

PRODUÇÃO CIENTÍFICA E COLABORAÇÃO INTERNACIONAL: PERSPECTIVAS SOBRE A ÁREA DE ECONOMIA

Luís Fabiano Farias Borges*
Michel Constantino†

Este artigo tem como objetivo analisar a relação entre produção científica e colaboração internacional com base na SCImago Journal & Country Rank (SJR), relevante plataforma bibliométrica sobre países e periódicos cujos indicadores são desenvolvidos a partir da base Scopus. Entre 2003 a 2017, a colaboração internacional dos países analisados apresentou efeito crescente sobre o impacto científico, diferentemente do efeito nulo identificado sobre a quantidade de artigos produzidos, tendo por base a regressão quantílica. Para medir impacto científico, foi utilizada a citação por publicação (CpP) como variável *proxy*, que se demonstrou sensível ao tempo. O efeito crescente da colaboração internacional sobre o impacto científico revelou tendência análoga tanto na área de Economia quanto na produção científica agregada dos países. Este estudo sugere que a produção científica não deve ser estimulada apenas pela quantidade de artigos indexados nas bases internacionais e pelo impacto das revistas científicas, motivo pelo qual a cientometria pode ser valiosa ferramenta para avaliar o capital humano. Diante da restrição orçamentária agravada pela crise econômica, essa discussão torna-se imprescindível para as políticas públicas, considerando a atuação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Palavras-chave: produção científica, colaboração internacional, Scopus, regressão quantílica, capital humano.

This paper aims to analyze the relationship between scientific production and international collaboration based on SCImago Journal & Country Rank (SJR), a relevant platform that includes the journals and country scientific indicators developed under Scopus database. From 2003 to 2017, international collaboration had a growing effect on scientific production of the countries sample, unlike the null effect on the quantity of papers, based on a quantile regression. In order to measure scientific impact, it was required a citation per paper (CpP) as a proxy, which was time sensitive. The growing effect of international collaboration on scientific impact revealed similar tendency both in the Economics field and in the scientific production of the countries as a whole. This study suggests that scientific production should not be stimulated only by the quantity of indexed papers in the international databases or by the impact of the journals, which is reason why the Scientometrics could be a valuable tool to evaluate human capital. In the face of budget constraint deepened by the economic crisis, this discussion is essential for the public policies, considering the role of Coordinating Agency for Advanced Training of Graduate Personnel (CAPES).

Keywords: scientific production, international collaboration, Scopus, quantile regression, human capital.

JEL Codes: C21, J24, O32

Área 5 - Economia do Setor Público

* Chefe de Divisão de Monitoramento de Resultado da Diretoria de Relações Internacionais da CAPES.

† PhD em Economia e titular da Universidade Católica Dom Bosco (ORCID: 0000-0003-2570-0209).

1. INTRODUÇÃO

A produção científica estimulou debates sobre estratégias de financiamento e de avaliação nas últimas décadas. Com as intensas mudanças científicas e tecnológicas ocorridas no século XX, o conhecimento tornou-se indispensável para a economia mundial, de modo que sua aplicação em atividades produtivas impulsionou estudos científicos interdisciplinares em diversas instituições de relevância internacional. A complexa relação entre desenvolvimento econômico e produção de conhecimento impulsionou a formulação de conceitos como *capital humano*, *produção de conhecimento*, *economia do aprendizado*, *sociedade da informação*, *economia do conhecimento*, *spillovers de conhecimento* e *cientometria* (SCHULTZ, 1960; ARROW, 1962; LASTRES; FERRAZ, 1999; YE, 2007; SIDONE, 2018; AL; TAŞKIN, 2015).

Courtial (2003) argumenta que a cientometria está para a ciência, assim como a econometria está para a economia. De fato, economistas estudam a relação entre crescimento e investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) desde a década de 1960 (ARROW, 1962; FREEMAN, 1977). Nesse período, desenvolveram-se estudos métricos da informação (como bibliometria e cientometria) diante da profusão de artigos científicos, congressos, livros e patentes. Ao analisar essas métricas bibliométricas e a trajetória da avaliação científica, Rostaing (1997) enfatiza o escopo dos institutos de pesquisa, com destaque para a atuação do *Institute for Scientific Information* (atualmente *Clarivate Analytics*), empresa americana responsável pela base indexadora *Web of Science*.

A utilização do conhecimento como insumo produtivo é comum em modelos de crescimento endógeno, na tentativa de avaliar sua relação com o aumento da produtividade marginal e tendências de longo prazo. Romer (1994) compreende as mudanças tecnológicas como de natureza endógena, dependentes de um ambiente de inovação, a exemplo de universidades e de centros de P&D. Ao analisar políticas públicas, Rands (2016) identifica que países com alta concentração de capital humano tendem a apresentar maior PIB *per capita*. De outro modo, reconhece que indicadores de qualidade educacional são incompletos como *proxy* para capital humano, visto que dois países com a mesma qualidade de educação não geram necessariamente o mesmo capital humano. De qualquer modo, Romer e Rands não analisam aspectos cientométricos.

No Brasil, a produção de conhecimento científico concentra-se nos programas de pós-graduação, especialmente em universidades públicas. Nesse contexto, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) desempenha função estratégica no desenvolvimento científico nacional. Criada durante o paradigma desenvolvimentista de Getúlio Vargas, a CAPES iniciou-se como uma campanha de aperfeiçoamento do nível superior em 1951, mesmo ano de criação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). A CAPES foi extinta durante o governo Collor em 1991, mas foi recriada como fundação pública, passando a subsidiar o Ministério da Educação (MEC) na formulação de políticas de pós-graduação.

O sistema Qualis da CAPES foi iniciado em 1998. Foram propostos indicadores para a produção científica brasileira, tendo como parâmetro a qualidade das revistas científicas dos programas de pós-graduação do país. As revistas baseiam-se no *Journal Impact Factor* (JIF) e são avaliadas de acordo com critérios estabelecidos pelas comissões de cada área do conhecimento, cujas notas variam entre A a C.

O Plano Nacional de Pós Graduação (PNPG) 2011-2020 trouxe novas diretrizes para as políticas de pós-graduação no país. O PNPG relatou avanços da ciência

brasileira, sobretudo no que concerne à quantidade de artigos publicados em revistas indexadas de circulação internacional, enfatizando o 14º lugar na base *Scopus* e a 13ª posição na *Web of Science* em 2010. Em certas áreas do conhecimento como Física e Geociências, o plano salientou que o impacto das publicações brasileiras ficou próximo à média mundial.¹

O PNPG 2011-2020 sugeriu intensificar a interação entre instituições brasileiras e internacionais, a fim de evitar o processo de endogenia no Sistema Nacional de Pós-Graduação (SNPG), sugerindo o envio de mais estudantes ao exterior para cursarem doutorado pleno. Com a intensificação de parcerias internacionais e o aumento orçamentário expressivo da CAPES e do MEC, espera-se um balanço dos resultados da última década. Nesse sentido, a Comissão Especial de Acompanhamento do PNPG elaborou, em fevereiro de 2020, uma proposta de aprimoramento da avaliação da pós-graduação brasileira para o quadriênio 2021-2024, destacando a necessidade da internacionalização da pesquisa brasileira e do aprimoramento de indicadores.²

Quanto aos indicadores, o impacto científico é calculado em distintas categorias. Por exemplo, é possível agrupar as revistas por área de conhecimento e pela produção científica agregada (incluindo todas as áreas do conhecimento). No entanto, é necessário considerar também a colaboração internacional, pois nem todos artigos científicos são escritos por autores nacionais ou publicados por revistas domésticas. Assim, para avaliar o desempenho científico brasileiro entre 2003 a 2017, este estudo analisa o efeito da colaboração internacional sobre a produção científica com base nos dados do portal SCImago Journal & Country Rank (SJR), cujos indicadores são formulados a partir da base *Scopus*.

O SJR é um indicador bibliométrico que contabiliza as citações recebidas por uma revista científica em um período de 3 anos, as quais são ponderadas de acordo com a influência e o prestígio da revista. Com os distintos agrupamentos por países e por área de conhecimento, este estudo pretende combinar ferramentas cientométricas que não se limitam ao Fator de Impacto (FI) das revistas ou à quantidade de artigos indexados às bases.

A escolha da base justifica-se pela relevância internacional. Lançada oficialmente pela Editora Elsevier em 2004, a *Scopus* é considerada a maior base de dados multidisciplinar da literatura científica mundial, de modo que está entre as principais bases de dados juntamente com a *Web of Science* (JACSO, 2005; BORNMANN et.al, 2012; JEROEN et.al, 2020).

Com relação à quantidade de publicações indexadas à base *Scopus*, os Estados Unidos e a China estão bastante à frente dos demais países, com mais de 600 mil artigos científicos identificados pelo portal SJR em 2019. No entanto, as 20 principais revistas científicas de Economia não são apenas americanas, pois há também revistas da Inglaterra e da Holanda, entre as quais se destacam: *Quarterly Journal of Economics* (editada pela Universidade de Oxford, ISSN: 1531-4650), *Journal of Finance* (editada pela Wiley, ISSN: 1540-6261), *Journal of Financial Economics* (editada pela Elsevier, ISSN: 0304-405X), *Journal of Political Economy* (editada pela Universidade de Chicago, ISSN: 1537-534X) e *Econometrica* (editada pela Wiley, ISSN: 1468-0262).

Na seção de resultados deste estudo, serão discutidos os indicadores bibliométricos da *Quarterly Journal of Economics* e da Revista Brasileira de Economia

¹ O PNPG 2011-2020 (vol.1, p.224) demonstra que o impacto do Brasil oscilou de 0,48 a 0,63 entre 1981 a 2009. Foi feita a média de 23 áreas do conhecimento pela classificação do ISI, considerando 1 como o valor esperado para a média mundial.

² Em fevereiro de 2020, a Comissão Especial de Acompanhamento do PNPG sugeriu a utilização do indicador *Field-Weighted Citation Impact* (FWCI) da empresa Elsevier.

(RBE) entre 2003 a 2017. Em seguida, para calcular o efeito da colaboração internacional sobre o impacto de 17 países na principal base científica mundial, a produção científica será agrupada por países e por área de conhecimento (Economia), com base em uma regressão quantílica.³

2. REVISÃO DE LITERATURA

Faria (2002) destaca a relevância do mercado para as publicações científicas e sugere que os rankings podem ser valiosas ferramentas na avaliação da produtividade dos pesquisadores e dos departamentos de pesquisa. Faria (2004) analisou também os incentivos criados pela CAPES na avaliação da produção científica e propõe maior ênfase nas revistas científicas internacionais para estimular a internacionalização das melhores revistas brasileiras. De outro modo, Aistleitner et.al (2016) sugere que o efeito da avaliação cientométrica tende a estabilizar paradigmas ao provocar homogeneização nos estudos de Economia.

Abambres et al. (2019) advoga a valorização da pesquisa científica em detrimento das revistas, alertando que o *Journal Impact Factor* (JIF) foi originalmente proposto por Irving Sher e Eugene Garfield para auxiliar a identificação de periódicos na década de 1960, e não como medida qualitativa de um artigo científico. Nesse sentido, os autores mapeiam o sistema de avaliação de alguns países e argumentam que o critério de seleção do Brasil nos programas de pesquisa está baseado fundamentalmente na quantidade de publicações e no JIF das revistas, tendo em vista as regras do sistema Qualis da CAPES. Em vez do cálculo médio de citação por artigo dos últimos dois anos pelo critério JIF, os autores propõem a utilização de um indicador atemporal (TIF), capaz de contabilizar citações provenientes de distintas bases científicas (*Scopus*, *Web of Science*, etc).

Ao analisar os artigos científicos mais citados do mundo (*highly cited publications*) entre 1997 a 2001, King (2004) identificou ampla liderança americana com 62,76% desses seletos artigos científicos, enquanto o Brasil apresentou apenas 0,5% dessa produção. Entretanto, quanto ao impacto por citação por publicação (CpP) normalizado para distintas áreas do conhecimento (RBI), King identificou a Suíça como primeira colocada no que concerne à produção científica entre 1993-2002.

Hermes-Lima et al. (2007) identificaram que, embora a quantidade de publicações da América Latina tivesse crescido de forma considerável, o impacto por CpP ainda estava muito abaixo das nações desenvolvidas e abaixo da média mundial em várias áreas do conhecimento. Os pesquisadores correlacionam o CpP com o *Gross Expenditure on R&D* (GERD), PIB *per capita* e quantitativo de pesquisadores de vários países.

A relação entre colaboração internacional e impacto científico tem sido documentada pela literatura (JEONG, 2013). Ao utilizar o *index openness*, Wagner e Jonkers (2017) identificam forte correlação entre influência científica e pesquisadores estrangeiros, de modo que países mais abertos tendem a apresentar pesquisa de alto impacto, independentemente do valor destinado à P&D e do número de publicações. Sob uma perspectiva análoga, Leydesdorff (2019) identificou que, em média, a colaboração internacional apresenta efeito positivo sobre o impacto científico entre as nações, enquanto o *Government Budget Allocations for R&D* (GBARD) apresenta efeito negativo.

³ Para contabilizar a colaboração internacional, considera-se o artigo publicado em revista indexada na base *Scopus*, mas o autor deve fazer menção ao país no campo de afiliação do artigo.

Ao recorrer a uma análise de *clusters* para seis categorias de publicações, McManus e Baeta Neves (2020) argumentam que o aumento da colaboração internacional promoveu aumento do impacto brasileiro, conforme indicadores normalizados FWCI (*Elsevier*) e CNCI (*Clarivate Analytics*). No entanto, os pesquisadores dizem que áreas do conhecimento com alta internacionalização (como as ciências naturais) apresentaram aumento do impacto científico de forma mais rápida.

Indicadores cientométricos e bibliométricos são aperfeiçoados constantemente porque apresentam propósitos distintos, vantagens e desvantagens. Logo após o índice *h* ter sido proposto pelo pesquisador Hirsch (2005) para avaliar a produtividade do pesquisador, Egghe (2006), por exemplo, identificou desvantagens do índice por ser insensível no que tange à captura de artigos altamente citados. Ademais, a distribuição assimétrica das citações (*skewed distribution*) está amplamente documentada na literatura como outro elemento complexo (MOED, 2005; VINKLER, 2010).

A literatura documenta também indicadores cientométricos *size-dependent* e *size-independent* (MOED, 2005; WALTMAN; VAN ECK, 2019). Waltman e Van Eck (2019) explicam que, por um lado, o indicador *size-dependent* não se reduz quando o pesquisador obtém uma publicação adicional (exemplo: número total de publicações, número total de citações, índice *h* e o número de artigos altamente citados de um pesquisador); por outro, o indicador *size-independent* é normalizado pelo próprio tamanho das publicações (exemplo: média e mediana do CpP e o percentual de artigos altamente citados). Nesse sentido, os pesquisadores asseveram que o indicador *size-dependent* é mais adequado para captar a produção de um pesquisador, enquanto o indicador *size-independent* é mais adequado para avaliar as revistas científicas.⁴

3. METODOLOGIA

Para medir o efeito da colaboração internacional sobre a produção científica dos países, foi utilizada a regressão quantílica. Essa metodologia permite estimar diferentes quantis (como a mediana) e lidar melhor com observações discrepantes nos extremos da distribuição. Koenker e Bassett (1978) elucidam que — pela distribuição condicional da variável resposta — é possível estimar os intervalos de confiança dos parâmetros, regressando diretamente nos quantis desejados. Como os erros não possuem uma distribuição normal definida *a priori*, os estimadores provenientes da regressão são mais robustos do que os estimadores de Mínimos Quadrados Ordinários.

Na regressão quantílica, a *proxy* utilizada como variável resposta para o impacto científico é a citação por publicação (CpP), cujo índice é obtido mediante a divisão entre quantidade de citações recebidas pela quantidade de artigos publicados⁵. A colaboração internacional (utilizada como variável explicativa) é definida pelo portal SJR como o percentual de artigos cuja autoria inclui mais de um país.

O modelo empírico de regressão quantílica é o seguinte:

$$Q_{y_{it}}(\tau|X_i) = c(\tau) + x'_{it}\beta(\tau)$$
$$Q_{y_{it}}(\tau|X_i) = X'_{it}\theta(\tau)$$

⁴ O ranking Leiden também recorre à classificação de indicadores *size-dependent* e *size-independent*.

⁵ Neste estudo, o índice CpP é adotado para avaliar o desempenho da área de conhecimento (Economia) e da produção científica agregada dos países, ano a ano, considerando uma quantidade mínima de artigos publicados. Não se confunde com o cálculo de impacto feito pelas revistas científicas para 2 anos anteriores como o *Journal Impact Factor* (JIF).

Dado que $\theta(\tau) = [c(\tau), \beta(\tau)]'$, y_{it} é a variável CpP (citação por publicação), x_{it} é a colaboração internacional, $\tau \in (0, 1)$ é o quantil de interesse e β é o parâmetro. Os parâmetros de interesse foram estimados da seguinte forma:

$$\hat{\theta}(\tau) = \arg \min(\theta) \frac{1}{nT} \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^T \rho_{\tau}(y_{it} - X'_{it}\theta)$$

Dado que $\rho_{\tau}(u) \equiv \{\tau - 1(u \leq 0)\}$ é a função de verificação e $\hat{\theta}(\tau)$ é a regressão quantílica de efeitos aleatórios de $\theta(\tau)$, esse estimador é uniformemente consistente em uma faixa compacta de quantis $\tau \in T = [\epsilon, 1 - \epsilon]$ para $\epsilon \in (0, \frac{1}{2})$, convergindo para um processo gaussiano.

4. RESULTADOS

4.1. DADOS

Este estudo recorre aos dados do portal SCImago Journal Rank (SJR), cujos indicadores são formulados a partir da base indexadora *Scopus*. O portal baseia-se no critério *All Science Journal Classification* (ASJC), conforme divisão dos campos do conhecimento em 27 áreas principais (*subject areas*) e 313 categorias específicas (*subject categories*). A área de Economia é uma dessas 27 áreas principais, intitulando-se *Economics, Econometrics and Finance*.⁶

Para avaliar o efeito da colaboração internacional sobre o impacto da produção científica agregada no portal SJR, foram selecionados 17 países entre 2003 a 2017, tendo por base o número de artigos científicos produzidos pelo Brasil. Como o Brasil produziu 21.424 artigos científicos de acordo com o portal SJR em 2003 (17º posição), foram incluídos na amostra todos os países que produziram mais artigos do que o Brasil em 2003. O mesmo critério foi aplicado à área de Economia. Em contrapartida, o Brasil produziu apenas 60 artigos científicos em Economia no ano de 2003, ocupando a 35º posição. Assim, na área de Economia, o efeito da colaboração internacional sobre o impacto científico foi calculado tanto para os 17 países da amostra inicial quanto para os 35 países resultantes do corte mínimo de artigos do Brasil em Economia.

Esse critério de corte mínimo de publicações tem por fim evitar *outliers*, pois o impacto científico medido por citação por publicação (CpP) oscila no tempo, acentuando-se pela heterogeneidade dos países. Países que, por exemplo, publicam poucos artigos podem aparecer eventualmente no portal SJR com alto CpP, mas não é algo que se sustenta no longo prazo.

Na produção científica agregada dos países entre 2003 a 2017, a Suíça pode ser adotada como *benchmarking* porque o seu impacto científico por CpP acompanha o aumento da quantidade de publicações, atestando a consistência da *proxy*. Desse modo, é possível aferir o percentual do impacto científico de um país com relação à Suíça na linha do tempo. Ademais, o período selecionado é suficiente para reduzir flutuações na *proxy*, o que permite tempo necessário para os artigos serem citados, além de captar o efeito da indexação de novas revistas científicas dos países analisados neste estudo.

⁶ SCImago é um grupo de pesquisa espanhol do *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*. De acordo com o portal SJR, estão contemplados 34.100 títulos de mais de 5.000 editores internacionais. O portal SJR disponibiliza dados sobre mais de 200 países com relação à quantidade de publicações, publicações citáveis, citações, publicações citadas, autocitações, citação por publicação, índice h, entre outros indicadores. O portal é gratuito e atualizado anualmente. Como as mudanças são sutis na *proxy* CpP, as eventuais atualizações no portal não comprometem este estudo, cujos dados foram coletados em junho de 2020.

4.2. DISCUSSÃO

Entre 2003 a 2017, *Quarterly Journal of Economics* destacou-se como a principal revista de Economia no portal SJR, com índice h de 246. Trata-se da revista de Economia mais bem classificada pelo indicador bibliométrico SJR, tendo ocupado o segundo lugar apenas em 2007. Nesse período, *Quarterly Journal of Economics* apresentou 41,6 artigos anuais em média e uma colaboração internacional média de 20,6%.⁷

A Revista Brasileira de Economia (RBE) é o periódico mais antigo do Brasil da área de Economia, com índice h de 11. Editada pela Fundação Getúlio Vargas (ISSN: 1806-9134), a RBE foi qualificada como periódico B1 pela CAPES no quadriênio 2013-2016. Em 2003, a RBE era a única revista científica brasileira de Economia no portal SJR, motivo pelo qual será utilizada como parâmetro na Tabela 1 a seguir.⁸

Tabela 1: Indicadores bibliométricos da Revista Brasileira de Economia (RBE) no portal SJR⁹

Ano	Colocação entre as revistas brasileiras no SJR	Colocação mundial no SJR	Quantidade total de artigos (citable documents)	Artigos citados ao menos 1 vez	Citações totais	CpP (para 3 anos)	Indicador bibliométrico-SJR	Quantil da revista no SJR
2003	1°	442° entre 561	46	3	3	0,065	0,103	Q4
2004	1°	533° entre 583	46	0	0	0,0	0,100	Q4
2005	1°	540° entre 613	24	2	2	0,083	0,101	Q4
2006	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	1°	570° entre 711	24	2	2	0,083	0,111	Q4
2008	4°	681° entre 797	46	2	2	0,043	0,100	Q4
2009	2°	544° entre 867	69	14	17	0,246	0,173	Q3
2010	1°	469° entre 899	68	18	21	0,309	0,239	Q2
2011	2°	572° entre 950	71	14	15	0,211	0,190	Q3
2012	5°	709° entre 990	71	12	13	0,183	0,151	Q3
2013	1°	504° entre 1020	71	15	19	0,268	0,293	Q2
2014	3°	596° entre 1046	72	17	23	0,319	0,235	Q2
2015	3°	627° entre 1061	73	10	14	0,192	0,222	Q3
2016	3°	759° entre 1081	74	10	11	0,149	0,163	Q3
2017	1°	514° entre 1100	72	18	23	0,319	0,311	Q2

Fonte: elaboração própria a partir de dados da SCImago Journal & Country Rank (SJR)

⁷ Embora a revista *Journal of Finance* apresente o maior índice h entre as revistas de Economia, a *Quarterly Journal of Economics* apresenta a maior qualificação do indicador bibliométrico SJR.

⁸ A qualificação de periódicos pode ser consultada pelo sítio da CAPES: <https://sucupira.capes.gov.br>.

⁹ A Tabela 1 utiliza o indicador bibliométrico SJR, aplicado ao período de 3 anos anteriores. O portal SJR disponibiliza também o índice CpP para 2, 3 e 4 anos. No portal, o índice CpP de uma revista científica para 2 anos equivale à métrica *Journal Impact Factor* (JIF), diferindo-se com relação à base científica porque a *Clarivate Analytics* utiliza a base indexadora *Web of Science* para calcular o JIF em vez da base *Scopus*.

A Tabela 1 revela os avanços da RBE nos indicadores bibliométricos do portal SJR entre 2003 a 2017. A revista apresentou 19,3 artigos anuais em média e uma colaboração internacional média de 10,3%, tendo alcançado 3,3% do impacto da *Quarterly Journal of Economics* em 2010 como melhor resultado¹⁰. Entre 2006 e 2007, foram indexadas também a Revista de Economia e Sociologia Rural, Economia Aplicada e Revista de Economia Política¹¹. Todavia, a área de Economia reduziu sua colaboração internacional, saindo do patamar de 36,67% em 2003 para 27,43% em 2017.

O índice CpP não se limita ao cálculo feito pelas revistas científicas para 2 ou 3 anos anteriores, pois pode ser aplicado por área de conhecimento ou pela produção científica agregada dos países, ano a ano. Nesse caso, o índice CpP tende a aumentar com o tempo porque cresce à medida que há citações, mas sua oscilação depende também do aumento da quantidade de publicações. Como os países tendem a aumentar a quantidade de publicações, a Suíça pode ser adotada como *benchmarking* na produção científica agregada média entre 2003 a 2017¹². A taxa de variação da produção científica agregada da Suíça permite colocá-la como primeira colocada em impacto CpP durante quase todo o período, diante de um corte mínimo de 21.424 a partir de 2003, conforme Tabela 2:

Tabela 2. Impacto da produção científica agregada da Suíça, Holanda e Brasil

	n° países	Suíça – CpP (Benchmarking)	Holanda – CpP	Brasil – CpP
2003	17	47,98 (2)	48,29 (1)	22,79 (14)
2004	19	48,85 (1)	46,13 (2)	23,06 (15)
2005	19	45,96 (1)	43,33 (2)	22,82 (12)
2006	21	42,59 (1)	40,90 (2)	19,38 (16)
2007	21	40,77 (1)	40,73 (2)	19,19 (16)
2008	22	39,73 (1)	37,60 (2)	18,36 (16)
2009	22	38,29 (1)	35,88 (2)	16,43 (16)
2010	22	35,95 (1)	34,99 (2)	14,92 (16)
2011	22	33,04 (1)	31,26 (2)	13,77 (16)
2012	25	30,82 (1)	28,31 (3)	12,40 (19)
2013	26	25,48 (1)	24,72 (2)	11,24 (22)
2014	27	22,08 (2)	21,04 (3)	9,79 (23)
2015	28	19,78 (1)	18,26 (3)	8,75 (25)
2016	32	14,81 (2)	14,29 (4)	7,05 (28)
2017	34	10,00 (3)	9,49 (5)	4,76 (30)

Fonte: elaboração própria a partir de dados da SCImago Journal & Country Rank (SJR)

Nota: o número entre parênteses corresponde à colocação do país em impacto científico por CpP

Na Tabela 2, observa-se que o número de países aumenta ao longo do período em análise, ainda que se proceda ao corte mínimo de artigos desde 2003. Isso ocorre porque há uma tendência mundial do aumento na quantidade de publicações indexadas. Portanto, mesmo diante do corte de 21.424 artigos em cada ano, a amostra passou a ter 34 países em 2017 e o Brasil seguiu a tendência de baixo impacto médio à medida que outros países passaram a integrar a amostra.

¹⁰ Não houve qualificação da RBE para o ano de 2006 no portal SJR, tendo em vista que a revista não apresentou nenhum artigo no portal entre os anos de 2003 a 2005 e o indicador bibliométrico SJR considera justamente a produção dos 3 anos anteriores no cálculo.

¹¹ Além constar na área de Economia pelo critério ASJC (*27 subject areas*), a Revista de Economia Política também figura na subcategoria *Political Science and International Relations*, uma das 313 *subject categories* do portal SJR.

¹² O *benchmarking* dos países varia entre áreas do conhecimento. De modo geral, a Suíça é bem colocada com relação ao impacto médio.

Com relação à quantidade total de artigos científicos indexados à base *Scopus*, o Brasil ultrapassou tanto a Suíça (em 2004) quanto a Holanda (em 2010). A Tabela 2 mostra que a Holanda apresentou impacto científico comparado ao da Suíça em todo o período em análise. Na produção científica agregada, no entanto, o melhor desempenho do impacto brasileiro foi em 2005, quando atingiu 49,65% do impacto suíço.

Outra forma de analisar é manter a amostra de 17 países durante todo o período em análise, obtendo-se o seguinte gráfico pela ferramenta SCIVAL (Elsevier) no que concerne à colaboração internacional (eixo x) e ao impacto científico FWCI (eixo y):¹³

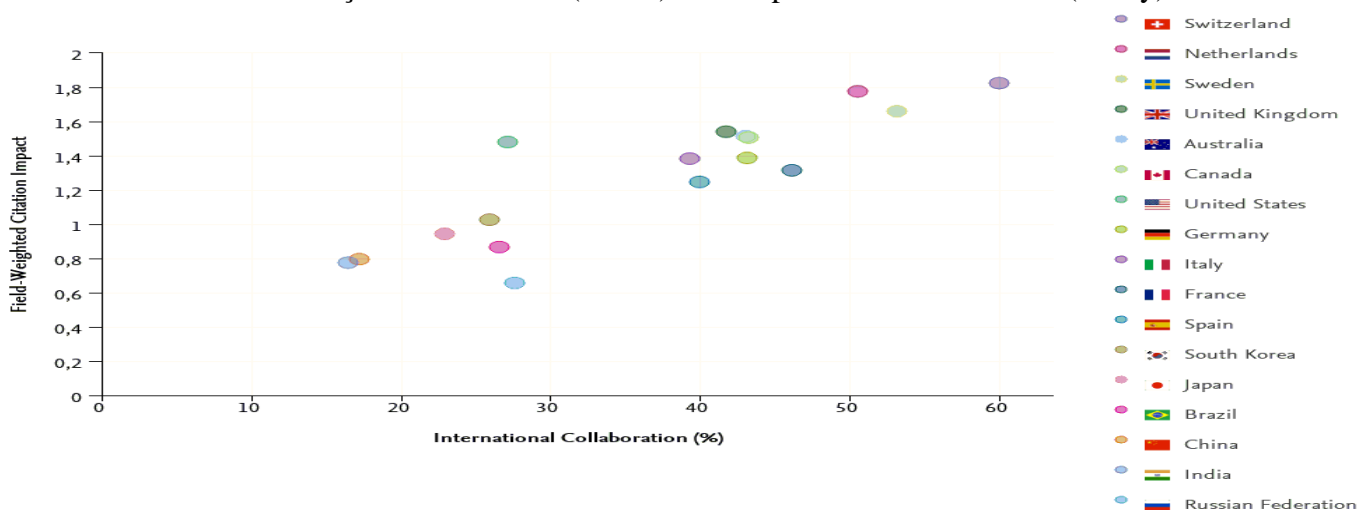


Figura 1. Efeito da colaboração internacional sobre o impacto FWCI da produção científica agregada de 17 países, entre 2013 a 2017 (fonte: SCIVAL/Elsevier)

A Figura 1 revela alto grau de dispersão. Suíça, Holanda e Suécia apresentaram maior impacto FWCI e maior colaboração na produção científica agregada. Brasil apresentou impacto FWCI superior ao da Rússia, mesmo apresentando colaboração internacional análoga. Não obstante, ao recorrer ao mesmo método na área de Economia, a Figura 2 demonstra que há menor grau de dispersão, concentrando países com maior colaboração e maior impacto FWCI:

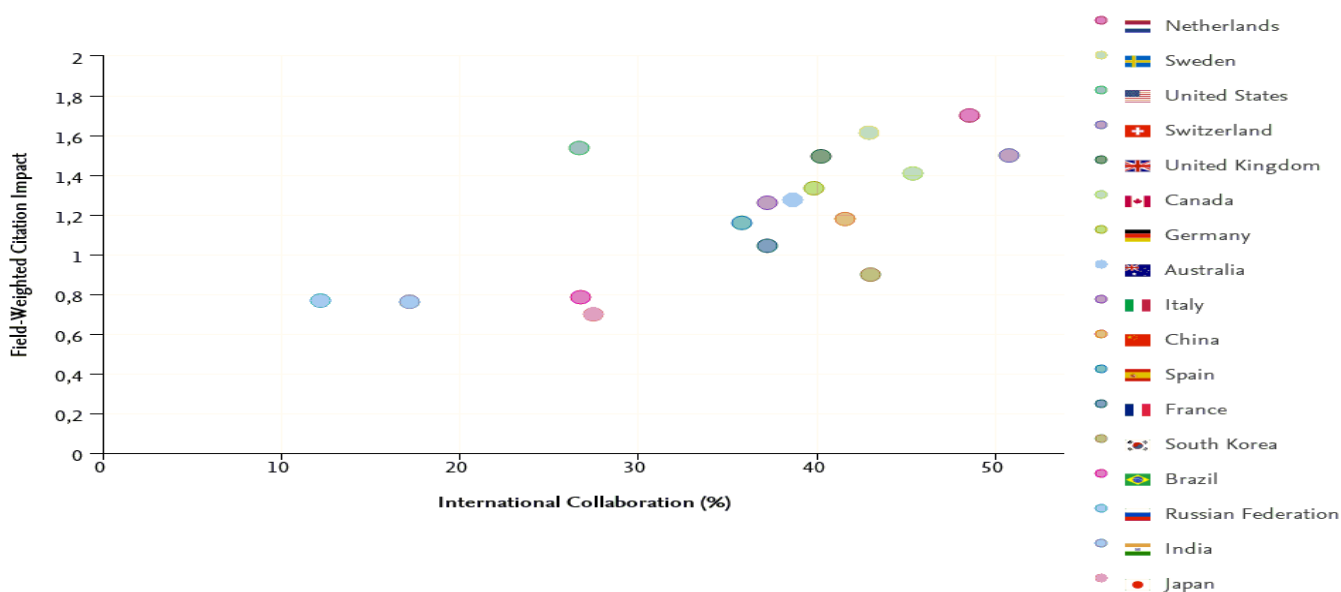


Figura 2. Efeito da colaboração internacional sobre o FWCI em Economia (fonte: SCIVAL/Elsevier)

¹³ No eixo x, foram incluídas todas as colaborações internacionais. No eixo y, foram incluídas as autocitações, conforme configurações da ferramenta SCIVAL (Elsevier).

A Figura 2 revela que, na área de Economia, os países que apresentaram maior grau de dispersão foram Índia e Rússia. O Brasil aproximou-se do desempenho do Japão no impacto FWCI, enquanto Suíça e Holanda apresentaram novamente alta colaboração internacional e alto impacto FWCI. Os Estados Unidos são o ponto fora da curva, pois apresentaram alto FWCI, embora a colaboração internacional seja similar à do Brasil e à do Japão. Talvez isso seja explicado pelo fato de as principais revistas de Economia serem americanas, o que aparentemente prescindiria de autores estrangeiros em profusão. Rússia e Índia, por sua vez, isolaram-se com baixo impacto FWCI e baixa colaboração.

As figuras subsequentes apresentam os resultados obtidos pela regressão quantílica. A figura 3 demonstra o resultado do efeito da colaboração internacional sobre a quantidade de artigos científicos dos 17 países da amostra, entre 2003 a 2017:

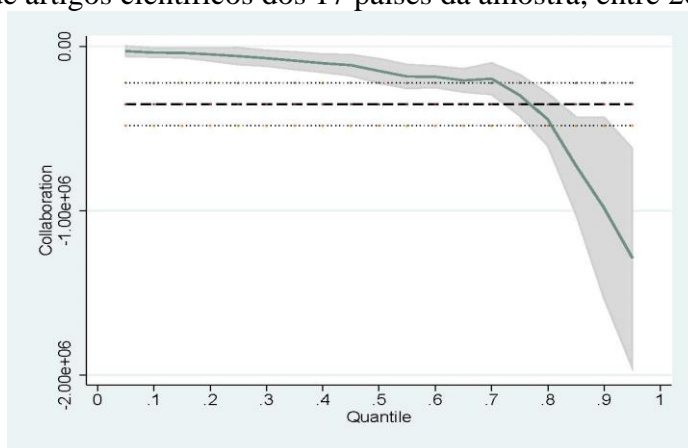


Figura 3. Efeito da colaboração internacional sobre a produção de papers de 17 países, entre 2013 a 2017

Na Figura 3, observa-se que o efeito da colaboração internacional sobre a produção científica agregada dos 17 países foi praticamente nulo no que se refere à quantidade de publicações científicas. Entretanto, ao verificar o efeito da colaboração internacional sobre o impacto da produção científica agregada, observa-se um efeito crescente de acordo com a Figura 4:

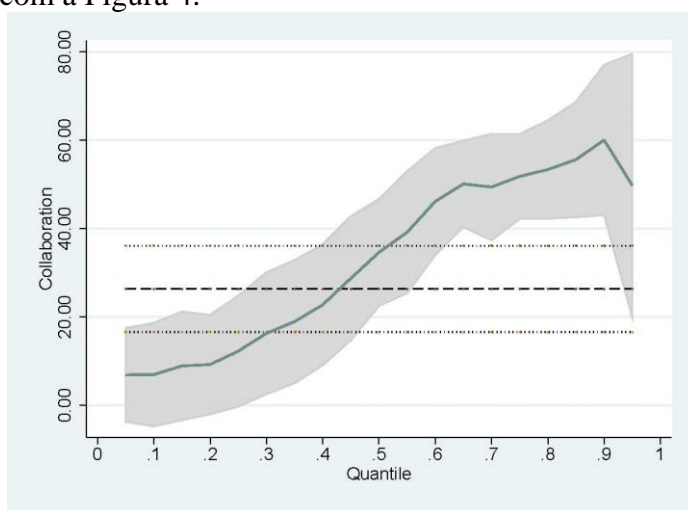


Figura 4. Efeito da colaboração internacional sobre o impacto da produção científica agregada de 17 países, entre 2013 a 2017

Na figura 5, verifica-se que o efeito da colaboração internacional sobre a produção quantitativa de artigos da área de Economia é praticamente nulo, cujo comportamento é análogo ao da produção científica agregada da Figura 3:

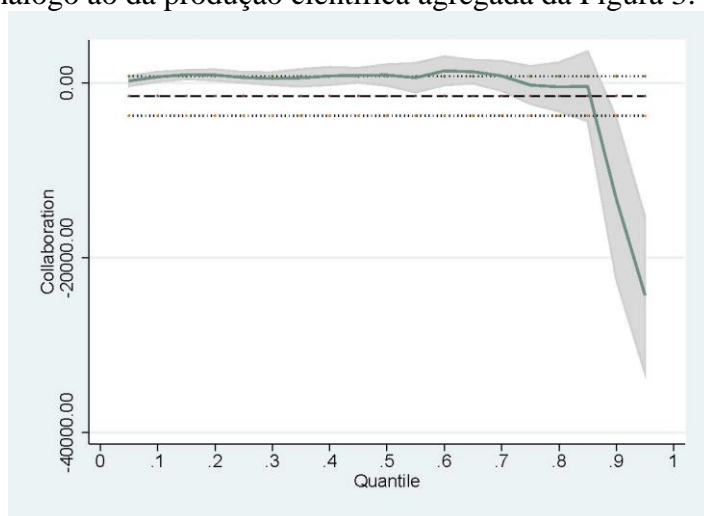


Figura 5. Efeito da colaboração internacional sobre a quantidade de publicações de 17 países em Economia, entre 2013 a 2017

A figura 6 revela, no entanto, que o efeito da colaboração internacional sobre o impacto científico de 17 países em Economia é crescente:

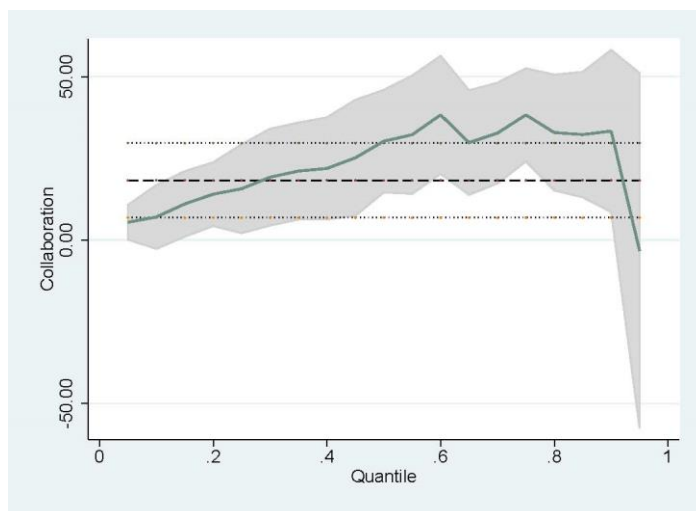


Figura 6. Efeito da colaboração internacional sobre o impacto científico em Economia de 17 países, entre 2013 a 2017

Com o corte mínimo de 60 artigos científicos em 2003 para a área de Economia¹⁴, a figura 7 revela que o efeito da colaboração internacional sobre a produção quantitativa de artigos desses países é praticamente nula:

¹⁴ Como o Brasil produziu apenas 60 artigos de Economia em 2003 indexados no portal SJR, foi gerada uma amostra de 35 países composta por Estados Unidos, Reino Unido, Alemanha, Canadá, França, Austrália, Espanha, Itália, Holanda, Japão, Bélgica, Hong Kong, Suécia, Suíça, Coreia Sul, Noruega, Israel, Índia, Singapura, Dinamarca, Áustria, Grécia, Taiwan, Rússia, Finlândia, China, Nova Zelândia, Turquia, Eslováquia, República Tcheca, África do Sul, Portugal, Irlanda, México e Brasil.

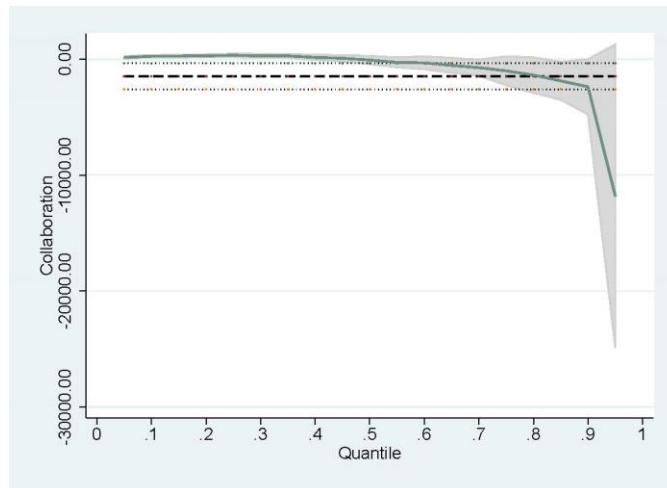


Figura 7. Efeito da colaboração internacional sobre a quantidade de publicações de 35 países em Economia, entre 2013 a 2017

A figura 8 apresenta o comportamento análogo da produção científica agregada, uma vez que o efeito da colaboração internacional sobre o impacto científico de 35 países também é crescente:

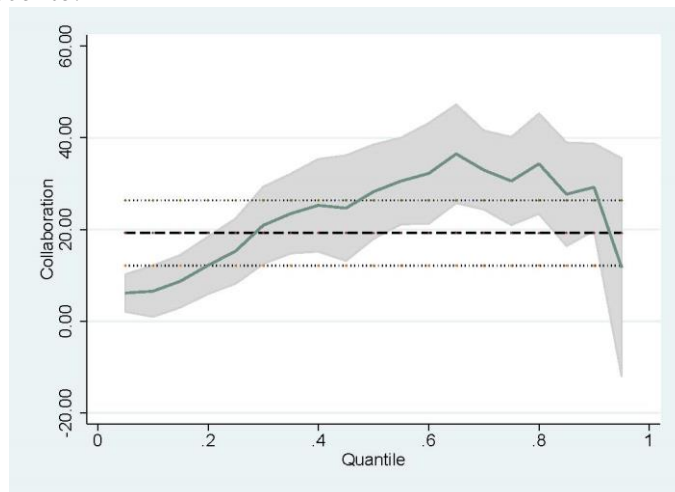


Figura 8. Efeito da colaboração internacional sobre o impacto científico de 35 países entre 2013 a 2017

Com relação à produção científica agregada, a colaboração internacional do Brasil passou de 28,29% em 2003 para 31,91% em 2017, apresentando uma sensível queda a partir de 2008, sem retornar ao patamar da década de 1990. Em termos percentuais, os Estados Unidos apresentaram colaboração internacional um pouco superior à brasileira, saindo 22,34% em 2003 para 33,98% em 2017, sem apresentar qualquer queda no período. Em contrapartida, a colaboração internacional dos países europeus da amostra mostra-se bem mais intensa do que a dos EUA.

Os países europeus apresentaram aumento crescente de colaboração internacional desde o fim da década de 1990, variando apenas em magnitude. Suíça, um dos países europeus com maior colaboração internacional, passou de 52,73% em 2003 para 66,83% em 2017. A Holanda apresentou também alta colaboração internacional, saindo de 43,95% em 2003 para 59,94% em 2017. Inglaterra saiu de 33,8% para 52,01%. Na área de Economia em 2017, a colaboração internacional da Suíça, Holanda e Inglaterra chegaram, respectivamente, a 62,95%, 63,74% e 54,84%.

A análise quantílica permite concluir que a colaboração internacional não exerceu efeito sobre a produção quantitativa de artigos científicos entre 2003 a 2017,

diferentemente do efeito crescente gerado sobre o impacto científico. Desse modo, será descrito, na Tabela 3, o resultado da regressão quantílica sobre o impacto científico dos países da amostra:

Tabela 3: Resultado da regressão quantílica sobre o impacto científico (2003-2017)
(variável dependente: citação por publicação-CpP)

	Variáveis	Quantil 0,10	Quantil 0,25	Quantil 0,50	Quantil 0,75	Quantil 0,90	n° obs.
PCA 17	Constante	6,6796* (0,000)	9,1069* (0,000)	8,9740 (0,000)	9,7153 (0,000)	12,4474*** (0,064)	255
	Collab.	6,9359 (0,128)	12,2476** (0,048)	34,5935* (0,000)	51,7823* (0,000)	60,0224* (0,001)	
	Pseudo R ²	0,0068	0,0220	0,0648	0,1186	0,1008	
PCECO17	Constante	2,9214* (0,000)	3,0572* (0,002)	5,0753*** (0,055)	10,9924** (0,047)	20,9866*** (0,068)	255
	Collab.	7,0866* (0,003)	15,7271* (0,000)	30,2673* (0,000)	38,3359* (0,005)	33,3913 (0,188)	
	Pseudo R ²	0,0239	0,0333	0,0361	0,0294	0,0197	
PCECO35	Constante	2,7412* (0,000)	2,7485* (0,000)	5,3093* (0,004)	12,8211* (0,002)	21,2807 (0,000)	525
	Collab.	6,5472* (0,000)	15,2773* (0,000)	28,2273* (0,000)	33,5555* (0,002)	29,2183* (0,005)	
	Pseudo R ²	0,0225	0,0382	0,0428	0,0321	0,0308	

Elaboração própria com dados do Portal SJR.

Nota: *Estatísticas significantes até 1%.

** Estatísticas significantes até 5%.

*** Estatísticas significantes até 10%.

Siglas:

Collab.: Colaboração Internacional.

PCA17: produção científica agregada de 17 países.

PCECO17: produção científica em Economia de 17 países.

PCECO35: produção científica em Economia de 35 países.

5. CONCLUSÕES

Diante da profusão de artigos científicos publicados todos os anos por distintos países, indicadores bibliométricos e cientométricos são aperfeiçoados constantemente para avaliar qualitativamente a produção científica mundial, embora a bibliometria não tenha sido concebida para avaliar a qualidade de artigos científicos na década de 1960. Estudos cientométricos têm recorrido a indicadores da empresa Elsevier, com destaque para o *Field-Weighted Citation Impact* (FWCI), cujo cálculo leva em conta a proporção de citações recebidas em relação à média mundial esperada para determinada área do conhecimento nos últimos 3 anos. Nesse sentido, as figuras 1 e 2 deste estudo apresentaram os gráficos gerados pelas ferramentas da SCIval (Elsevier) com relação à colaboração internacional (variável independente) e ao impacto normalizado FWCI (variável dependente).

Na produção quantitativa de artigos científicos indexados às principais bases internacionais, o Brasil destacou-se na última década, tendo ocupado o 13º lugar na *Web of Science* em 2009 e 14º na *Scopus* em 2010. Mesmo diante de investimentos em programas de internacionalização, conforme preconizado pelo PNPG 2011-2020, o Brasil ainda aparece abaixo da média mundial em impacto científico e com baixa colaboração internacional em várias áreas do conhecimento. Nesse sentido, parece sintomático que estudos publicados nas principais revistas científicas tenham identificado que a colaboração internacional exerce efeito maior sobre o impacto científico do que os investimentos públicos.

Conforme dados da base indexadora *Scopus*, o portal SJR permite agrupar revistas científicas por áreas de conhecimento e por países. Partindo de indicadores do portal SJR, este estudo avaliou o efeito gerado pela colaboração internacional sobre o impacto científico medido por citação por publicação (CpP). Avaliou-se a produção científica agregada e a área de conhecimento (Economia) a partir de 2003, sem recorrer a critérios de normalização pela média mundial. Para tanto, foi necessário estabelecer corte mínimo para a quantidade de publicações dos países, evitando-se *outliers* na amostra. O critério de corte mínimo para a quantidade de publicações justifica-se porque o Brasil é um dos maiores produtores mundiais de artigos indexados nas principais bases científicas. Após analisar os indicadores bibliométricos das revistas e da produção científica agregada dos países, procedeu-se à avaliação da área de Economia no portal SJR, em conformidade com o critério *All Science of Journal Classification* (ASJC).

Nesta pesquisa, a metodologia fundamentada na regressão quantílica permite concluir que há efeito crescente entre colaboração internacional e impacto científico medido por CpP, diferentemente do efeito sobre a produção quantitativa de artigos publicados. Os resultados corroboram a consistência da variável *proxy* citação por publicação (CpP) para uma análise do impacto ano a ano, o que não se confunde com o indicador normalizado FWCI ou com o cálculo feito pelas revistas científicas. Mesmo sem adotar parâmetros de normalização mundial, o resultado foi possível porque a variável *proxy* CpP apresentou sensibilidade temporal na presença de um país *benchmarking* e de um corte mínimo de artigos. O estudo demonstrou a consistência do impacto médio da Suíça e da Holanda na produção científica agregada, conforme Tabela 2, e no aumento consistente em colaboração internacional, cujo comportamento foi análogo na área de Economia. Os Estados Unidos foram a exceção porque apresentam alto impacto médio em Economia, mas a colaboração internacional está muito abaixo do padrão dos países europeus.

Comparou-se o efeito da colaboração internacional entre 17 países e, em seguida, entre 35 países, pois o Brasil produziu apenas 60 artigos científicos na área de

Economia em 2003 no portal SJR, o que permitiu um corte mais abrangente para o número mínimo de artigos. De qualquer modo, a colaboração internacional exerceu efeito crescente análogo sobre o impacto científico em todas as análises, diferentemente da produção quantitativa de artigos publicados.

Sugere-se uma série de estudos a partir dos resultados obtidos, com destaque para a correlação da *proxy* CpP com variáveis econômicas, testes randomizados de revistas científicas a partir da metodologia adotada neste estudo, verificação do efeito da colaboração internacional sobre o impacto científico em outras áreas do conhecimento, bem como o mapeamento de grupos de pesquisa e das agências de fomento dos países que apresentam impacto científico consistente no longo prazo. Essas análises poderão ser úteis para modelos de crescimento endógeno com base no capital humano.

Ainda que os indicadores normalizados pela média mundial indiquem avanços na produção científica do Brasil e apesar do aumento da quantidade de artigos científicos indexados às principais bases científicas mundiais, este estudo identificou baixo impacto científico médio do Brasil na base *Scopus*, mesmo sem recorrer a critérios de normalização por média mundial. Esse resultado pode ter relação com a endogenia referenciada no Plano Nacional de Pós-Graduação 2011-2020, o que dificulta a efetiva colaboração internacional do país. Ademais, a média mundial não é um parâmetro eficiente porque, conforme demonstrado, há uma tendência de aumento na quantidade de artigos indexados anualmente por países muito heterogêneos.

Como os critérios dos programas de pós-graduação no Brasil são baseados fundamentalmente na produção quantitativa de artigos científicos e no Fator de Impacto (FI) das revistas, os resultados deste estudo sugerem uma revisão do sistema de incentivos das políticas públicas, com vistas a buscar distintas redes de colaboração internacional, aumentar o impacto científico e desenvolver um sólido sistema de ciência, tecnologia e inovação (CT&I).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARROW, K. **Economic welfare and the allocation of resources for invention**, in the Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors, ed. R. R. Nelson (Princeton, NJ: Princeton University Press), 609-626, 1962.

ABAMBRES, M.; RIBEIRO, T.; SOUSA, A.; LANTSOGHT, E. **Research Counts, Not the Journal**. Open archives of the Social Sciences. SocArXiv, 1-13, 2019.

AISTLEITNER, M.; KAPPELLER, J.; STEINERBERGER, S. **Citation Patterns in Economics and Beyond: Assessing the Peculiarities of Economics from Two Scientometric Perspectives**. ICAE Working Paper (Johannes Kepler University Linz), nº 60, 2017.

AL, Umut; TAŞKIN, Zehra. **Relationship between economic development and intellectual production**. COLLNET Journal of Scientometrics and Information Management 9.1: 25-35, 2015.

BORNMANN, L.; de MOYA-ANEGÓN, F.; Leydesdorff, L. **The new excellence indicator in the World Report of the SCImago Institutions Rankings 2011**. Journal of Informetrics, 6(3), 333-335, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Plano Nacional de Pós-Graduação (PNPG) - 2011-2020/Coordenação de Pessoal de Nível Superior**. Volume I, Brasília, dezembro de 2010.

COURTIAL, J.P. **L'Association pour la Mesure des Sciences et des Techniques (ADEST) et l'évaluation de la recherche en France**. La Revue pour l'Histoire du CNRS, v.9, nov. 2003. Disponível em: <https://journals.openedition.org/histoire-cnrs/564>. Acesso em 22 de junho de 2020.

EGGHE, L. **Theory and practice of the g-index**. Scientometrics, 69(1), 131-152. doi: 10.1007/s11192-006-0144-7, 2006.

FARIA, J.R. **Some reflections on incentives for publication: the case of the CAPES' list of economic journals**. Economia Aplicada, v. 8, n. 4, p. 791-816, set./dez, 2004.

_____. **Most cited Articles Published in Brazilian Journal of Economics: Google Scholar Rankings**. Economia 11 (1): 1-25, 2010.

FREEMAN, C. **Economics of Research and Development**. In E. Spiegel-Rosing and D. de Solla Price (eds), Science Policy Studies in Perspective, Sage Publications, London: Sage Publications Ltd., 1977.

HERMES-LIMA, M.; Santos, N.; Alencastro, A.; Ferreira, S. **Whither Latin America? trends and challenges of science in Latin America**. IUBMB Life, 59(4 & 5), 199-210, 2007.

Hirsch, J. E. **An Index To Quantify An Individual's Scientific Research Output.** Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 102 (46), 16569-16572, 2005.

JACSO, P. **As we may search – Comparison of major features of the Web of Science, Scopus and Google Scholar citation-based and citation-enhanced databases.** Current Science, v. 89, n. 9, p. 1537-1547, nov. 2005.

JEONG, S.; CHOI, J. Y.; KIM, J.Y. **On the drivers of international collaboration: The impact of informal communication, motivation, and research resources.** Science and Public Policy, 41, 520-531, 2014.

JEROEN, B.; SCHOTTEN, M.; PLUME, A.; CÔTÉ, G.; KARIMI, R. **Scopus as a curated, high-quality bibliometric data source for academic research in quantitative science studies.** Quantitative Science Studies 1:1, 377-386, 2020.

KING, D. A. **The scientific impact of nations: what different countries get for their research spending.** *Nature* 430, 311-316, 2004.

KOENKER, R.W; BASSETT JR, G. **Regression quantiles.** *Econometrica*. Vol. 46, N° 01, pp. 33-50, 1978.

LEYDESDORFF, L.; BORNMANN, L.; Wagner, C. S. **The relative influences of government funding and international collaboration on citation impact.** *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 70(2), 2019.

MCMANUS, C., BAETA NEVES, A.A. **Production profiles in Brazilian Science, with special attention to social sciences and humanities.** *Scientometrics*, <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03452-2>, 2020.

MERTON, R. K. **The Matthew Effect in Science.** *Science*, v. 159, n. 3810, p.56-63, 5 jan. 1968.

MOED, H.F. **Citation analysis in research evaluation.** Dordrecht. The Netherlands: Springer, 2005.

PLUME, A. and KAMALSKI, J. **An alternative indicator of national research impact and cross-sector knowledge exchange.** *Research Trends Issue* 36, 2018.

RANDS, A. B. **Roots of Brazilian Relative Economic Backwardness.** Ed. Elsevier, p.280, 2016.

ROMER, P.M. **The Origins of endogenous growth.** *Journal of Economic Perspectives*, [S.l.], v.8, n.1, p.3-22, 1994.

SCHULTZ, T.W. **Capital Formation by Education,** *Journal of Political Economy*, University of Chicago Press, vol. 68, pages 571-571, 1960.

SCIMAGO Lab. SJR. Acesso em: <https://www.scimagojr.com>, 2020.

SIDONE, O.J.G. **Cientometrial Espacial: a Geografia do Conhecimento no Brasil.** Rio de Janeiro: e-papers, 2018.

VINKLER, P. **The Evaluation of Research by Scientometric Indicators,** Chandos Publishing, 2010.

WAGNER, C.S; Jonkers, K. **Open countries have strong science.** *Nature.* 550(7674):32-33. doi:10.1038/550032a, 2017.

WALTMAN, L., & Van Eck, N. J. **The inconsistency of the h-index.** *Journal of the American Society for Information Science and Technology,* 63(2), 406–415, 2012.

YE, F.Y. **A quantitative relationship between per capita GDP and scientometric criteria.** *Scientometrics.* 71, pp. 407-413, 2007.