esperado nem muito menos resultou num aumento significativo de patenteamento por parte das empresas locais. De acordo com UNESCO (2015) “Patent applications to the Brazilian Patent Office (INPI) increased from 20 639 in 2000 to 33 395 in 2012, progressing by 62%. This rate pales in comparison with that of scientific publications over the same period (308%). Moreover, if one considers only patent applications by residents, the growth rate over this period was even lower (21%)” (p. 222).

Esta situação é ainda mais evidente no *“low number of patents granted by USPTO to Brazilian applicants. This trend shows that Brazilian businesses are not yet internationally competitive when it comes to innovation. Private expenditure on R&D remains relatively low, in comparison with other emerging economies”* (UNESCO 2015, p. 228). Terá também contribuído para este desempenho o facto da mudança estrutural verificada na indústria brasileira ter resultado numa maior especialização, iniciada na década de 90 e aprofundada nos anos 2000, em sectores de menor intensidade tecnológica, sendo que *“a falta de dinamismo da demanda doméstica e o processo de abertura comercial parecem ter gerado conjuntamente esse resultado”* (Carvalho 2010). Ainda assim, um estudo recente (Silva 2020) revela que os setores industriais *“intensivos em patentes”* *“respondem por 5,4 milhões de empregos diretos na última década na economia brasileira, ou 15,6% de todo o emprego registrado no período de 2014-2017, um valor 0,8 milhão acima do verificado no período 2011-2013”*, concluindo que esse tipo de indústrias *“geram mais benefícios para a economia brasileira ao criarem empregos com salários mais altos e absorver massa crítica mais qualificada”*.

Em relação a Portugal, Godinho (2013) assinala que em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico foram registados alguns importantes avanços ao longo das últimas décadas, tendo sido constituídas *“capacidades críticas em certos domínios, mas paralelamente em muitos outros domínios os desempenhos aproximam-nos mais de economias com níveis de desenvolvimento intermédio que dos países de economias mais desenvolvidas”*. Esse estudo assinala que um domínio em que se registou *“uma evolução notável foi na produção de conhecimento científico [...], permitindo que atualmente a taxa de publicações per capita esteja bastante próxima das economias mais desenvolvidas.”* É igualmente referido que o país apresenta bons desempenhos em termos de difusão da inovação, embora no respeitante a inovação mais perto da fronteira do conhecimento tecnológico, designadamente medida através de indicadores de patentes, o desempenho é bastante menos bom. Subjacente a esta situação há uma especialização da economia relativamente pouco dinâmica, concentrada em sectores de baixa e média tecnologia.

Ao longo das últimas décadas a política de ciência foi progressivamente adquirindo maior expressão, de algum modo superando o papel secundário que Gonçalves (1996) observou que ela ainda ocupava no contexto das políticas públicas nacionais na primeira metade da década de 1990. O influxo de fundos estruturais europeus contribuiu para dotar convenientemente um conjunto de programas nesta área. Também em Portugal houve um enorme reforço da formação avançada, com aumento da oferta ao nível de mestrado e um crescente número de Doutores formados em universidades portuguesas e estrangeiras (Heitor 2015). Apesar dos avanços registados, Godinho (2013) assinala que as políticas científicas seguidas *“revelaram pouca coordenação estratégica perante a situação real do país [...] Pelo menos até meados da década 2000-2009 não se verificou uma preocupação séria em identificar áreas estratégicas e em articular o esforço científico com temas relevantes para a economia e para a sociedade portuguesa.”*

Em relação às políticas industriais e tecnológicas seguidas, estudos feitos revelam que estas têm sido razoavelmente bem equipadas, em termos de diversidade de instrumentos e recursos empregues (Mamede et al. 2014; Godinho e Mamede 2016). Tal avaliação permitiria esperar um desempenho dinâmico da economia favorável. Porém, tal não tem sido o caso. Num estudo recente, Godinho (2019) identifica uma desaceleração significativa do crescimento da produtividade a partir de meados da década de 1990, sobretudo relacionada com uma diminuição do contributo da “produtividade total dos fatores” e coincidindo com uma maior abertura ao exterior e liberalização do comércio internacional. Certamente que o papel residual que os sectores de alta intensidade tecnológica ocupam na especialização económica do país contribui para este comportamento dinâmico menos bom (Mamede et al. 2014).

Em relação ao nível de patenteamento em Portugal, os dados existentes revelam crescimento da procura de proteção por patentes a partir do início dos anos 2000, embora partindo de uma base muito modesta. Godinho et al. (2016) observam que *“In 2015 the total applications for invention protection in Portugal reached for the first time more than 1,000 per year. Despite the trend, these figures indicate a demand for invention protection which still is much lower than in other similarly sized economies. As shown in studies which have been carried out on this topic, the weak demand is not only accounted for the industrial structure [...] or the cost of access to the system [...], but more generally by lack of knowledge on how to use and benefit from industrial property”* (p. 67).

Em suma, verifica-se que apesar das suas diferenças políticas, geográficas e demográficas, Portugal e Brasil apresentam traços comuns no seu desenvolvimento científico e tecnológico nas últimas décadas, com ambos os países a revelarem um certo dualismo nos seus desempenhos, sendo que genericamente as suas políticas científicas apresentam melhores resultados que as políticas tecnológicas.

4.3.2. Posicionamento de ambos os países no cenário de C&T global

Verificando onde Portugal e Brasil se encontram nos dois gráficos anteriores, pode-se visualizar o posicionamento de cada um dos dois países no cenário global de produção de conhecimento científico e da produção de conhecimento tecnológico. Os dois países estão identificados nesses gráficos por losangos, enquanto todos os restantes países estão identificados por pequenos círculos. A tabela 3 permite quantificar esses posicionamentos.

TABELA 3: inserir aqui

No gráfico 2, respeitante a publicação científica, verifica-se que Portugal é um dos países situados mais a nordeste nesse gráfico, sendo nessa zona nordeste que se encontram os países com melhores desempenhos dinâmicos tendo em conta seu posicionamento no ano inicial do período em observação. Com 277 documentos citáveis por milhão de habitantes em 1996, o país evoluiu para um valor de 2239 em 2018, beneficiando de uma TMCA de 9,5%. O Brasil tem

igualmente uma evolução meritória no mesmo período, embora o ponto de partida, com 55 documentos citáveis por milhão de habitantes em 1996, fosse inferior e, naturalmente, em conformidade com a TMCA registada de 8,4%, também o ponto de chegada é inferior, com um valor de 354 (no gráfico o Brasil está numa posição aproximadamente central). Há a relevar que ambos os países se encontram acima da linha da regressão, revelando comportamentos melhores que os expectáveis tendo apenas em conta as respetivas situações iniciais.

Já relativamente ao gráfico 1, que contém informação sobre patentes concedidas pelo USPTO, a situação é menos vantajosa. Ambos os países estão claramente integrados no segundo grupo deste gráfico, apresentando ambos valores de patentes concedidas no primeiro ano do período em análise abaixo de uma por milhão de habitantes. Especificamente, Portugal surge com um valor de 0,463 e o Brasil de 0,381. Verifica-se que passados 23 anos estes desempenhos se alteraram, apresentando em 2018 cada um dos países valores de, respetivamente, 11,3 e 1,9, sendo o acréscimo do primeiro muito superior por ter evoluído a uma TMCA de 14,9%, enquanto o segundo progrediu a uma TMCA de apenas 7,1%. Nesta circunstância verifica-se que inclusive o Brasil se situa abaixo da “norma” definida pela linha da regressão, pois tendo em conta seu posicionamento inicial, esperar-se-ia uma TMCA da ordem dos 8,5%.

5. Conclusões

A principal conclusão a que se chegou usando as metodologias de convergência BETA e SIGMA, é que embora se verificando um padrão de diminuição da divergência relativa, tanto para a produção de conhecimento científico como para a produção de conhecimento tecnológico, o distanciamento absoluto entre os diferentes países tem vindo a aumentar nas últimas décadas, fruto do próprio dinamismo das variáveis em observação.

Este resultado está de algum modo alinhado com os das literaturas sobre evolução de desigualdades de rendimentos a nível mundial, onde se detetam simultaneamente fenómenos de convergência (no plano internacional) e divergência (tendo em conta os desempenhos intranacionais), sugerindo a necessidade de empregar diferentes metodologias quando se procura caracterizar fenómenos de natureza complexa como os analisados neste artigo.

Ainda assim, é interessante salientar que em geral os países com menores desempenhos em ambos os indicadores em observação em 1996, apresentam TMCA mais elevadas que os países cujo desempenho era mais maior nesse mesmo ano inicial. Isto é particularmente evidente no caso do indicador relacionado com a publicação científica. Já no caso do indicador que associámos a produção de novo conhecimento tecnológico, vimos que entre os países de menor desempenho inicial (“segundo grupo”) existem muitos com TMCA elevadas, mas também um razoável número com TMCA baixas ou mesmo negativas.

Estes resultados sugerem que no caso do progresso científico haverá uma maior linearidade que no caso do progresso tecnológico, não havendo neste segundo caso garantia que o ter-se alcançado um certo patamar no ano inicial funcione minimamente como garantia de um progresso firme nos anos seguintes. Acresce que, em média, a velocidade de crescimento da publicação científica é, globalmente, superior à da evolução do patenteamento. Esse facto é observável comparando nas regressões feitas o valor da constante das publicações com a constante correspondente das patentes, sendo as primeiras sempre superiores.

Registe-se também como conclusão do estudo feito que o número de países ativos na publicação científica é muitíssimo superior aos ativos na produção de novo conhecimento tecnológico, pelo menos tendo em conta o indicador relativo ao número de patentes concedidas pelo USPTO. Concretamente, há um enorme terceiro grupo de países que permanece ausente nas contagens de patentes que analisámos, sendo que nos anos observados nenhuma empresa, inventor independente, universidade ou fundação ou instituto de pesquisa público ou privado ativos nesses países registaram qualquer patente no escritório de patentes dos EUA. Tal circunstância não deve obviamente ser entendida como reveladora de ausência de capacidades tecnológicas nesses países, mas apenas como indicativa da ausência de capacidades de inovação na fronteira tecnológica, podendo também decorrer de dificuldades no acesso a saberes especializados de natureza tácita ou jurídica, necessários para submeter pedidos de patentes no USPTO.

Registe-se ainda que quando se observa a variável de publicação científica, a consideração ou não dos países que fazem parte desse terceiro grupo em matéria de patentes altera muito as médias das respetivas amostras. Assim, enquanto que para $N=88$ a média do indicador de Documentos Citáveis era de 418 em 1996, para $N=193$ essa média era de apenas 222 nesse mesmo ano. É assim evidente que o terceiro grupo de países identificado concentra nações globalmente menos desenvolvidas, tanto em matéria de ciência como especialmente de inovação tecnológica.

A circunstância ora identificada corresponde a um padrão, onde tipicamente as nações se envolveriam em atividades científicas mais cedo que em atividades de inovação tecnológica, pelo menos naquelas que envolvem o recurso a pedidos de patentes, configurando, se se buscar alguma noção causal, alguma possível sequência entre avanço científico e tecnológico. Este resultado não é totalmente pacífico, pelo menos tendo em conta que países que têm registado processos de desenvolvimento mais acelerados e com aproximação a níveis de produtividade e rendimento similares ao das nações mais desenvolvidas nas últimas décadas, o fizeram desenvolvendo primeiro as suas capacidades tecnológicas e só posteriormente a sua capacidade científica de fronteira (Nelson 2005; Lall 2000b; Lee & Lim 2001). Porém, sem bases para inferir possíveis efeitos de causalidade no presente estudo, esta permanece como uma questão a averiguar mais aprofundadamente em estudos futuros.

Ainda assim, os dados empregues permitem evidenciar que a progressão em termos de obtenção de patentes é menos fácil, havendo um fosso claro entre os

países excluídos (o nosso “terceiro grupo”) e aqueles que já estão envolvidos nessas atividades, sendo que entre estes existe também um outro fosso, entre os que apenas timidamente recorrem a esta modalidade de propriedade intelectual (o “segundo grupo”) e aqueles que as utilizam mais profusamente (o “primeiro grupo”).

Neste contexto, os casos de Brasil e Portugal constituem excelentes exemplos para ilustrar trajetórias de desenvolvimento possíveis. A análise realizada permitiu perceber que em termos de publicação científica Portugal passou de um desempenho intermédio para um desempenho cuja magnitude é pelo menos similar ao que cerca de uma dúzia de países mais desenvolvidos exibiam no final da década de 1990. Como foi referido, o Brasil tem também um desempenho meritório nesta matéria, embora a um ponto de partida menos expressivo corresponda em 2018 um resultado equivalente.

Já em matéria de patentes, ambos os países têm um ponto de partida menos favorável. É interessante questionar porque alguns países do chamado “segundo grupo”, onde Brasil e Portugal se situam, regridem (TMCA negativas), enquanto outros avançam muito rapidamente (casos da Índia e especialmente da China). Certamente que aspetos que foram observados, relacionados com a mudança da composição estrutural da economia e genericamente com o enquadramento institucional, políticas e incentivos existentes interferem nas trajetórias registadas. Ficou perceptível, do estudo feito, que Portugal progrediu a uma TMCA elevada, embora mantendo-se ainda a uma distância substancial do “primeiro grupo”. No caso do Brasil, a evolução registada é ainda mais preocupante, até tendo em conta a perceção surgida durante o período em observação que se trata de uma economia emergente, tal como a China e a Índia.

Os nossos dois estudos de estudos de caso revelam-se assim interessantes por mostrarem que apesar das inúmeras diferenças existentes nas circunstâncias e trajetórias seguidas por Brasil e Portugal, ambos os países registam em relação ao desenvolvimento da C&T e inovação estrangulamentos com alguma similitude. Portugal ainda padece de vicissitudes características de um país com um sistema de C&T e inovação que foi qualificado, com referência às últimas décadas do século XX, de “periférico” (Brandão 2016). O Brasil também não superou um modo de aprendizagem tecnológica que foi classificado como “passivo”, isto é, seguindo uma estratégia tecnológica essencialmente voltada apenas para a assimilação de capacidades tecnológicas (Viotti 2002).

Recordemos que em concordância com a teoria do subdesenvolvimento à luz da abordagem de Celso Furtado (1988), as origens da dependência radicam em “malformações sociais”, sendo que o desenvolvimento neste contexto não deve ser visto meramente como um processo de constituição de capacidades produtivas, mas sim como um processo social e cultural, de mobilização de forças sociais, iniciativa e inventividade (Furtado, 1983).

Naturalmente que a estrutura económica e perfil da especialização de ambas as economias constituem dados de base. Mas certamente que o tipo de incoerências institucionais a que Celso Furtado se referia persistem na atualidade, tendo-se

porventura em alguns aspetos agravado e influenciado decisivamente o desempenho registado. A este respeito, por exemplo, constitui uma constatação central do estudo sobre o sistema nacional de inovação do Brasil feito por Mazzucato e Penna (2016), a falta de integração entre políticas macroeconómicas e os objetivos das políticas e programas específicos dirigidos à inovação. Esse estudo também constata a existência de ineficiências ao nível da regulação e das políticas públicas, dando como exemplo o complexo sistema tributário ou as restrições persistentes que impedem a concretização de políticas de aquisições públicas (“public procurement”) com objetivos de promoção da inovação.

Para finalizar, há que destacar que dada a amplitude retrospectiva deste estudo, a pesquisa realizada tem um carácter histórico, embora evidentemente com atualidade e relevância para as políticas de pesquisa e inovação de Brasil e Portugal. A discussão da interação entre as dinâmicas de publicação científica e de inovação tecnológica está de algum modo expressa nos parágrafos precedentes, sendo que uma questão central seria saber se numa perspetiva de desenvolvimento, e considerando tudo o resto igual, a competência científica que ambos os países já adquiriram não seria suficiente para os impulsionar a um nível de competência tecnológica superior ao refletido no indicador que estudámos. Pelo menos olhando para o percurso de um país como a China, a resposta seria certamente positiva, sendo que no caso do Brasil existe inclusive uma significativa variância de desenvolvimento regional, de algum modo similar ao registado na China, com combinação de regiões mais e menos desenvolvidas. O facto de no caso dos dois países especialmente observados não se ter verificado ainda um envolvimento mais firme no patenteamento, apesar da razoável competência científica adquirida, constitui evidência das não linearidades nos processos de inovação.

Na sequência deste estudo, haverá que aprofundar a linha de investigação aqui iniciada. Fará sentido: ter cálculos detalhados da evolução de SIGMA e CV ano a ano; ter períodos de análise mais longos, para ter uma perspetiva histórica maior; usar dados de patentes de outros escritórios que não apenas o USPTO ou mesmo dados agregados de famílias de patentes; verificar se resultados similares se registam caso se use outras bases de dados e unidades de contagem de atividades científicas. Será também interessante fazerem-se estudos similares tendo em conta determinadas classes tecnológicas ou certas áreas disciplinares do conhecimento científico. Evidentemente, a expectativa é que se progrida também para um quadro de análise causal mais estruturado.

Gráfico 1- Convergência BETA em registros de patentes

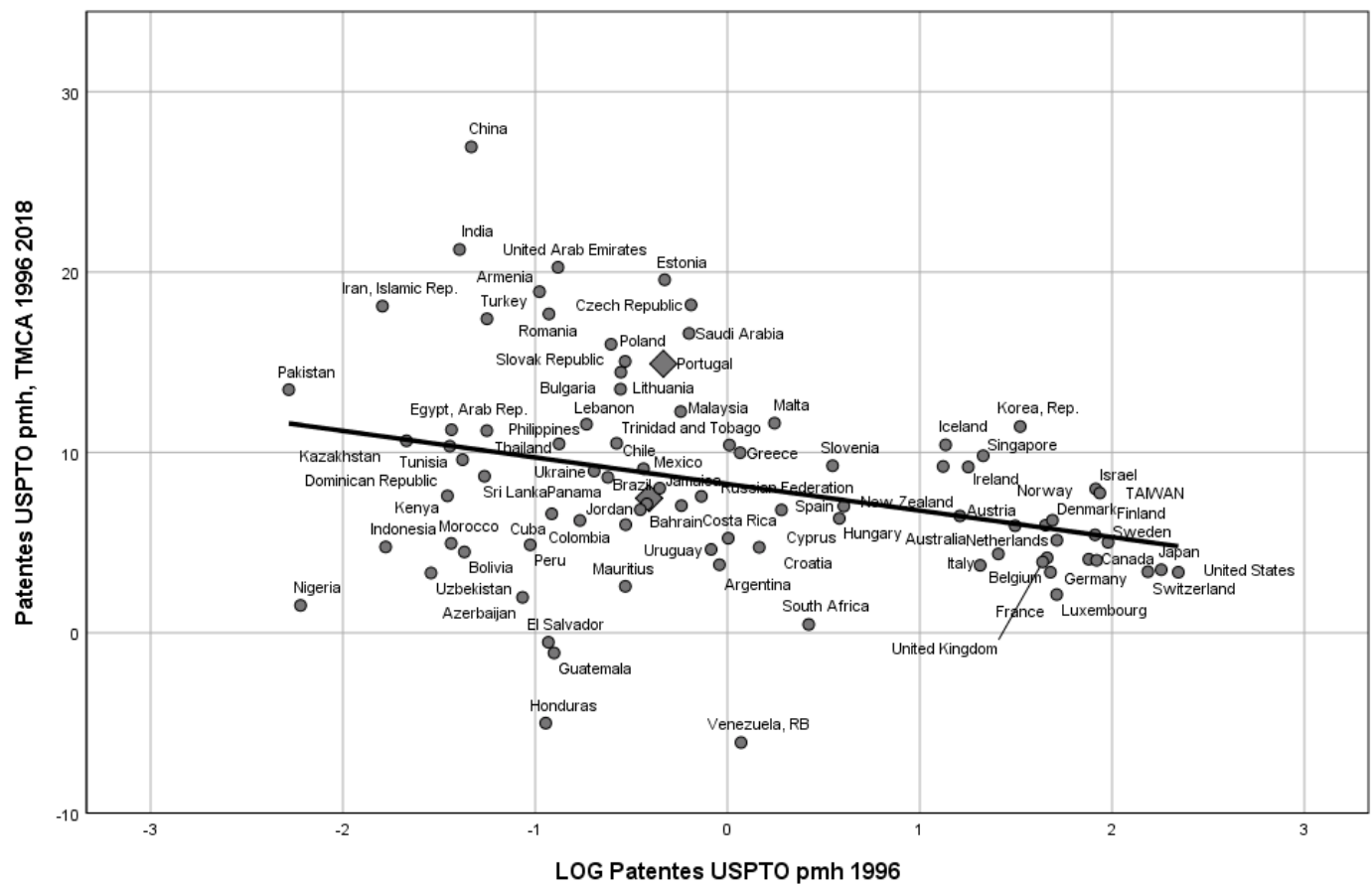
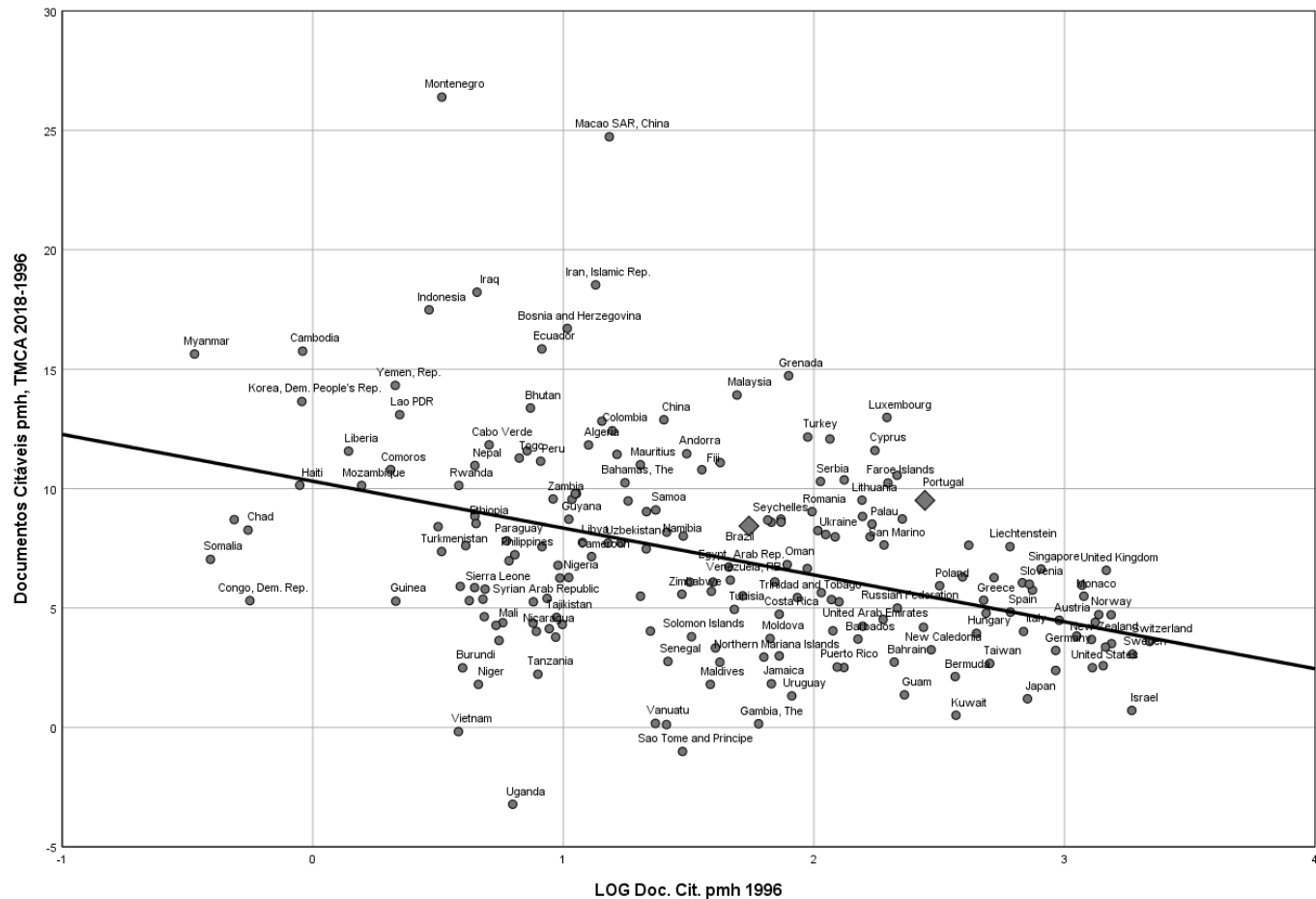


Gráfico 2- Convergência BETA em publicação científica



Fonte: Cálculos do autor.

Notas:

- (1) Em ordenadas, TMCA valor do indicador Documentos Citáveis por milhão de habitantes entre 1996 e 2018;
- (2) em abcissas, valor do mesmo indicador no ano inicial (1996), em logaritmo;
- (3) posicionamento de Portugal e Brasil identificado por losangos, restantes países por círculos.

Tabela 1 – Resultados das Regressões

Regressão	1	2	3	4	5	6
Variável Dependente	TMCA 1996-2018, Patentes USPTO por milhão de habitantes		TMCA 1996-2018, Documentos Citáveis por milhão de habitantes			
Variável Independente	Log de Patentes USPTO por milhão de habitantes em 1996		Log de Documentos Citáveis por milhão de habitantes em 1996			
N	88		88		193	
Tipo de regressão	OLS	WLS	OLS	WLS	OLS	WLS
Constante	8,246 ***	11,986 ***	11,338 ***	15,232 ***	10,307 ***	12,344 ***
Coeficiente	-1,473 ***	-3,831 ***	-2,320 ***	-3,989 ***	-1,962 ***	-2,661 ***
R ²	0,099	0,280	0,265	0,470	0,163	0,242

Fonte: cálculos do autor.

Nota: *** p<0,01

Tabela 2 – Estatísticas dos indicadores empregues

Variáveis	Ano	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	CV
Patentes USPTO por milhão de habitantes (N=88)	1996	0,005	220,929	18,430	39,855	2,165
	2018	0,009	480,480	64,113	119,210	1,859
Documentos Citáveis por milhão de habitantes (N=88)	1996	2,911	2186,698	417,822	540,777	1,294
	2018	15,364	4930,328	1224,755	1224,756	1,000
Documentos Citáveis por milhão de habitantes (N=193)	1996	0,053	2186,698	222,338	419,034	1,885
	2018	1,538	4930,328	734,160	1083,768	1,476

Fonte: cálculos do autor.

Tabela 3 – Brasil e Portugal, que dinâmicas?

			Brasil	Portugal
Documentos Citáveis por milhão de habitantes	TMCA 1996-2018		8,4%	9,5%
	Log 1986		1,741	2,443
	Valores observados	1986	55,0	277,2
		2018	354,2	2238,8
Patentes USPTO por milhão de habitantes	TMCA 1996-2018		7,1%	14,9%
	Log 1986		-0,419	-0,334
	Valores observados	1986	0,381	0,463
		2018	1,862	11,344

Fonte: cálculos do autor.

Referências Bibliográficas:

- ABRAMOVITZ, M. (1986), *"Catching Up, Forging Ahead, and Falling Behind"*. *The Journal of Economic History*, 46(2), pp. 385-406.
- ALBUQUERQUE, E. (2000), "Domestic patents and developing countries: arguments for their study and data from Brazil (1980-1995)", *Research Policy*, 29(9), pp. 1047-1060.
- ALBUQUERQUE, E. (2004), *"Science and Technology Systems in Less Developed Countries"*. In H. F. Moed, W. Glänzel, U. Schmoch (eds.), *Handbook of Quantitative Science and Technology Research: The Use of Publication and Patent Statistics in Studies of S&T Systems*. Kluwer Academic Publishers.
- ARCHIBUGI, D. (1992), "Patenting as an indicator of technological innovation: A review", *Science and Public Policy*, 19, pp. 357-368.
- ATKINSON, A. (2015), *Inequality What Can Be Done?*, Harvard University Press.
- ATKINSON, A. (2019), *Measuring Poverty around the World*, Princeton University Press.
- ATKINSON, A. (1975), *The economics of inequality*, Oxford University Press.
- BARRO, R. (1991). *"Economic Growth in a Cross Section of Countries"*. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2), pp. 407-443.
- BASTOS, V. D. (2012), *"2000-2010: uma década de apoio federal à inovação no Brasil"*. *Revista do BNDES*, 37(6).
- BOURGUIGNON, F. (2015), *The Globalisation of Inequality*, Princeton University Press.
- BAUMOL, W. (1986), *"Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What the Long-Run Data"*. *The American Economic Review*, 76 (5), pp. 1072-1085
- BORNMANN, L., RUEDIGER, M. (2014), *"Growth rates of modern science: A bibliometric analysis based on the number of publications and cited references"*. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 66(11).
- BRANDÃO, T. (2016), *"Shaping Portuguese science policy for the European horizon: The discourses of technological change"*, *Technological Forecasting and Social Change*, 113, pp. 168-184.
- BROUWER, E., KLEINKNECHT, A. (1996), *"Determinants of innovation output. A microeconomic analysis of three innovation output indicators"*. In:

- KLEINKNECHT, A. (Ed.) *Determinants of innovation: the message from new indicators*. Macmillan.
- CARVALHO, Laura Barbosa de. *Diversificação ou especialização: uma análise do processo de mudança estrutural da indústria brasileira nas últimas décadas*. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2010. 170 p. (Prêmio BNDES de Economia) ISBN 9788587545350
- CASSIOLATO, J., LASTRES, H. (2003), "*O foco em arranjos produtivos e inovativos locais de micro e pequenas empresas*". *Pequena Empresa: Cooperação e Desenvolvimento Local*, 21-34.
- CASSIOLATO, J., LASTRES, H., SOARES, M. (2014), "*The Brazilian national system of innovation: challenges to sustainability and inclusive development*". In Gabriela Dutrénit & Judith Sutz (eds.), *National Innovation Systems, Social Inclusion and Development*, Edward Elgar Publishing.
- CASTELLACCI, F., ARCHIBUGI, D. (2008), "*Technology clubs: The distribution of knowledge across nations*". *Research Policy*, 37, pp. 1659–1673.
- CASTRO, A.C., POSSAS, C.A., GODINHO, M.M. (2011), "*Introdução*". In CASTRO, A.C., POSSAS, C.A., GODINHO, M.M. (orgs.), *Propriedade intelectual nos países de língua portuguesa: temas e perspectivas*. E-papers.
- CONFRARIA, H., GODINHO, M., WANG, L. (2017), "*Determinants of citation impact: A comparative analysis of the Global South versus the Global North*". *Research Policy*, 46, pp. 265-279.
- COLLAZO-REYES, F. (2014), "*Growth of the number of indexed journals of Latin America and the Caribbean: the effect on the impact of each country*". *Scientometrics*, 98(1), pp. 197–209.
- COUTINHO, L., FERRAZ, J. C. (Coord.) (1994), *Estudo da competitividade da indústria brasileira*, Papirus, Editora da UNICAMP.
- DOSI, G., & STIGLITZ, J. E. (2014), "*The Role of Intellectual Property Rights in the Development Process, with Some Lessons from Developed Countries: An Introduction*". In CIMOLI, M., DOSI, G., MASKUS, K., OKEDIJI, R., REICHMAN, J., STIGLITZ, J. (eds), *Intellectual Property Rights: Legal and Economic Challenges for Development*, Oxford University Press.
- FAGERBERG, J., GODINHO, M. (2004), "*Innovation and catching-up*". In FAGERBERG et al. (eds.), *The Innovation Handbook*, Oxford University Press.
- FAGERBERG, J., SRHOLEC, M., VERSPAGEN, B. (2011), "*Innovation and Economic Development*". In B. Hall, N. Rosenberg (eds.), *Handbook of the Economics of Innovation*, Elsevier.

- FREEMAN, C. (1982), *The Economics of Industrial Innovation*, Francis Pinter,
- FURTADO, C. (1974), *O Mito do Desenvolvimento Econômico*, Círculo do Livro.
- FURTADO, C. (1983), *A nova dependência: dívida externa e monetarismo*, Paz e Terra.
- FURTADO, C. (1998), *O Capitalismo Global*, Paz e Terra.
- GODINHO, M. (2007), “Indicadores de C&T, inovação e conhecimento: onde estamos? Para onde vamos?”. *Análise Social*, XLII (182), pp. 239-274.
- GODINHO, M. (2011), “Propriedade intelectual: racional de utilização e desafios futuros em países de língua portuguesa”. In CASTRO, A.C., POSSAS, C.A., GODINHO, M.M. (orgs.), *Propriedade intelectual nos países de língua portuguesa: temas e perspectivas*. E-papers.
- GODINHO, M. (2013), *Inovação em Portugal*, Fundação Francisco Manuel dos Santos.
- GODINHO, M., FERREIRA, V. (2012), “Analyzing the evidence of an IPR take-off in China and India”. *Research Policy*, 41, pp. 499– 511.
- GODINHO, M., MAMEDE, R. (2016), “Southern Europe in crisis: industrial policy lessons from Italy and Portugal”, *Economia e Politica Industriale*, 43 (3), pp. 331-336.
- GODINHO, M., SIMÕES, V.C., ZIFCIAKOVA, J. (2016), *RIO Country Report 2015: Portugal*, European Commission, JRC Science for Policy Report.
- GONÇALVES, M. E. (1996), “Mitos e realidades da política de ciência em Portugal”, *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 46 (3), pp. 47-67.
- GOULD, D. M., & GRUBEN, W. C. (1996), “The role of intellectual property rights in economic growth”, *Journal of Development Economics*, 48(2), pp. 323-350.
- GRAFSTRÖM, J. (2018), “Divergence of renewable energy invention efforts in Europe: an econometric analysis based on patent counts”. *Environmental Economics and Policy Studies*, 20(4), pp. 829-859.
- GRILICHES, Z. (1990), “Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey”, *Journal of Economic Literature*. 28, pp. 1661–1707.
- HALL, B. (2020), “Patents, Innovation, and Development”, NBER Working Papers and Publications w27203.

- HEITOR, M. (2015), "Ciência e Conhecimento na Modernização de Portugal". In RODRIGUES, M. e HEITOR, M. (orgs.) 40 anos de Políticas de Ciência e de Ensino Superior, Almedina.
- KUPFER, D. (1998), *Trajetórias de reestruturação da indústria brasileira após a abertura e a estabilização*, Tese (Doutorado) IE-UFRJ.
- LALL, S. (2000a), "The Technological Structure and Performance of Developing Country Manufactured Exports, 1985–98". *Oxford Development Studies*, 28(3), 337–369.
- LALL, S. (2000b), "Technological change and industrialization in the Asian newly industrializing economies: achievements and challenges". In Kim, L., Nelson, R.R. (Eds.). In Kim, L.; NELSON, R. (eds.), *Technology, learning, & innovation: experiences of newly industrializing economies*. Cambridge University Press.
- LALL, S. (2003), "Indicators of the relative importance of IPRs in developing countries", *Research Policy*, 32(9), pp. 1657-1680.
- LEE, K., LIM, C. (2001), "Technological regimes, catching-up and leapfrogging: findings from the Korean industries". *Research Policy*, 30, pp. 459–483.
- LERNER, J. (2009), "The Empirical Impact of Intellectual Property Rights on Innovation: Puzzles and Clues", *The American Economic Review*, 99(2), 343-348.
- MAMEDE, R., GODINHO, M., SIMÕES, V.C. (2014), "Assessment and challenges of industrial policies in Portugal: is there a way out of the 'stuck in the middle' trap?" In A. TEIXEIRA, E. SILVA e R.P. MAMEDE (eds.), *Structural Change, Competitiveness and Industrial Policy: Painful Lessons from the European Periphery*, Routledge.
- MAZZUCATO, M., PENNA, C. (2016), *The Brazilian Innovation System: A Mission-Oriented Policy Proposal*, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.
- MENDEZ, C. (2019), "Lack of Global Convergence and the Formation of Multiple Welfare Clubs across Countries: An Unsupervised Machine Learning Approach". *Economies*, 7(3), pp. 1-17.
- MILANOVIC, B. (2016), *Global Inequality: A New Approach for the Age of Globalization*, Harvard University Press.
- MOED, H.F. (2005), *Citation Analysis in Research Evaluation*, Springer-Verlag.
- NAGAOKA, S., MOTOHASHI, K., GOTO, A. (2010), "Patent statistics as an innovation indicator". In HALL, B., ROSENBERG, N. (eds.), *Handbook of the Economics of Innovation*. Elsevier.

- NARIN, F., STEVENS, K., WHITLOW, E.S. (1991), "Scientific co-operation in Europe and the citation of multinationally authored papers", *Scientometrics*, 21, pp. 313–323.
- NELSON, R. (2005), "The Roles of Research in Universities and Public Labs in Economic Catch-up". In Santangelo, G. (Ed.), *Technological Change and Economic Catch-Up*, Edward Elgar Publishing.
- NESTA, L., PATEL, P., (2005), "National Patterns of Technology Accumulation: Use of Patent Statistics". In H. F. Moed, W. Glänzel, U. Schmoch (eds.), *Handbook of Quantitative Science and Technology Research: The Use of Publication and Patent Statistics in Studies of S&T Systems*, New York, Kluwer Academic Publishers.
- OECD (2002), *Frascati Manual: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*, Paris, Organization for Economic Co-operation and Development.
- PAVITT, K. (1985), "Patent statistics as indicators of innovative activities: Possibilities and problems", *Scientometrics*, 7, pp. 77–99.
- PIKETTY, T. (2014), *Capital in the Twenty-First Century*, The Belknap Press of Harvard University Press.
- PIKETTY, T. (2020), *Capital and Ideology*, Belknap Press.
- SALA-I-MARTIN, X. (1996), "The Classical Approach to Convergence Analysis". *The Economic Journal*, 106(437), 1019–1036.
- PATRA, S., MUCHIE, M. (2018), "Science and Technological Capability Building in Global South: Comparative Study of India and South Africa". In S. Oloruntoba, M. Muchie (eds.), *Innovation, Regional Integration, and Development in Africa: Rethinking Theories, Institutions, and Policies*, Advances in African Economic, Social and Political Development book series.
- RAFOLS, I., CIARLI, T., CHAVARRO, D. (2015), "Under-reporting research relevant to local needs in the global south. Database biases in the representation of knowledge on rice". In: 13th Globelics International Conference, Havana.
- SILVA, K. (2020), *Desempenho acadêmico e empresarial na exploração internacional de tecnologias: uma análise do patenteamento brasileiro*, Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Inovação, do Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Rio de Janeiro, INPI.
- SIRILLI, G. (1997), "Science and technology indicators: The state of the art and prospects for the future". In G. Antonelli, N. D. Liso (eds.), *Economics of structural and technological change*, London and New York, Routledge.

- SMITH, K. (2004), *"Measuring Innovation"*. In Fagerberg et al. (eds.), *The Innovation Handbook*, Oxford University Press.
- SWEET, C. M., & MAGGIO, D. S. (2015). "Do Stronger Intellectual Property Rights Increase Innovation?", *World Development*, 66, 665-677.
- UNESCO 2015, UNESCO Science Report, 2015, ver capítulo sobre Brasil, autoria de R. Luna Pedrosa e H. Chaimovich). UNESCO: Paris.
- VAN RAAN, A. (2003), *"The use of bibliometric analysis in research performance assessment and monitoring of interdisciplinary scientific developments"*, *Technikfolgenabschätzung*. 1(12), pp. 20-29.
- VAN RAAN, A. (2004), *"Measuring Science: Capita Selecta of Current Main Issues"*. In H. F. Moed, W. Glänzel, U. Schmoch (eds.), *Handbook of Quantitative Science and Technology Research: The Use of Publication and Patent Statistics in Studies of S&T Systems*. Kluwer Academic Publishers.
- VERMULM, R., PAULA, T. B. (2006), *A política tecnológica no Brasil e a experiência internacional*, IEDI.
- VIOTTI, E. (2008), *"Brasil: De política de C&T para Política de Inovação? Evolução e Desafios das Políticas Brasileiras de Ciência, Tecnologia e Inovação"*. In VELHO, L., SOUSA-PAULA, M. (Orgs.), *Avaliação de políticas de ciência, tecnologia e inovação: diálogo entre experiências internacionais e brasileiras*, CGEE.
- WIPO (2019), *World Intellectual Property Indicators, 2019*, Geneva, WIPO.
- WONG, C.-Y., WANG, L. (2015), *"Trajectories of science and technology and their co-evolution in BRICS: Insights from publication and patent analysis"*. *Journal of Informetrics*, 9 (1):90-101.