

**CONVERGÊNCIA EM RESULTADOS DE SISTEMAS NACIONAIS DE
INOVAÇÃO: UMA ANÁLISE A PARTIR DOS DADOS DO GLOBAL INNOVATION
INDEX**

**CONVERGENCE ON THE RESULTS OF NATIONAL INNOVATION SYSTEMS:
AN ANALYSIS FROM THE GLOBAL INNOVATION INDEX DATA**

**CONVERGENCIA EN LOS RESULTADOS DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE
INNOVACIÓN: UN ANÁLISIS DE LOS DATOS DEL GLOBAL INNOVATION
INDEX**

Cited as:

Azambuja, Lucas R., Araujo Jr., Ari F., & Mocelin, Daniel G. (2024). Convergência em resultados de sistemas nacionais de inovação: uma análise a partir dos dados do global innovation index. Revista Gestão & Tecnologia. Journal of Management and Technology. v 24, nº 1. p .238-262.

Lucas Rodrigues Azambuja

Professor no IBMEC-BH nos cursos de Administração, Economia, Direito e Relações Internacionais.
<https://orcid.org/0000-0003-3953-0220>

Ari Francisco de Araujo Jr.

coordenador do curso de graduação de ciências econômicas do IBMEC-BH. Pesquisador do Centro de Empreendedorismo e Inovação (IBMEC-BH).
<https://orcid.org/0000-0003-4353-8532>

Daniel Gustavo Mocelin

Professor Associado no Departamento de Sociologia do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH). É docente no Programa de Pós-graduação em Sociologia da UFRGS
<https://orcid.org/0000-0003-0161-9609>

Editor Científico: José Edson Lara
Organização Comitê Científico
Double Blind Review pelo SEER/OJS
Recebido em 17/04/2023
Aprovado em 02/02/2024



This work is licensed under a Creative Commons Attribution – Non-Commercial 3.0 Brazil



RESUMO

Objetivo: Este estudo testou as duas hipóteses para um grupo de 126 países através de dados do Global Innovation Index (GII), para os anos de 2013 e 2018. As hipóteses de convergência também foram testadas separadamente dividindo os países em grupos de nível de renda: low income, lower middle income, upper middle income e high income.

Metodologia: A estimação dos parâmetros nos modelos de convergência é realizada por Mínimos Quadrados e dos erros padrão pelo estimador de White, além de apresentar as densidades de Kernel das variáveis.

Originalidade/relevância: Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) é um approach muito difundido em pesquisas como na elaboração de políticas de desenvolvimento, especialmente a partir da década 1990. Desde então, um debate emergiu sobre se os sistemas de inovação estão ou não convergindo para os mesmos resultados em termos de inputs e eficiência de inovação entre países.

Resultados: Considerando todos os países, identificou-se tendência de convergência nos resultados de inputs e da eficiência dos sistemas nacionais de inovação, porém no sentido de piora nos valores das variáveis. Quando considerados em grupos de renda, os resultados de convergência apresentaram comportamento pouco diferente entre os grupos. Consideramos, portanto, confirmada a hipótese de convergência para a variável de inputs e de eficiência, porém em uma direção contrária aquela prevista pelos defensores do approach de SNI.

Contribuição: Evidenciação da dificuldade dos sistemas nacionais de inovação em sua capacidade de gerar os impactos esperados pelos seus defensores.

Palavras-chave: Sistemas Nacionais de Inovação. Eficiência de Inovação. Convergência. Global Innovation Index.

ABSTRACT

Objective: This study tested the two hypotheses for a group of 126 countries using data from the Global Innovation Index (GII), for the years 2013 and 2018. The convergence hypotheses were also tested separately by dividing countries into income level groups: low income, lower middle income, upper middle income and high income.

Methodology: The estimation of the parameters in the convergence models is performed by Least Squares and the standard errors by the White estimator, in addition to presenting the Kernel densities of the variables.

Originality/relevance: National Innovation Systems (NIS) is a very widespread approach in research and development policy making, especially since the 1990s. Since then, a debate has emerged about whether or not innovation systems are converging towards the same results in terms of inputs and efficiency of innovation across countries.

Results: Considering all countries, a convergence trend was identified in the results of inputs and the efficiency of national innovation systems, but in the sense of worsening in the values of the variables. When considered in income groups, the convergence results presented little different behavior between groups. Therefore, we consider the hypothesis of convergence for the variable of inputs and efficiency to be confirmed, but in a direction contrary to that predicted by defenders of the NIS approach.

Contribution: Evidence of the difficulty of national innovation systems in their ability to generate the impacts expected by their defenders.

Keywords: National Innovation Systems. Innovation Efficiency. Convergence. Global Innovation Index.

RESUMEN

Objetivo: Este estudio probó las dos hipótesis para un grupo de 126 países usando datos del Índice Global de Innovación (GII), para los años 2013 y 2018. Las hipótesis de convergencia también se probaron por separado al dividir a los países en grupos de nivel de ingreso: bajo ingreso, ingreso medio bajo, ingreso medio alto y ingreso alto.

Metodología: La estimación de los parámetros en los modelos de convergencia se realiza por Mínimos Cuadrados y los errores estándar por el estimador de White, además de presentar las densidades Kernel de las variables.

Originalidad/relevancia: Los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI) es un enfoque muy extendido en la formulación de políticas de investigación y desarrollo, especialmente desde la década de 1990. Desde entonces, ha surgido un debate sobre si los sistemas de innovación convergen o no hacia los mismos resultados en términos de insumos. y la eficiencia de la innovación entre países.

Resultados: Considerando todos los países, se identificó una tendencia de convergencia en los resultados de insumos y la eficiencia de los sistemas nacionales de innovación, pero en el sentido de empeoramiento en los valores de las variables. Cuando se consideran en grupos de ingresos, los resultados de convergencia presentaron un comportamiento poco diferente entre grupos. Por lo tanto, consideramos confirmada la hipótesis de convergencia para la variable de insumos y eficiencia, pero en una dirección contraria a la predicha por los defensores del enfoque SNI.

Contribución: Evidencia de la dificultad de los sistemas nacionales de innovación en su capacidad de generar los impactos esperados por sus defensores.

Palabras clave: Sistemas Nacionales de Innovación. Innovación Eficiencia. Convergencia. Índice de Innovación Global.

1. INTRODUÇÃO

O conceito de Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) foi desenvolvido a partir de diferentes estudos sobre inovação e mudança tecnológica durante a década de 1980. As primeiras formulações mais consistentes desse conceito podem ser encontradas nos estudos de Christoph Freeman (1987) e de Bengt-ake Lundvall (1985), que buscaram demonstrar que as inovações não acontecem no vácuo, mas originam-se a partir de condições engendradas pela interação entre diferentes organizações e instituições. Assim, a inovação encontraria vitalidade em um processo mais dinâmico e concebido como um sistema, que envolve empresas, universidades, agências governamentais e institutos de pesquisa.

Recentemente, o conceito de Sistemas Nacionais de Inovação tem ensejado novas pesquisas e propostas de políticas públicas de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), assim como a construção de índices (por exemplo, o *Global Innovation Index*) que visam mensurar a qualidade e os resultados dos SNIs, entre países. Portanto, o conceito de SNI veio a ser amplamente utilizado tanto no contexto acadêmico como também no de formulação de políticas e de programas entre organizações nacionais e supranacionais, especialmente a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

Em razão da popularidade dessa abordagem para o desenvolvimento econômico e tecnológico, esforços vêm sendo empreendidos para identificar quais *inputs* econômicos, sociais e políticos favorecem as interações entre organizações e instituições privadas e públicas necessárias ao processo de inovação, conforme propõe o *approach* de SNI. Assim, um debate emerge entre os que adotam esse *approach*: os sistemas nacionais de inovação apresentam resultados e tendências convergentes em termos de *inputs* no processo de inovação e de eficiência em inovação? Ou esses resultados são diferentes e, por isso, devem ser compreendidos conforme as particularidades nacionais, regionais e tecnológicas de cada sistema?

O objetivo deste artigo é contribuir com respostas a essas perguntas, investigando a hipótese de convergência entre os países, tanto nos resultados sobre *inputs* como, também, na sua eficiência. Foram utilizados dados do *Global Innovation Index* (GII) referentes ao período de 2013 a 2018, para 126 países. A escolha das informações foi orientada pelo fato que a elaboração desse índice é influenciada pela perspectiva de SNI.

O GII atribui notas às diferentes dimensões dos SNIs através de indicadores que são normalizados numa escala de 0 a 100, onde 100 representa melhores resultados. Portanto, é plausível sustentar que se houverem convergências nas notas atingidas pelos países, se obtêm o indicativo de convergência de resultados nos *inputs* e eficiência dos sistemas de inovação. Nesse sentido, os achados do estudo também contribuem com a avaliação da qualidade dos instrumentos consagrados de mensuração de desempenho dos SNIs, em índices como o do GII.

A hipótese de convergência foi testada em dois aspectos dos sistemas nacionais de inovação: primeiro, a convergência nos resultados dos *inputs* dos SNIs, através do subíndice de *inputs* de inovação, que consiste em uma pontuação calculada por meio de indicadores em oito dimensões (instituições, capital humano, infraestrutura, sofisticação de mercado e sofisticação

de negócios); segundo, a convergência na eficiência de inovação, que é dada pela razão entre o subíndice de *outputs* de inovação (esse último é a pontuação dada por indicadores que se referem a duas dimensões: a de conhecimento e tecnologia e a de criatividade) e o subíndice de *inputs* de inovação.

Alguns autores (Crespo & Crespo, 2016; Watkin et. al., 2015; Arocena & Sutz, 2000; Gu, 1999; Alcorta & Peres, 1998) apontam variações nos resultados de *inputs* e de eficiência dos SNIs entre países com graus diferentes de desenvolvimento. Nesse sentido, também foi testada a hipótese de convergência para grupos de países em termos de quatro níveis de renda: *low income, lower middle income, upper middle income e high income*¹.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para operacionalizar adequadamente o conceito de Sistema Nacional de Inovação é necessário definir inovação. Essa última concepção não se restringe ao desenvolvimento e produção material de dispositivos tecnológicos. Conforme o Manual de Oslo (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico [OCDE], 2018, pp. 20-21), inovação inclui produtos, serviços ou processos de negócios tecnologicamente novos ou significativamente aprimorados em relação ao seu correspondente anterior e que se tornaram disponíveis e difundidos no mercado e/ou entre organizações. Ao adotar essa definição, a perspectiva de SNI compreende que a inovação não segue um caminho linear do laboratório para um produto no mercado, mas “[...] supõe a convergência entre produção científica e mercado e afirma que a mesma depende de um aparato institucional e político, bem como da mobilização de um conjunto de atores de diferentes áreas” (Guimarães & Azambuja, 2010, p. 98).

A perspectiva de SNI nasce da discussão e concepção de que a inovação não é um processo conduzido por empresas que atuam isoladas e que resulta de seu próprio investimento em P&D, mas envolve um complexo conjunto de *inputs* tangíveis e intangíveis que circulam nas interações entre organizações e instituições privadas e estatais (Metcalf, 1995; Edquist, 2005; Balzat & Hanusch, 2004, Lundvall, 2007; Niosi, 2002). Ademais, o *approach* de SNI,

¹ Essa classificação foi compilada do próprio banco de dados do site do *Global Innovation Index*.

desde sua origem na década de 1980, é utilizado e promovido por um conjunto de autores críticos às teorias neoclássicas, bem como as que superestimam o empreendedorismo como fator de desenvolvimento econômico, já que ambas subestimariam o papel da interação e da circulação de recursos e de conhecimento, em um sistema mais amplo de relações capazes de promover a inovação e a mudança tecnológica, quanto mais *inputs* estivessem presentes (Dosi, 1982; Nelson & Winter, 1982; Freeman, 1987).

Por essa abordagem, a inovação passa a ser compreendida como a resultante de um sistema complexo, que exige intensas articulações entre diferentes agentes para amenizar a incerteza que envolve a solução de problemas técnicos, demandas econômicas emergentes, e abertura de novos mercados. O argumento de que a inovação decorre de condições de incerteza, já estava presente no argumento de Dosi (1982), que também destacou haver na busca por novas oportunidades econômicas uma crescente dependência científica (*science-based*), bem como uma tendência para que experiências e habilidades se extravasassem de uma empresa à outra (*knowledge spillover*), promovendo saltos tecnológicos e econômicos. Para o autor, enquanto avanços na trajetória tecnológica tendem a serem influenciados por impulsos do mercado (demanda e lucratividade) os saltos dependeriam de iniciativas extraordinárias – pujantes em sistemas mais robustos de inovação, que surgiriam com base em novas oportunidades abertas por descobertas científicas ou pela dificuldade das organizações em prosseguir sempre na mesma direção na exploração de mercados.

Nesse contexto, ganhou fôlego, nas décadas seguintes, um largo debate sobre articulações entre empresas, universidades e governos, enaltecendo uma interação sinérgica proporcionada em sistemas de inovação maduros, onde a intensificação do intercâmbio de soluções tecnológicas e de experiências comerciais entre as organizações envolvidas, com participação de políticas e investimentos governamentais, geraria condições mais sustentáveis para inovar (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000). De fato, o conceito de SNI foi sendo formulado de diferentes maneiras a depender do enfoque e desenho metodológico que os pesquisadores adotavam para investigar e evidenciar a importância econômica da inovação para o desenvolvimento tecnológico e a competitividade dos países (Lundvall, 2007; Balzat & Hanusch, 2004; Metcalf & Ramlogan, 2008).

Apesar das diferenças conceituais entre os que utilizam o conceito de SNI, uma definição genérica é possível de ser elaborada: Sistema Nacional de Inovação é o conjunto de

interações entre organizações e instituições privadas e estatais de um país, manifestas em regulações e incentivos, assim como na circulação de conhecimentos e recursos humanos, comerciais e financeiros que, por sua vez, moldam a produção, direção, difusão e adaptação tecnológica de produtos e de serviços com potencial para geração de resultados econômicos (Crespo & Crespo, 2016; Sharif, 2006; Edquist, 2005).

Em razão da variedade de processos e fatores que essa definição incorpora, considera-se ser mais adequado compreender a noção de Sistemas Nacionais de Inovação como um *approach* de diversos aspectos que envolvem o estudo dos processos de inovação e do seu papel, do que um conceito formalmente delimitado (Lundvall, 2007; Sharif, 2006; Balzat & Hanusch, 2004). A mensuração do desempenho dos SNIs deve ser feita com diferentes indicadores quantitativos e qualitativos, destacando-se: 1) a análise de organizações (estruturas e atores formais que atuam nesse sistema) e de instituições (leis, regras e costumes que regem as práticas de organizações e indivíduos com relação ao processo de inovação); 2) os modos e intensidades com que organizações se conectam e interagem para se beneficiarem em termos de conhecimentos e competências; 3) o nível e a eficiência dos investimentos em tecnologia, treinamento, educação, técnicas de gestão e comercialização; 4) o papel das políticas públicas na direção e na coordenação de relações e atividades dos SNIs. Em suma, esse *approach* reconhece que os resultados dos SNIs são cumulativos, lentos e derivados do impacto difuso da atuação de instituições, organizações, investimentos intangíveis e políticas (Crespo & Crespo, 2016; Alcorta & Peres, 1998), envolvendo *inputs* tangíveis e intangíveis, assim como relações formais e informais entre organizações e instituições públicas e privadas, entendidas como partes constitutivas do processo de inovação.

Especialmente na década de 1990, simultaneamente ao desenvolvimento do *approach* de Sistemas Nacionais de Inovação na academia, essa noção se difundiu e passou a fazer parte da formulação de políticas de promoção do desenvolvimento tanto por parte de governos como, principalmente, por parte de organizações internacionais, notadamente OCDE, Banco Mundial e Fundo Monetário Internacional (Balzat & Hanusch, 2004; Sharif, 2006; Lundvall, 2007).

Conforme o uso do *approach* de Sistemas Nacionais de Inovação passava a ser utilizado no contexto da formulação de políticas de desenvolvimento, emergia com mais intensidade a

discussão se os SNIs estavam convergindo ou não para um mesmo padrão de resultados em termos de *inputs* e se essa convergência resultaria em maior eficiência em inovação entre os países, isto é, haveria ou seria possível estudar e avaliar o desempenho dos SNIs em termos de *benchmarking*? Ou cada país, segundo suas particularidades, desenvolveria resultados e padrões de desempenho no seu sistema? Haveria ou não um modelo padrão que cada país deveria ser aproximar para atingir a eficiência em inovação? Em suma, há ou não convergência entre os países entorno de *inputs* e de eficiência de inovação?

Para compreender esse debate em linhas gerais, o estudo sobre a história do desenvolvimento e difusão da abordagem de Sistemas Nacionais de Inovação de Naubahar Sharif (2006) é pertinente. Ao descrever a gênese do conceito de SNI, Sharif identifica algumas controvérsias entre os autores dessa abordagem, sendo que duas dessas podem possuir relação direta com a hipótese de convergência.

A primeira controvérsia diz respeito a se é correto ou não assumir que os sistemas de inovação podem ser entendidos em escala nacional. Alguns autores argumentam que um mesmo país pode abrigar diferentes sistemas de inovação, cada um com características e resultados próprios, segundo especificidades regionais, setoriais e/ou tecnológicas. Outros argumentam serem plausíveis as abordagens de sistemas nacionais de inovação, uma vez que os mesmos moldariam a dinâmica, resultados e características dos subsistemas definidos em termos regionais, setoriais e/ou tecnológicos (Sharif, 2006, pp.756-757). Portanto, supõe-se que essa controvérsia caracteriza um debate sobre a possibilidade ou não de convergência dos sistemas de inovações em escala nacional, que, por sua vez, discute indiretamente a possibilidade de haver convergência internacional, pois se a convergência não alcança nem os limites nacionais, isso tornaria a convergência entre países (e a própria comparabilidade entre os mesmos) não verificável.

A segunda controvérsia diz respeito a se é possível e válido chegar a um conceito preciso de Sistemas Nacionais de Inovação. Os autores que defendem essa possibilidade argumentam ser justificável ter uma definição técnica, que estabeleça rigorosamente quais organizações e instituições, assim como que tipos de relações e *inputs*, devem ser observados e mensurados ao estudar os sistemas de inovação de diferentes países, caso se tenha a pretensão de avaliar os desempenhos e identificar as “melhores práticas” que possam servir de modelo às estratégias de diferentes governos nacionais. Outros argumentam que o conceito de SNI deva permanecer

“aberto” e “flexível” na sua definição e aplicação, uma vez que isso permite aos estudos contemplarem as diferentes especificidades de cada SNI e dar conta de que aquilo que apresenta bons resultados em um contexto pode apresentar resultados diferentes em outro (Sharif, 2006, pp.757-760). Portanto, supõe-se que essa controvérsia se relaciona indiretamente com a hipótese da convergência, especialmente a da convergência na eficiência dos SNI, pois, confirmando essa hipótese, chega-se a um indicativo de que é possível entender, avaliar e comparar a partir de um modelo de resultados nos *inputs* de SNI.

Assim, pretende-se argumentar, a seguir, que a análise da hipótese de convergência entre os países, através dos dados do GII, pode trazer contribuições às duas controvérsias mencionadas e, desse modo, apontar limitações desse *approach* e, ao mesmo tempo, contribuir para o desenvolvimento da abordagem de SNI, em termos conceituais, operacionais e de escolha de indicadores. Estão sendo colocados em debate os resultados dos SNIs, mas também a qualidade dos instrumentos de mensuração de desempenho dos SNIs, atualmente consagrados e disponíveis.

3. METODOLOGIA

O objetivo foi testar a hipótese de convergência (absoluta) dos *inputs* para a inovação e da eficiência em inovação entre países nos anos de 2013 a 2018. Os indicadores analisados são de *inputs* do processo de inovação (*inp*) relativo ao país fronteira de *input* (2013 e 2018: Suíça; ver Quadro 1, adiante) e a razão de eficiência em inovação (*ei*).

A convergência de uma variável entre países é observada caso ocorra um fenômeno de redução do hiato da mesma entre os países analisados ao longo do tempo. De modo equivalente, existe convergência absoluta caso os países inicialmente mais “atrasados” apresentem taxas de crescimento médias maiores da variável de interesse enquanto aqueles inicialmente mais “avançados” apresentam taxas de crescimento médias menores. Existe uma vasta literatura teórica e empírica sobre o teste da existência de convergência entre países e regiões do mundo em renda per capita (ver, por exemplo, Acemoglu, 2009). As mesmas metodologias são muitas vezes utilizadas para realizar o teste de convergência para outras variáveis tais como desigualdade de renda (Gomes & Soave, 2019), níveis educacionais (Araujo, Gomes, &

Salvato, 2005), homicídios (Araujo, 2007). Tradicionalmente a hipótese de convergência é testada a partir da seguinte equação (como Gomes & Soave, 2019):

$$\frac{1}{T} \ln \left(\frac{ei_{t+T}}{ei_t} \right) = \alpha + \beta \ln(ei_t) + u_{t+T}$$

ou seja, a taxa de crescimento (ou queda) de *ei* explicada pelo valor inicial de *ei* (a mesma especificação será usada para o teste de convergência absoluta para *inp*). A hipótese de convergência é observada caso beta seja menor que zero de forma que países com valor inicial de *ei* elevado crescem menos (até negativamente) que países com valor relativamente baixo de *ei* inicial. Além disso, o valor de equilíbrio de longo prazo de *ei* estimado por $e^{(-\frac{\alpha}{\beta})}$. Portanto, foi estimado o modelo para o intervalo 2013-2018 e amostra de 126 países. Além disso, para lidar com a falácia de Galton, com observações discrepantes (Oliveira, Jacinto, & Grolli, 2008), a estimação é realizada também para grupos de renda e para pontos distintos da distribuição condicional das taxas de crescimento de *inp* e *ei* através das regressões quantílicas.

A estimação dos parâmetros nos modelos básicos é realizada por Mínimos Quadrados e estimação dos erros padrão pelo estimador de White. Vale notar que, no presente estudo, o suporte estatístico pela validade da hipótese de convergência implica convergência para valor médio menor da variável *ei* para todas as amostras (como a avaliação preliminar dos dados descrita pela Tabela 1 sugere). O mesmo ocorre para as estimações para *inp*, com exceção da amostra de países classificada como *low* e como *low middle*. Antes das análises das regressões, foi incluída a avaliação gráfica preliminar das dispersões entre as taxas de crescimento das variáveis *inp* e *ei* contra seus valores iniciais. Além disso, como um exercício adicional e para lidar com os problemas potenciais citados anteriormente (Oliveira; Jacinto; Grolli, 2008), estimamos também regressões quantílicas para o primeiro, terceiro, quinto (mediana), sétimo e nono decis das variáveis dependentes. Desta forma, pôde-se testar se a convergência sofre alteração ao longo da distribuição das taxa de crescimento de *inp* e *ei*. Neste caso, o processo de estimação é realizado via minimização de uma função do erro previsto a partir de programação linear e os erros padrão são calculados por *bootstrap*.

Na apresentação dos dados também foram analisadas estatísticas básicas como as médias das variáveis, além de discutir a visualização gráfica das densidades de Kernel. As densidades são alternativa superior aos histogramas, no caso de variáveis contínuas, como aqui

proposto. As densidades fornecem, em resumo, a vantagem de ser uma apresentação suave da distribuição da variável em análise (Cameron & Trivedi, 2009).

Dados

O projeto *Global Innovation Index* (2019) realiza uma avaliação comparativa entre países a respeito de medidas sobre inovação. Nesse projeto são calculados indicadores associados a entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) do processo de inovação. Quanto aos *inputs*, são avaliados indicadores das seguintes dimensões: instituições, capital humano, infraestrutura, sofisticação de mercado e sofisticação de negócios. Em relação aos *outputs*, o foco trata de saídas em conhecimento e tecnologia, além de criatividade. Um total de 80 indicadores é avaliado, para definir os escores atingidos por cada SNIs (GII, 2019).

No presente estudo, realizou-se a análise para a amostra completa de 126 países. Além disso, seguindo definição do relatório *Global Innovation Index* (2019), foi realizada adicionalmente a avaliação para grupos de países quanto à renda: *low income*, 15 países; *lower middle income*, 30 países; *upper middle income*, 34 países e *high income*, 47 países.

Na Figura 1 está exposta uma amostra de países por grupo de renda que ilustra os escores atingidos nos SNIs no GII, para as variáveis *ei* e *inp*, em 2013 e 2018. De antemão é possível observar uma forte redução no indicador de *ei* entre os respectivos anos, o que pode estar relacionado à qualidade do dado informado por cada país ou a precisão da coleta do dado pelo GII no primeiro desses anos, especialmente entre os países de *low income* e *lower middle income*, mas também entre os países *upper middle income*, o que não ocorre, por sua vez, com os países *high income*. Curioso ainda que os dados de 2013 indiquem os países *low* e *lower middle income* com escores médios de eficiência em inovação superiores aos países de *upper middle* e *high income*, quando comparado com os resultados de 2018. Nesse último ano, por sua vez, se observa correspondência esperada, e se constata uma linha ascendente nos escores de *ei* entre os grupos de renda, quando *low income* registra 0,48, *lower middle* 0,59, *upper middle* 0,57 e *high income* 0,69.

Income groups and country	Eficiência em inovação (<i>ei</i>)		<i>inputs</i> do processo de inovação (<i>inp</i>)	
	<i>ei</i> _13	<i>ei</i> _18	<i>inp</i> _13	<i>inp</i> _18

low*	0,79	0,48	29,38	31,30
Malawi	0,87	0,52	28,63	30,45
Niger	0,71	0,36	28,17	30,27
Benin	0,69	0,35	29,78	30,58
Mozambique	0,67	0,52	31,71	30,41
Madagascar	0,59	0,69	28,83	29,3
lower_middle*	0,83	0,59	33,47	35,14
India	1,02	0,65	35,77	42,53
Viet Nam	0,96	0,8	35,59	42,17
Bolivia	0,88	0,43	32,5	31,99
Morocco	0,75	0,61	35,34	38,69
Egypt	0,68	0,66	33,81	32,69
upper_middle*	0,75	0,57	40,58	42,52
China	0,98	0,92	45,19	55,13
Mexico	0,81	0,59	40,73	44,32
Brazil	0,78	0,54	40,84	43,4
South Africa	0,71	0,55	43,93	45,36
Russia	0,7	0,58	43,77	47,89
High*	0,77	0,69	56,11	57,02
Switzerland	1	0,96	66,52	69,67
Germany	0,87	0,83	59,78	63,27
Finland	0,79	0,76	66,67	67,88
USA	0,74	0,76	69,19	67,81
Japan	0,66	0,68	62,81	65,41
all countries*	0,78	0,61	43,35	44,84

Figura 1 – Escores de SNIs por países segundo grupos de renda (2013 e 2018)

Fonte: Elaboração própria dos autores com base no GII. Nota: para fins de ilustração, foram selecionadas amostra de cinco países por grupo de renda, para o conjunto de 126 países ranqueados pelo GII. * Escore médio do total de países que compõem o grupo de renda.

Os indicadores do GII podem estar expressando esforços de políticas e programas de aceleração econômica em alguns países de baixa renda, porém, os instrumentos poderiam não ser sensíveis para captar isso. Parece evidente haver um ajuste na coleta e/ou uma filtragem dos dados, entre os *rankings* produzidos pelo GII sobre os SNI. Essa adequação observada, já pré-indica que há limitações na abordagem de SNI ou na forma como essa abordagem é operacionalizada pelo GII, caso se busque precisão para comparar países ou quando se busca avaliar a qualidade dos sistemas de cada país.

No que se refere à variável de *input*, os escores de *inp* observados no Quadro 1 demonstram evolução por grupo de renda, o período entre 2013 e 2018. No que se refere ao resultado dos países, a Suíça destacou-se com os melhores índices de *inp*, em 2013 e 2018, mas chamam atenção discrepâncias dos escores quantitativos quando se considera a suposta qualidade de SNIs. Por exemplo, em 2013, o Brasil aparece com maior eficiência em inovação

(*ei*) do que os EUA, o que se ajusta em 2018. No caso da Índia, esse escore desaba de 1, em 2013, para 0,65, em 2018; enquanto demonstra estabilidade no caso de países como China, Suíça, Alemanha, Finlândia, EUA e Japão. Outras situações, nesse mesmo sentido, podem ser observadas ao analisar os dados de diferentes países, no Quadro 1. Os indicadores podem não estar captando o que precisamente se propõem a captar. Estará esse problema de fato relacionado à qualidade da informação ou então aos próprios fundamentos teórico-conceituais que balizam o modelo consagrado de *approach* de SNI? A análise de convergência, proposta no artigo, vai reforçar essas constatações descritivas preliminares e buscará respostas às questões levantadas, considerando os dados coletados e os resultados expressos pelos relatórios do *Global Innovation Index*.

Tabela 1

Estatísticas descritivas *inp* e *ei* (2013 e 2018)

all countries

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
inp_13	126	.6517159	.18599	.3559832	1.08644
inp_18	126	.6436591	.1731607	.318358	1.065451
ei_13	126	.7864286	.1343456	.46	1.13
ei_18	126	.6134921	.1491969	.28	.96

low

inp_13	15	.4417218	.0376312	.3725196	.5054119
inp_18	15	.4493852	.0466871	.3998852	.5811684
ei_13	15	.7966667	.175119	.56	1.13
ei_18	15	.4846667	.1367932	.28	.72

lower_middle

inp_13	30	.503172	.0797977	.3559832	.6622068
inp_18	30	.504507	.0740364	.318358	.6378642
ei_13	30	.837	.1349368	.56	1.08
ei_18	30	.5973333	.1355686	.36	.9

upper_middle

inp_13	34	.6101792	.0663449	.4753458	.7773602
inp_18	34	.6103606	.0643591	.4832783	.7913018
ei_13	34	.7564706	.1367343	.46	1.02
ei_18	34	.5711765	.1297495	.37	.92

high

inp_13	47	.8435985	.1368688	.5711064	1.08644
inp_18	47	.8185702	.1318156	.5428448	1.065451
ei_13	47	.7725532	.1107184	.54	1.06
ei_18	47	.6955319	.131708	.31	.96

Fonte: Elaboração própria dos autores com base no GII.

Para realizar a análise de convergência selecionaram-se duas variáveis: o indicador de *inputs* do processo de inovação (*inp*) relativo ao país fronteira de *input* (a Suíça – ver Quadro 1 – apresenta maiores valores para ambas as variáveis, tanto em 2013 quanto em 2018, de modo que foi escolhido como *benchmark*) e a razão de eficiência em inovação (*ei*). A primeira (*inp*) é expressa pela divisão do valor do índice de determinado país pelo da Suíça. Quanto maior o valor, mais próximo o país está situado em relação à fronteira mundial definida pelo escore geral, no que diz respeito à dimensão *input*. A segunda é calculada como a razão entre *outputs* e *inputs* para cada país, chamada de razão de eficiência em inovação (*ei*). Quanto maior o valor, mais eficiente seria o país, já que com uma determinada “quantidade” de *inputs* consegue extrair uma “quantidade” maior de *outputs*, em média.

A Tabela 1 apresenta estatísticas descritivas das variáveis *inp* e *ei* nos anos de 2013 e 2018, para os 126 países. Em 2018, o *inp* médio vale 0,64, ou seja, na média, a amostra total tem situação de *input* equivalente a 64% daquela observada na fronteira de *input* (Suíça). O valor médio de *inp* cai aproximadamente 1,2% entre 2013 e 2018. A queda maior (-3%) é observada entre os países classificados como *high income*. Entre os países classificados como *low income* e *low middle* ocorre ligeira elevação no indicador (1,7 e 0,3%, respectivamente), sendo que não houve nenhuma alteração entre os classificados como *upper middle*. Em 2018, *ei* médio vale 0,61, ou seja, na média, a amostra total tem situação de *output* equivalente a 61% daquela observada nas dimensões avaliadas em *input* para inovação. O valor médio de *ei* cai aproximadamente 22% entre 2013 e 2018. A queda maior (-39,2%) é observada entre os países classificados como *low income*. Entre os países classificados como *high income*, a queda no indicador é de 10%.

As Figuras 2 e 3 apresentam as densidades de Kernel dos anos de 2013 e 2018 para as variáveis *inp* e *ei*, para os casos da amostra completa e para os grupos de países. As densidades da Figura 1 não ajudam na avaliação preliminar de convergência sobre a fronteira de *input*.

As imagens da Figura 3 sugerem que as densidades de *ei* caminham para a esquerda, entre 2013 e 2018, em todos os casos, ou seja, que há convergência preliminar para uma média menor de eficiência relativa. Vale notar que a alteração da densidade de *ei* é menor entre os países de *high income*, sendo que a variância fica maior.

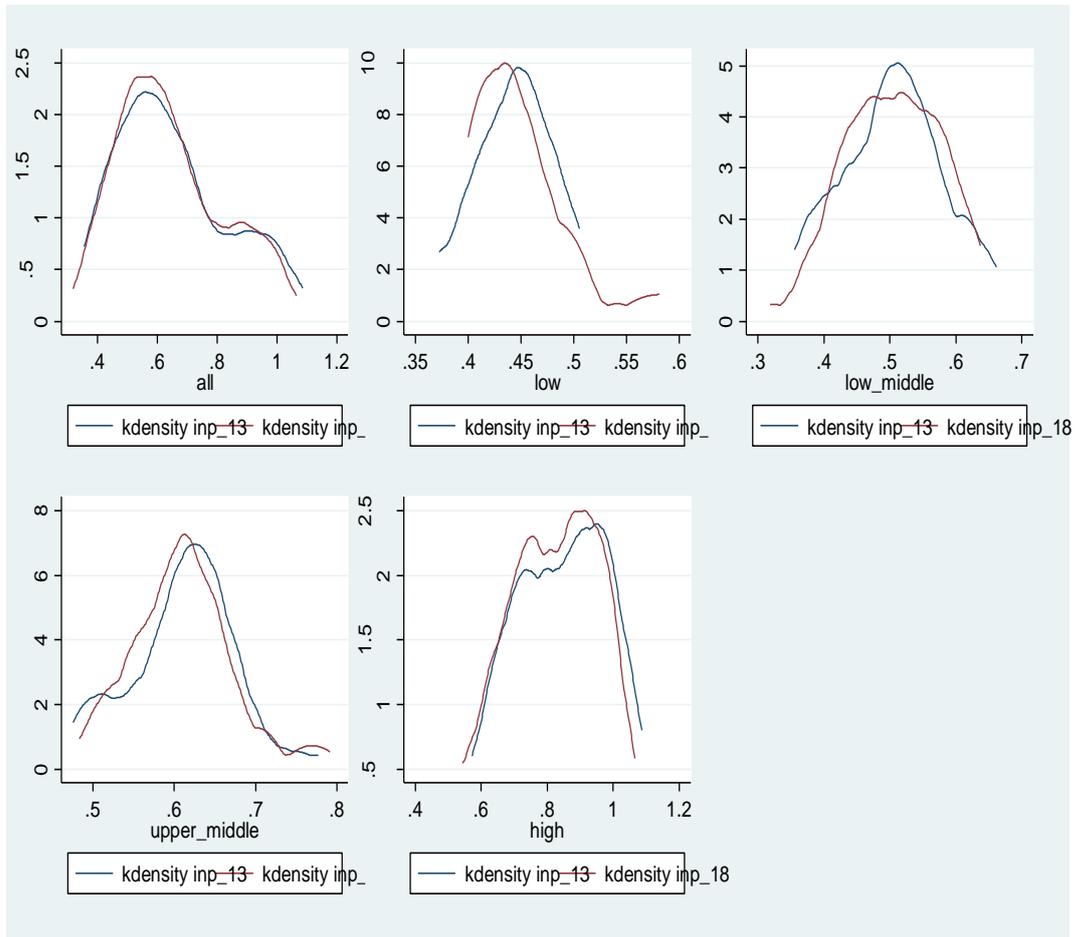


Figura 2 – Densidades de Kernel (inp)

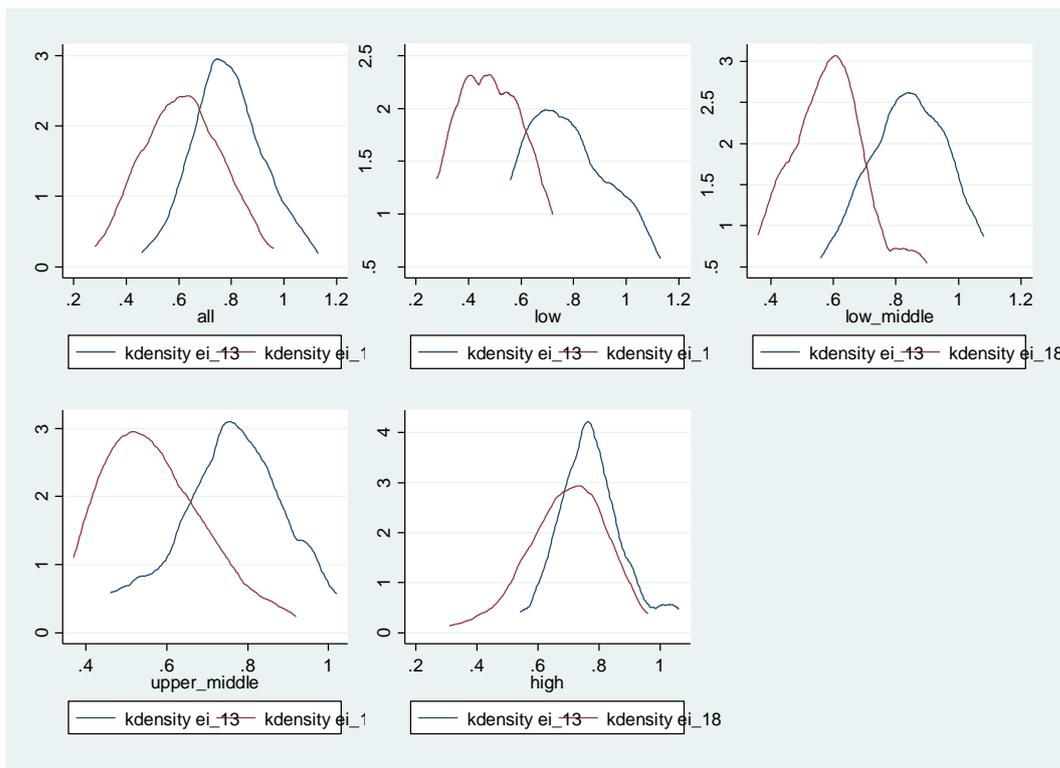


Figura 3 – Densidades de Kernel (ei)

4. RESULTADOS

As Figuras 4 e 5 apresentam a dispersão entre as taxas de crescimento de *inp* e *ei* (entre 2013 e 2018) e o valores iniciais das variáveis (2013). Ainda que com ajuste discutível, os gráficos sugerem uma relação descendente entre as variáveis, o que apoiaria a hipótese de convergência de eficiência em inovação com exceção do caso dos países de *high income*. De qualquer forma, a análise gráfica é, em geral, insuficiente. Necessário estimar os modelos e realizar adequadamente a inferência estatística, conforme as estimações apresentadas nas Tabelas 2 e 5.

Os resultados apoiam a hipótese de convergência (para uma média ligeiramente menor) de *inputs* na amostra de 126 países, para os anos de 2013 e de 2018. O mesmo vale para os grupos de países classificados como *low middle* (para uma média ligeiramente maior) e *upper middle* (para uma média que não sofreu alteração entre 2013 e 2018) e para o quinto, sétimo e nono decis das taxas de crescimento. O coeficiente estimado da variável *inp* inicial (nos *logs*)

é negativo e significativo a 10% nesses casos. Nesses casos, países com valor inicial mais elevado de *inp* tiveram crescimento menor (até negativo) e vice versa.

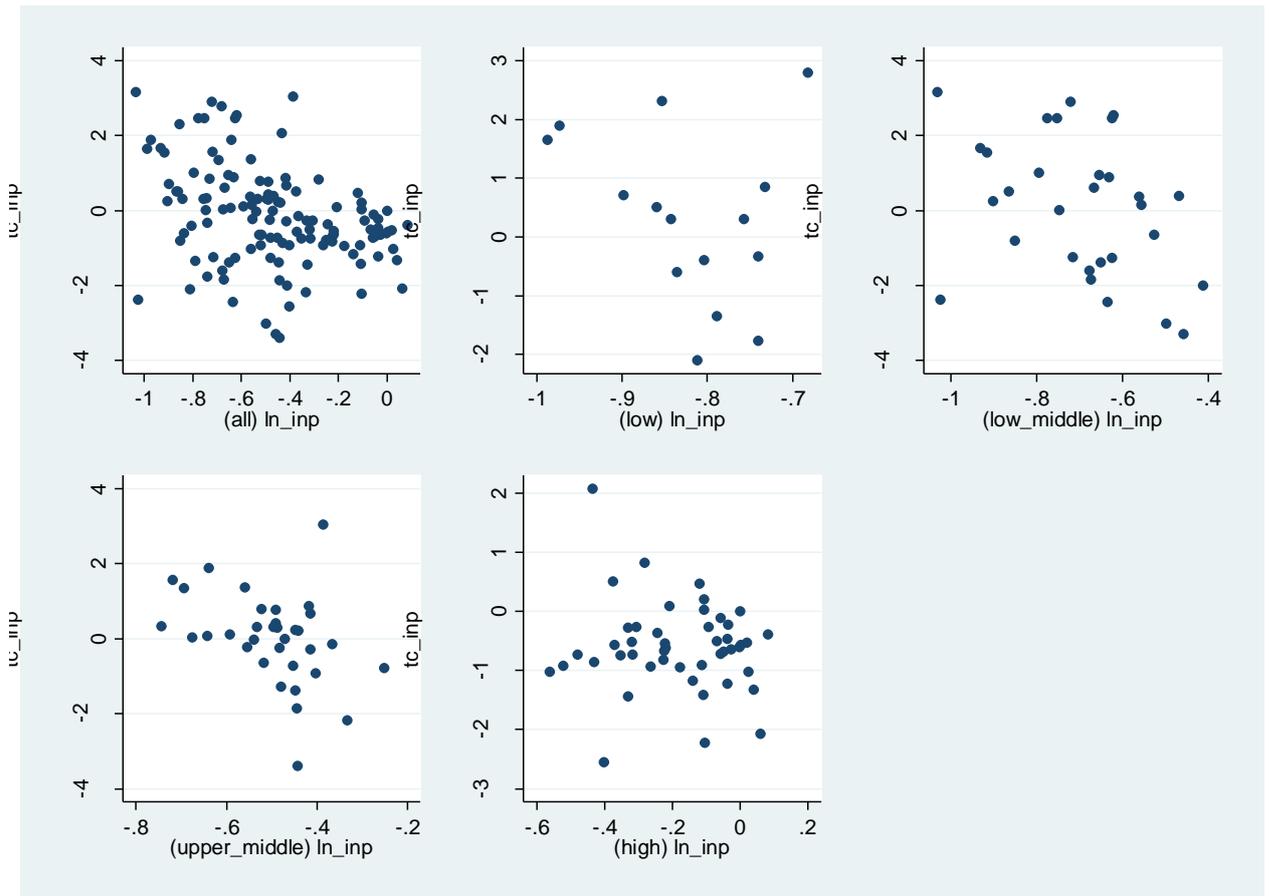


Figura 4 – Dispersão Entre Taxa de Crescimento de *inp* e *inp* Inicial

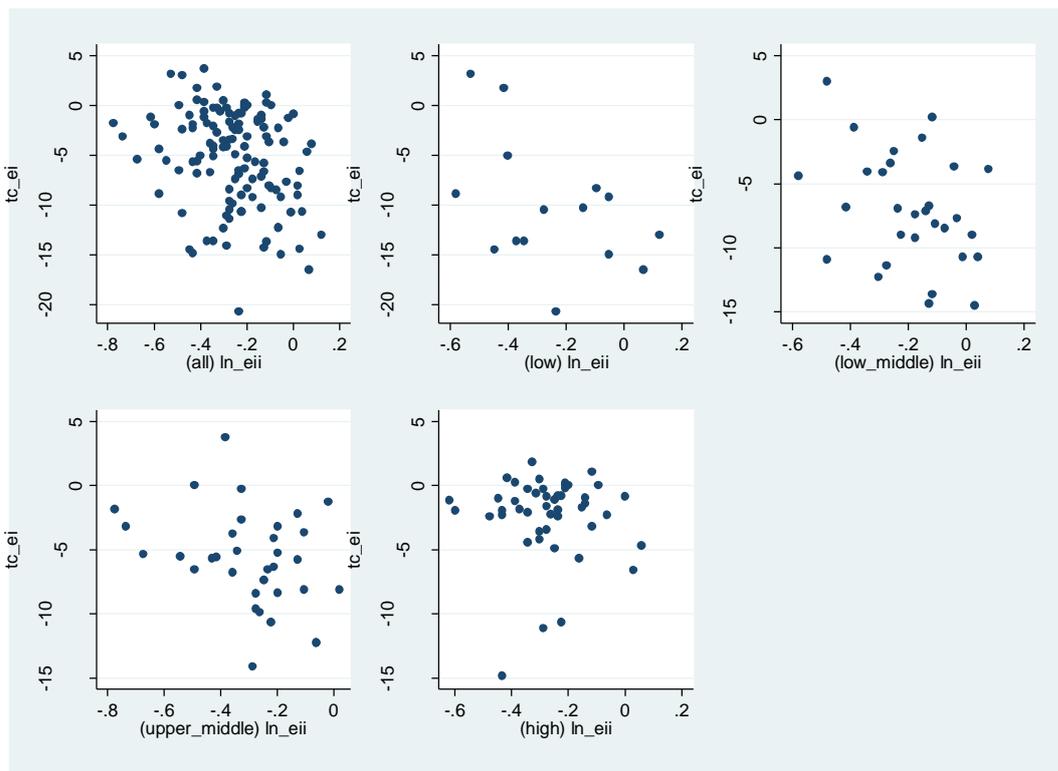


Figura 5 – Dispersão Entre Taxa de Crescimento de ei e ei Inicial

Tabela 2

Regressões: Hipótese de Convergência (*inp*) por MQO.

variable	all	low	low_middle	upper_mi~e	high
ln_inp	-1.6572192 -4.42 0.0000	-4.4299142 -0.88 0.3934	-4.3031021 -1.88 0.0702	-4.1383074 -2.53 0.0166	-.46521404 -0.59 0.5560
_cons	-.93654476 -5.98 0.0000	-3.3138122 -0.76 0.4589	-2.9263862 -1.85 0.0756	-2.0511097 -2.19 0.0356	-.68708854 -4.90 0.0000
N	126	15	30	34	47
r2	.12386269	.07004654	.14279471	.14431413	.01059719
r2_a	.11679707	-.00148835	.11218023	.11757394	-.01138954

Legend: b/t/p

Tabela 3
Regressões Quantílicas: Hipótese de Convergência (*inp*) para decis selecionados.

Variable	inp_q1	inp_q3	inp_q5	inp_q7	inp_q9
ln_inp	.72095015	-.70275002	-1.5366983	-2.2419324	-3.1887928
	0.82	-1.27	-3.61	-4.51	-4.18
	0.4124	0.2082	0.0004	0.0000	0.0001
_cons	-1.3566484	-.99893154	-.80868248	-.56056605	-.13120408
	-2.84	-3.30	-3.49	-2.07	-0.32
	0.0053	0.0013	0.0007	0.0406	0.7528
N	126	126	126	126	126

legend: b/t/p

Os resultados também apoiam a hipótese de convergência (para uma média menor) de eficiência em inovação na amostra de 126 países, entre 2013 e 2018. O mesmo vale para todos os outros agrupamentos de países com exceção de *high income* e para todas as estimações para os decis da variável dependente (taxas de crescimento). O coeficiente estimado da variável *ei* inicial (nos *logs*) é negativa e significativa a 10% (com exceção de *high income*). Nesses casos, países com valor inicial mais elevado de *ei* tiveram crescimento menor (até negativo) e vice versa.

Tabela 4
Regressões: Hipótese de Convergência (*ei*) por MQO.

Variable	all	low	low_middle	upper_m~e	high
ln_eii	-7.7403485	-13.723057	-8.8059769	-6.6338809	-.49976705
	-3.51	-2.11	-1.77	-2.54	-0.16
	0.0006	0.0551	0.0869	0.0163	0.8712
_cons	-7.2718393	-13.696417	-8.6633816	-7.7197422	-2.4374308
	-10.18	-9.55	-7.56	-6.88	-2.92
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0054
N	126	15	30	34	47
r2	.07719175	.21400673	.11186609	.11351205	.00050211
r2_a	.06974975	.15354571	.08014702	.0858093	-.02170895

legend: b/t/p

Tabela 5
Regressões Quantílicas: Hipótese de Convergência (*ei*) para decis selecionados.

Variable	ei_q1	ei_q3	ei_q5	ei_q7	ei_q9
ln_eii	-9.2183695	-8.8447061	-8.5181778	-4.953565	-6.3970374
	-1.78	-2.34	-2.54	-1.68	-2.94
	0.0773	0.0210	0.0122	0.0945	0.0039
_cons	-14.181636	-9.6443203	-6.9621307	-3.4886656	-1.3928155
	-8.87	-8.25	-6.73	-3.84	-2.07
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0401
N	126	126	126	126	126

legend: b/t/p

Vale notar que o valor de longo prazo de *inp* estimado pelo modelo é de apenas 0,568, resultado que refletiria queda na média verificada no período analisado (ver Tabela 1). Cabe destacar que, a queda esperada para o longo prazo aconteceria caso o processo observado entre 2013 e 2018 continuasse. Esse é resultado importante já que os dados de 2018 sugerem que apenas 46 países possuem *inp* abaixo de 0,568 e 45 países possuíam *inp* abaixo de tal valor em 2013 (lembrando que a amostra é de 126 países). Algo interessante parece ocorrer entre os países de *low income* já que o valor de longo prazo de *inp* estimado para tal grupo é de apenas 0,473, maior que a média do grupo em 2018. Apesar disso, como destacado anteriormente, o beta-convergência não é significativo estatisticamente. Vale destacar que se verifica convergência para *inp* entre aquelas economias com maiores taxas de crescimento de *inp* (decis mais elevados de crescimento de *inp*).

E no caso da eficiência relativa em inovação? Foi possível constatar que o valor de longo prazo de *ei* estimado pelo modelo é de apenas 0,391, resultado que refletiria em queda na média verificada no período analisado (ver Tabela 1). Ou seja, a queda esperada para o longo prazo aconteceria caso o processo observado entre 2013 e 2018 continuasse a ser observado adiante. Resultado importante, já que os dados de 2018 sugerem que apenas nove países possuem *ei* abaixo de 0,39 e nenhum país possuía *ei* abaixo de tal valor, em 2013 (lembrando que a amostra é de 126 países). Algo semelhante (e mais forte) parece ocorrer, por exemplo, entre os países de *low income* já que o valor de longo prazo de *ei* estimado para tal grupo é de apenas 0,368. Vale lembrar que não ocorre de convergência de *ei* entre os países classificados como de *high*

income. Aqui, as regressões quantílicas revelam convergência em todos os decis de crescimento de *ei*, com exceção do nono.

Em resumo, os resultados parecem sugerir que o processo de acumulação de *inputs* e de melhoria da eficiência relativa em inovação associada a variáveis acompanhadas historicamente, com base nas definições levantadas a partir do *approach* de SNI, não ocorreu no período entre 2013 e 2018, ao menos quando avaliados pelos dados do *Global Innovation Index*. Dito de outra forma, considerando todos os países, observa-se a convergência dos *inputs* de SNI e de eficiência, porém na direção de piora dos *inputs* e da eficiência relativa dos mesmos, quando se tomam os resultados observados nos relatórios.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como principal objetivo contribuir com o debate sobre a abordagem de Sistemas Nacionais de Inovação, a saber, se os *inputs* e a sua eficiência são indicadores convergentes e que favorecem a mensuração de desempenho dos SNIs, em condições de compará-los internacionalmente. Argumenta-se que o teste da hipótese de convergência possui relevância para avaliar a qualidade desses instrumentos consagrados na literatura de SNI, acerca de se os sistemas de inovação dos países devem ser pensados a partir de um modelo de *benchmarking* ou considerando as diferenças nacionais, regionais e tecnológicas que envolvem os diferentes contextos socioeconômicos no qual ocorre a inovação.

Considerando os 126 países da amostra do *Global Innovation Index* (GII, 2019), a hipótese de convergência foi confirmada tanto para o indicador de *inputs* do processo de inovação (que reflete se os SNI dos países estão caminhando para um mesmo patamar de desempenho dos seus *inputs*) como para o de razão de eficiência em inovação (que reflete se os modelos de SNI estão convergindo para um mesmo patamar de eficiência). Todavia, a convergência entre os países, considerando o período entre 2013 e 2018, consistiu numa tendência que caminhou em direção a médias pouco significativas, uma vez que os valores dos indicadores utilizados do GII consistem em notas que avaliam o desempenho e as condições dos SNI de diferentes países, com base em escalas padronizadas.

Portanto, os resultados deste estudo, no que se referem aos escores atingidos pelos 126 países, no período analisado, revelam duas observações: o desempenho dos *inputs* dos SNI está convergindo em sentido contrário daquele prescrito pelo *approach* de SNI, pois o valor que o GII atribuiu para variável de *inputs* do processo de inovação (*inp*) consiste em uma nota que avalia o quão próximo os impulsos gerados pelo sistema do país apresentam desempenho favoráveis ao processo de inovação, a partir daquilo que é proposto por esse *approach*.

A análise indica que os escores dos países estão convergindo para resultados de desempenho dos *inputs* diferentes daqueles que são esperados. Aliás, no longo prazo, permanecendo a mesma tendência observada entre 2013 e 2018, os países convergiram para um valor médio cada vez mais baixo de desempenho (de 0,652 em 2013 para 0,568), o que significa que os países se afastariam ainda mais dos resultados de *inputs* de inovação considerados favoráveis pelo *approach* de SNI.

A segunda observação é que a razão de eficiência desses sistemas (*ei*) está convergindo também para patamares decrescentes, e isto significa, considerando a validade dos dados observados para todos os 126 países, que os SNIs dos países apresentam uma tendência de menor resultado para cada unidade de *input* investida nos seus sistemas de inovação. Esse achado pode indicar que os *inputs* considerados pelo modelo de SNI incorporado ao GII não contribuem para o aumento da eficiência em inovação dos países.

Tal constatação é ainda mais pertinente quando se considera a queda no longo prazo, estimada na análise dos resultados, para o valor convergente de eficiência em inovação: se persistir o resultado que foi observado no período analisado, o valor de *ei* cairia de 0,786 em 2013 para 0,391, no longo prazo. Esse resultado abre caminho para futuras pesquisas, que identifiquem quais indicadores de *inputs* de processo de inovação precisam ser incorporados ou quais devem ser abandonados, para reverter essa tendência de queda na razão de eficiência em inovação, quando considerados os indicadores atualmente operacionalizados. Há necessidade de reconsiderar a forma como os índices acabam sendo produzidos ou fortalecer a qualidade dos indicadores entre os países, para que estejam adequados para alimentar o *approach* consagrado de SNI.

Cabe destacar que o fenômeno da convergência também foi constatado quando considerados os países em quatro grupos definidos em nível de renda: *low income*, *lower middle income*, *upper middle income* e *high income*. Porém, com algumas diferenciações que podem

ser insuficientes para invalidar as conclusões alcançadas quando considerados todos os 126 países. Nesse sentido, retomando: 1) a convergência foi confirmada para quatro grupos de países, com exceção dos países do grupo *high income*, mas apenas na variável *ei*; 2) para todos os grupos e nas duas variáveis, a convergência seguiu a direção de queda nos valores médios com exceção de *low middle* (para uma média ligeiramente maior para se ter conclusão diferente da média mais geral e dos outros subgrupos) e *upper middle* apenas para a variável *inp* (para uma média que não sofreu alteração entre 2013 e 2018, novamente, sem efeito sobre as conclusões gerais).

Ao considerar os resultados de análise alcançados neste estudo, e cotejá-los com a bibliografia mobilizada, que discute a validade de mensurar o desempenho dos sistemas de inovação em escala nacional, e logo, poder aferir comparações internacionais sobre o desempenho desses, a partir de um modelo único, que abranja especificidades nacionais, regionais e tecnológicas, pode-se argumentar em favor da perspectiva de que é possível adotar uma definição técnica para avaliar os SNIs, porque a hipótese de convergência foi de modo geral confirmada. Entretanto, a convergência foi observada na direção de queda no valor de *inp*, o que significa que os sistemas de inovação dos países estão convergindo para resultados diferentes daqueles esperados pelo *approach* de SNI (mais *inputs*, mais eficiência), testados no presente estudo, a partir dos dados do GII. Ou seja, pode-se adotar uma definição técnica, mas também é preciso ter cuidado na composição dos indicadores e cautela com a fonte das informações e na coleta dos dados, caso se almeje analisar os SNI em escala nacional e tornar a comparação internacional verificável.

O presente estudo demonstra que existe convergência nos resultados dos modelos de inovação dos países, sendo, portanto, possível, do ponto de vista teórico-metodológico, analisar, avaliar e comparar a partir de um modelo de resultados nos *inputs* de SNI, porém, do ponto de vista empírico, tais resultados caminham na direção oposta daquela esperada pelo *approach* de SNI. Em contrapartida, do ponto de vista prescritivo, esse *approach* pode ter validade no sentido de orientar políticas públicas na direção de reverter a convergência de queda da eficiência dos sistemas de inovação, mas com a condição de que, antes, seja possível evidenciar que existe uma relação diretamente proporcional do indicador de eficiência em inovação (*ei*)

com os diferentes elementos que compõem o indicador de *inputs* para o processo de inovação (*inp*).

REFERÊNCIAS

- Acemoglu, D. (2009). *Introduction to Modern Economic Growth*. Princeton: Princeton University Press.
- Alcorta, L.; Peres, W. (1998). Innovation systems and technological specialization in Latin America and the Caribbean. *Research policy*, v. 26, n. 7-8, pp. 857-881.
- Araujo, A. F., Jr. (2007) Criminalidade em Minas Gerais: tendências recentes e seus principais determinantes. In: Ferreira, A.H.B. (Ed.). *PMDI - O estado do Estado*. Belo Horizonte: Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão, pp. 115-126.
- Araujo, A. F. Jr., Gomes, F. A. R. & Salvato, M. (2005). Crescimento e Desenvolvimento Econômico: Aspectos Teóricos, Evidência Empírica e o Papel da Educação. In: Taiane Las Casas. (Ed.). *Desenvolvimento, Desigualdade e Relações Internacionais*. Belo Horizonte: Editora Pucminas, pp. 270-295.
- Arocena, R. & Sutz, J. (2000). Looking at national systems of innovation from the south. *Industry and Innovation*, v. 7, n. 1, pp. 55-75.
- Balzat, M. & Hanusch, H. (2004) Recent trends in the research on national innovation systems. *Journal of Evolutionary Economics*, v. 14, n. 2, pp. 197-210.
- Cameron, A. C. & Trivedi, P. K. (2009) *Microeconometrics Using Stata*. College Station: Stata Press.
- Crespo, N F. & Crespo, C. F. (2016). Global innovation index: Moving beyond the absolute value of ranking with a fuzzy-set analysis. *Journal of Business Research*, v. 69, pp. 5265-5271.
- Dosi, G. (1982) Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, v. 11, n. 3, pp. 147-162.
- Edquist, C. (2005) Systems of Innovation: perspectives and challenges. In: Fagerberg, J., Mowery, D., & Nelson, R. (Eds.). *Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press, pp. 181-208.
- Etzkowitz, H. & Leidesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*. Nº 29, pp. 109-123.
- Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. Londres: Pinter Publishers London and New York.
- Global Innovation Index. Disponível em: <<https://www.globalinnovationindex.org/home>>.
- Gomes, F.A.R. & Soave, G.P. (2019). Convergence in income inequality: revisiting the case of Brazilian municipalities. *Economics Bulletin*, v. 39, n. 1.
- Gu, S. (1999). *Implications of national innovation systems for developing countries: Managing change and complexity in economic development*. Maastricht: UNU-INTECH.
- Guimarães, S. M. K. & Azambuja, L. R. (2010) Empreendedorismo *High-Tech* no Brasil: Condicionantes econômicos, políticos e culturais. *Revista Sociedade e Estado*, v. 25, n. 1, pp. 93-121.

- Lundvall, B.-A. (1985). *Product Innovation and User-Producer Interaction*. Aalborg: Aalborg University Press.
- Lundvall, B.-A. (2007). National Innovation Systems – Analytical concept and development tool. *Industry and innovation*, v. 14, n. 1, pp. 95-119.
- Metcalf, S. (1995) The economic foundations of technology policy: Equilibrium and evolutionary perspectives. In: Stoneman, P. (Ed.). *Handbook of the economics of innovation and technological change*. Oxford: Blackwell Publishers, pp. 409-512.
- Metcalf, S. & Ramlogan, R. (2008). Innovation systems and the competitive process in developing economies. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, v. 48, n. 2, pp. 433-446.
- Nelson, R. R & Winter, S. G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Harvard University Press.
- Niosi, J. (2002). National systems of innovation are “x-efficient” (and x-effective): Why some are slow learners. *Research policy*, v. 31, n. 2, pp. 291-302.
- Oliveira, C.A., Jacinto, P. A., & Grolli, P. A. (2008). Crescimento econômico e convergência com a utilização de regressões quantílicas: um estudo para os municípios do Rio Grande do Sul — 1970-01. *Ensaio FEE*, v. 28, pp. 671-700.
- Organização para o Desenvolvimento Econômico (2018). *Oslo Manual 2018: Guidelines for collecting and interpreting technological innovation data*. <https://www.oecd.org/science/oslo-manual-2018-9789264304604-en.htm>.
- Sharif, N. (2006). Emergence and development of the National Innovation Systems concept. *Research policy*, v. 35, n. 5, pp. 745-766.