

A RELAÇÃO ENTRE INSUMOS E PRODUTOS NO ÍNDICE GLOBAL DE INOVAÇÃO

DIEGO ARAUJO REIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE (UFS)

FÁBIO RODRIGUES DE MOURA

IRACEMA MACHADO DE ARAGAO GOMES

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE (UFS)

Agradecimento à órgão de fomento:
Agradecemos a FAPITEC e a CAPES.

A RELAÇÃO ENTRE INSUMOS E PRODUTOS NO ÍNDICE GLOBAL DE INOVAÇÃO

1 Introdução

O resultado de novos arranjos entre os fatores de produção que resultam na materialização de novos bens, novos processos de produção ou novas formas de organização industrial é reconhecidamente associado com a noção de inovação introduzida por Schumpeter (1982).

A inovação é a chave para a dinamização da economia. Helpmann (2004) alerta que, ao contrário do que se pensava tradicionalmente, não é tanto o acúmulo de mais capital que determina o crescimento econômico de longo prazo dos países, e sim como o capital é usado, isto é, pela inovação (Easterly and Levine, 2001; Helpmann, 2004).

A inovação possui o status de potencializador do crescimento do emprego, da renda, da competitividade e, por conseguinte, do desenvolvimento econômico. As nações, mais especificamente os formuladores de políticas, precisam incentivar a inovação para elevar o padrão de vida de suas populações (Moretti, 2004; Helpmann, 2004; OCDE, 2010; Atkinson, 2013). As ações dos formuladores de políticas de inovação, contudo, devem ser precedidas de estudos que qualifiquem e quantifiquem as especificidades da inovação. Tudo isso para que seja identificado o estado da arte da inovação e, assim, sejam elaboradas estratégias adequadas à sua promoção.

O Global Innovation Index (GII) foi criado em 2007, sendo resultante de uma colaboração entre a Cornell University, INSEAD e a World Intellectual Property Organization (WIPO), com o objetivo de aplicar procedimentos e métricas para mensurar, anualmente, as diversas dimensões da inovação em vários países (Saisana, 2011). O GII rastreia os insumos de inovação, relacionados a um ambiente de inovação favorável (Instituições; Recursos Humanos e Pesquisa; Infraestrutura; Sofisticação de Mercado; Sofisticação Empresarial), e os produtos, relacionados aos resultados da inovação (Produtos de Conhecimento e Tecnologia; Produtos Criativos). Os insumos de inovação e os produtos de inovação são sub-índices que originam o GII (Dutta and Benavente, 2011).

A concepção dos sub-índices de inovação está baseada no modelo input-output. Contudo, a metodologia do GII não avalia empiricamente a possível relação de causa e efeito entre os insumos de inovação e os produtos de inovação num determinado horizonte temporal. O GII sintetiza apenas um resultado finalístico anual do status quo da inovação em diversos países a partir das categorias mapeadas.

Nossa investigação não identificou na literatura científica pesquisas que analisem, ao longo do tempo, as ligações entre os sub-índices do GII. Diante dessa oportunidade, o objetivo deste trabalho é investigar a relação entre insumos e produtos no ecossistema de inovação. Pretende-se testar a hipótese de que os insumos de inovação afetam os produtos de inovação nos resultados do GII, entre 2011 e 2017.

Foi estimado um modelo de regressão quantílica para identificar a relação estrutural (hipotética) entre entradas e saídas de inovação. A proposta de trabalho, além de constituir um teste de robustez para o GII, oportuniza aos formuladores de políticas uma visão do ecossistema de inovação que pode ser útil para as políticas de inovação globais.

O artigo está estruturado em cinco seções incluindo esta introdução. A segunda seção aborda sobre o ecossistema de inovação, o Global Innovation Index (GII) e a revisão da literatura empírica. A terceira seção apresenta a base de dados e o modelo de análise adotado. Na quarta seção são avaliados os resultados. Uma última seção traz as conclusões.

2 Ecossistema de inovação

Além de Schumpeter (1982), outros autores e organizações apresentaram conceitos sobre inovação (OECD, 1997; Edquist, 1997; Sundbo and Gallouj, 1998; OECD, 2005). O conceito sofreu metamorfoses significativas com a inclusão de novas formas de inovação. Em resumo, a inovação passou a ser entendida como sendo a implementação de algo novo ou significativamente melhorado (Produto ou Serviço, Processo, Método de Marketing; Método Organizacional nos Negócios, Modelos Comerciais, Práticas, Organização do Local de Trabalho ou Relações Externas).

O fenômeno da inovação passou também a ser investigado e mensurado de maneira sistêmica e holística (Dosi, 1988; Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Freeman, 1995; Moore, 1996). A conceituação e a compreensão sobre a inovação foi ampliada, passando a representar uma natureza mais horizontal e integrada. De qualquer modo, a inovação mantém seu status de potencializador do crescimento do emprego, da competitividade e, conseqüentemente, da dinamização e do desenvolvimento econômico.

Moore (1996) expande a noção de sistemas de inovação desenvolvida por Lundvall (1992), Nelson (1993) e Freeman (1995), e contribui ao identificar e englobar todos os agentes econômicos em uma rede de relacionamento que interagem mutuamente, dentro de um ecossistema de inovação. Kon (2016) explica que diversas pesquisas recentes conciliam os conceitos de Moore (1996) com os de Freeman (1995) e Lundvall (1992), aperfeiçoando a ideia de ecossistema de inovação como aquele que abarca a integração, em uma determinada área geográfica, econômica, industrial ou empresarial, entre os agentes econômicos, entidades e atividades, que interagem entre si e com o ambiente econômico e social em que se localizam e se aglomeram espacialmente.

Leydesdorff e Etzkowitz (1996) e Etzkowitz e Leydesdorff (2000), a partir da visão sistêmica de ecossistema, conceberam o modelo da Hélice Tríplice para identificar e caracterizar o papel das empresas, governos e universidades. Nesse modelo, a universidade desempenha a função de ser indutora e de orquestrar as relações com as empresas e o governo, visando à geração, acumulação e aplicação de novos conhecimentos (inovações tecnológicas) a favor do desenvolvimento econômico. Campbell, Carayannis e Rehman (2015) ampliaram a noção da tripla hélice ao introduzir a sociedade civil como uma quarta hélice, enfatizando a democracia e a importância dos direitos políticos e civis no sistema de inovação. Carayannis, Barth e Campbell (2012) e Carayannis e Rakhmatullin (2014) incluíram aos modelos de hélice outra dimensão, associada ao desenvolvimento sustentável e suas configurações ambientais, resultando, portanto, num esquema de quádrupla hélice.

Jackson (2010) argumenta que o ecossistema de inovação considera a dinâmica econômica das complexas relações que se formam entre os atores e as entidades institucionais que participam no ecossistema, cujo objetivo funcional é promover o desenvolvimento tecnológico e inovativo. O ecossistema tornou-se um paradigma organizacional, e tem servido como unidade principal de referência para a formulação da gestão estratégica da inovação, superando a concepção estanque da atuação dos agentes econômicos (Teece, 2007).

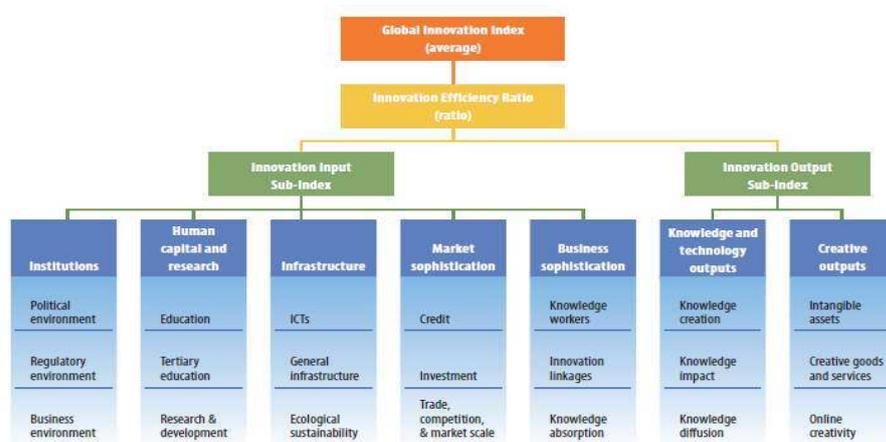
O funcionamento de um ecossistema é dado por uma infinidade de interações entre seus diversos componentes. Nesse sentido, é fundamental gerenciar e expandir os benefícios do ecossistema, o que demanda a realização de mapeamentos, aplicação de métricas que permitam a sua mensuração para a identificação de lacunas em seu desempenho e, possivelmente, corrigir os seus estrangulamentos (Jackson, 2010). O bom funcionamento de um ecossistema é condição necessária para ampliar as chances de efetividade das atividades empreendedoras e inovativas, criar empregos e dar condições para a prosperidade da sociedade.

2.1 Índice Global de Inovação (GII)

O GII foi elaborado a partir da compreensão de que a inovação é importante para impulsionar a competitividade e o progresso econômico em economias desenvolvidas e em desenvolvimento, passando a ser estratégia de governos para o desenvolvimento. De acordo com Saisana, Domínguez-Torreiro e Vertesy (2017), em 2017 o índice foi calculado para 127 nações a partir de 79 indicadores, visando mensurar os ecossistemas de inovação que cobrem mundialmente 92,5% da população e 97,6% do PIB (em US\$ dólares americanos).

O GII adota uma noção de inovação originalmente elaborada pelo Manual de Oslo e desenvolvido pelas Comunidades Europeias e pela Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Conforme se verifica na Figura 1, o GII é constituído, basicamente, por sete grandes áreas de inovação, que são discriminadas em 21 subáreas, sendo três para cada grande área.

Figura 1: Composição do Índice Global de Inovação (GII)



Fonte: Saisana, Domínguez-Torreiro e Vertesy (2017)

São cinco grandes áreas destinadas a monitorar os insumos de inovação, que definem os aspectos do meio ambiente favorável à inovação dentro de uma economia, e duas grandes áreas destinadas a monitorar os produtos de inovação. A metodologia do GII realiza um processo de agregação, gerando dois sub-índices (Insumos de Inovação e Produtos de Inovação). Em seguida esses dois sub-índices são transformados em Taxa de Eficiência da Inovação, que é dada pela razão entre os sub-índices de Produtos de Inovação e Insumos de Inovação. Por último, é calculado o Índice Global de Inovação (GII), dado pela média simples entre os sub-índices.

O GII dá ênfase à medição do clima e da infraestrutura para a inovação e na avaliação de resultados de inovações. O índice e seus sub-índices são medidas quantitativas que variam entre 0 e 100. Quanto maior a pontuação obtida nesses quesitos, mais desenvolvido é o seu ecossistema de inovação. Em um nível elementar, a metodologia permite que todas as subáreas sejam decompostas ainda em 81 indicadores. A metodologia completa do GII pode ser acessada com maior detalhamento nos relatórios anuais divulgados conjuntamente pela Universidade de Cornell e pela WIPO.

Saisana (2011), Saisana and Philippos (2012; 2013), Saisana and Saltelli (2014), Saisana and Domínguez-Torreiro (2015) and Saisana, Domínguez-Torreiro and Vertesy (2016; 2017) avaliaram o GII a partir do Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide produzido pelo Econometrics and Applied Statistics Unit at the European Commission Joint Research Centre (JRC) in Ispra (Italy) em parceria com a OECD. Esses autores testaram o GII em duas perspectivas: conceitual e coerência estatística de sua

estrutura, e o impacto da modelagem de suposições chaves sobre suas pontuações e classificações. Avaliaram ainda em etapas: Step 1 - Conceptual consistency; Step 2 - Data checks; Step 3 - Statistical coherence; Step 4 - Qualitative Review. Esses autores concluíram que a estrutura multinível de conceituação do GII é estatisticamente coerente e tem uma estrutura equilibrada, uma vez que não é dominada por nenhum sub-índice. O ranking obtido pelo país é razoavelmente robusto aos pressupostos metodológicos (estimativa de dados perdidos, ponderação e fórmula de agregação).

2.2 Revisão de literatura

A literatura que investiga o GII deriva de uma abordagem mais específica, oriunda de publicações em periódicos especializados, que trataram do GII empiricamente. Al-Sudairi and Bakry (2014) explorou os resultados do GII para a Arábia Saudita.

Sohn, Kim and Jeon (2016) fizeram uma reavaliação do GII com base em modelo de equações estruturais para os dados de 2013. Esses autores relacionaram insumos de inovação (instituição, capital humano e pesquisa, infraestrutura, sofisticação do mercado e sofisticação do negócio) e produtos (conhecimento e tecnologia, e saídas criativas). No entanto, não consideraram as possíveis relações estruturais entre os fatores que afetam o desempenho da inovação de um país.

Crespo e Crespo (2016) postulam que um país pode alcançar um alto desempenho de inovação no GII por meio de várias combinações de condições causais. Esses autores atribuíram atenção aos sub-pilares internos de insumos de inovação e definiram duas subamostras de países (alta renda e baixa renda). Descobriram que várias combinações causais de condições levam a um alto desempenho de inovação em ambos os grupos. Eles concluem que no grupo de baixa renda nenhuma das condições, individualmente, é suficiente para prever maior desempenho de inovação, enquanto que no grupo de alta renda as condições de infra-estrutura e capital humano e pesquisa, por si só, são suficientes para obter melhores inovações.

Carpita and Ciavolino (2017) encontraram evidências de uma relação positiva entre a variável explicativa (Sofisticação de Negócios) e a variável resposta (insumos de inovação), utilizando dados do GII para 27 países da União Europeia (UE) em 2012.

Vlasova, Kuznetsova and Roud (2017) investigaram os resultados obtidos pela Rússia no GII entre 2013 e 2016 à luz das vantagens comparativas. Os autores identificaram, avaliaram e compararam os pontos fortes e fracos do progresso no complexo de ciência, tecnologia e inovação da Rússia.

Jankowska, Matysek-Jedrych, e Mroczek-Dabrowska (2017) usaram o GII para explicar como os sistemas nacionais de inovação podem transformar ou não os insumos em produção de inovação em diferentes países. As autoras partem do pressuposto de que quanto maior o insumo de inovação, maior a produção de inovação alcançada por um país. Elas usaram a análise de cluster com um total de 228 países. Posteriormente, analisando a Polônia e a Bulgária, os resultados contrariaram a questão de pesquisa. As autoras explicaram ainda como e por que os sistemas nacionais de inovação falharam (ou tiveram sucesso) na criação de inovações.

Há ainda um conjunto de estudos disponíveis nos próprios relatórios do GII que discute sobre sua concepção teórico-metodológica e seus resultados (Dutta and Benavente, 2011; SaiSana, 2011; Dutta, Benavente and Wunsch-Vincent, 2012; Saisana and Philippos, 2012; Wunsch-Vincent, 2012; Slater and Wruuck, 2012; Saisana and Philippos, 2013; Hollanders, 2013; Xiangjiang, Peng and Kelly, 2013; Dutta et al, 2014; Saisana and Saltelli, 2014; Scott and Vincent-Lancrin, 2014; Dutta et al, 2015; Saisana and Domínguez-Torreiro, 2015; Reynoso et al, 2015; Goedhuys, Hollanders and Mohnen, 2015; Atkinson and Ezell,

2015; Chen, Zheng and Guo, 2015; Chaminade and Moskovko, 2015; Gopalakrishnan and Dasgupta, 2015; Ecuru and Kawooya, 2015; Dutta et al, 2016; Saisana, Domínguez-Torreiro and Vertesy, 2016; Poh, 2016; Gokhber and Roud, 2016; Dutta et al, 2017; Andrade and Domingos, 2017; Lybbert et al, 2017).

Interessa, entretanto, avaliar as discussões feitas por Dutta and Benavente (2011), Dutta, Benavente and Wunsch-Vincent (2012), Dutta, Benavente and Wunsch-Vincent (2013), Dutta et al (2014), Dutta et al (2015), Dutta et al (2016) and Dutta et al (2017). Esses autores afirmam que, embora as pontuações nos subíndices de Input e Output no GII possam diferir em quantidades substanciais, levando a importantes mudanças nas classificações para os países, existe uma relação positiva entre os dois. Em resumo, esses autores, com base nos dados dos respectivos anos, inferem que os esforços feitos em insumos de inovação são recompensados com maiores resultados de inovação.

O presente estudo situa-se nessa linha de investigação, buscando confirmar se os insumos de inovação afetam os produtos de inovação nos resultados do GII. Uma das diferenças, porém, é que ao invés de observar o padrão da relação em um ano determinado, a análise será feita compreendendo os anos de 2011 a 2017.

3 Metodologia

A presente pesquisa possui um design exploratório. O estudo é de natureza quantitativa. Foram utilizados como recursos metodológicos a pesquisa documental. Na sequência serão apresentadas as informações relativas ao design amostral e o modelo empírico.

3.1 Design Amostral

A amostra deste estudo foi estruturada com base na disponibilidade de dados dos subíndices do GII (insumos de inovação e produtos de inovação). Esses dados foram coletados nos relatórios anuais do GII. A outra variável de controle utilizada foi o Gross Domestic Product Per Capita based on Purchasing Power Parity (GDP PPP per capita), international 2011 dollars, extraída do World Bank.

A amostra compreende os anos de publicação disponíveis do GII, isto é, de 2011 a 2017. Entretanto, o GII divulgado em cada ano é construído com base em dados do ano anterior para os países. Para a estimação do modelo empírico, consideramos que os resultados do GII se referem sempre ao ano anterior da publicação.

Tabela 1 - Número de países cobertos pelo GII e que apresentaram os resultados dos subíndices e do GDP

Países Cobertos	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
GII	125	141	142	143	141	128	127
GDP PPP per capita	146	146	146	146	145	145	141

Fonte: Elaborado pelos autores.

Conforme a Tabela 1, para o ano de 2010 há 125 países cobertos pelo GII, enquanto que nos anos subsequentes a cobertura se eleva, com exceção de 2015 e 2016, que reduziram substancialmente. É evidente a irregularidade na cobertura do GII, o que demanda um tratamento metodológico específico.

3.2 Modelo Empírico

Os sub-índices do GII agregam um conjunto variado de dados e informações sobre o ecossistema de inovação nos países (ver Figura 1), o que dispensa, pelo menos em um primeiro momento, a utilização de várias variáveis de controle. Contudo, por se tratar de um índice aplicado em diversos países com desempenho econômico variado, é fundamental considerar a alta heterogeneidade na relação estrutural entre os países. Assim, propõe-se estimação de um modelo de regressão quantílica com efeitos fixos em dados em painel para testar a possível relação entre os insumos de inovação e os produtos de inovação no GII.

A literatura sobre regressão quantílica com efeitos fixos vem sendo desenvolvida por diversos autores (Koenker, 2004; Bache, Dahl and Kristensen, 2013; Powell, 2017). Neste estudo utilizaremos o modelo de regressão quantílica com efeitos fixos penalizados proposto por Koenker (2004),

$$Q_{y,it}(\tau|x_{it}) = x_{it}^{\top}\beta(\tau) + \alpha_i, \quad (1)$$

onde $Q_{y,it}$ é o quantil condicional da variável resposta; no nosso caso, dos produtos de inovação para o país i no ano t . Os efeitos individuais não observáveis dos países são controlados pelos α 's, cujo efeito é restrito a um deslocamento na distribuição da variável resposta. Ademais, o efeito dos α 's é, por hipótese, idêntico em todos os quantis de um mesmo país. x_{it} é o vetor de covariáveis e contém, além do intercepto, os insumos de inovação, o GDP PPP per capita e dummies para identificar o efeito que as regiões exercem sobre os produtos de inovação. Utilizou-se o critério de classificação de regiões baseado na United Nations: EUR = Europe; NAC = Northern America; LCN = Latin America and the Caribbean; CSA = Central and Southern Asia; SEAO = South East Asia, East Asia, and Oceania; NAWA = Northern Africa and Western Asia; SSF = Sub-Saharan Africa. A região base escolhida foi CSA (Central and Southern Asia). As covariáveis não constantes estão em log.

O estimador com penalização proposto Koenker (2004) para o modelo (1) é dado pela solução do problema de programação linear:

$$\min_{(\alpha,\beta)} \sum_{k=1}^q \sum_{i=1}^n \sum_{t=1}^{t_i} w_k \rho_{\tau_k} \left(y_{it} - \alpha_i - x_{it}^{\top}\beta(\tau_k) \right) + \lambda \sum_{i=1}^n |\alpha_i|. \quad (2)$$

Os quantis de interesse são estimados simultaneamente e w_k são os pesos que controlam a influência relativa de cada quantil na estimação dos α 's efeitos individuais. λ é um parâmetro que controla o impacto da penalidade sobre os α 's: quando $\lambda \rightarrow 0$ temos um estimador de efeitos fixos via dummies, e quando $\lambda \rightarrow \infty$ todos os efeitos fixos tendem a zero, resultando em um estimador cross-section. Nas nossas estimações escolhemos um peso de 0.2 para cada um dos cinco quantis usuais e $\lambda = 1$. Como se observa em (2), o estimador permite um painel desbalanceado.

4 Resultados

A Tabela 2 resume os resultados para a relação entre insumos e produtos nos ecossistemas de inovação dos países, estimados via regressão quantílica em um painel desequilibrado (quantis 0.10, 0.25, 0.50, 0.75, 0.90). Os resultados mostram que os insumos de inovação têm efeitos significativos e positivos sobre os produtos de inovação. Esse resultado confirma a hipótese apresentada e converge parcialmente com as afirmações de Dutta and Benavente (2011), Dutta, Benavente and Wunsch-Vincent (2012), Dutta,

Benavente and Wunsch-Vincent (2013), Dutta et al (2014), Dutta et al (2015), Dutta et al (2016) and Dutta et al (2017). Nota-se que quanto mais se move para a calda esquerda distribuição da variável produtos de inovação, maior é o efeito da magnitude dos insumos de inovação. De forma geral, há mais dependência dos produtos de inovação nos quantis inferiores.

A análise também incluiu dados sobre o PIB per capita como variável de controle. Curiosamente, o PIB per capita parece não ter poder informacional quando se trata dos produtos de inovação: em nenhum quantil o estimador exibiu significância. A ausência de significância estatística é um resultado que deve ser observado com cautela, uma vez que o maior nível de atividade econômica deveria promover uma ampliação dos produtos de inovação mensurados pelo GII. Contudo, uma explicação para falta de significância pode ser atribuída, por exemplo, a três razões: i) a redução do ritmo de crescimento da economia em muitos países, observados no período; ii) o PIB per capita pode está afetando os produtos de inovação apenas a médio e longo prazo; iii) as informações relevantes já estão sendo capturadas por todas as variáveis contidas no sub-índice de insumos de inovação.

Tabela 2 - Resultados das regressões quantílicas para os países entre 2011 e 2017

OUTPUT	Quantile 10%	Quantile 25%	Quantile 50%	Quantile 75%	Quantile 90%
INPUT	1,10829*** (0,17102)	1,00682*** (0,15049)	0,96613*** (0,12559)	0,78954*** (0,11283)	0,71202*** (0,12281)
GDP	0,05461 (0,03989)	0,01711 (0,03614)	0,0065 (0,03285)	0,03677 (0,02958)	0,02543 (0,02975)
EUR	0,17686** (0,07361)	0,24461*** (0,0786)	0,19918** (0,08615)	0,09121 (0,08596)	0,14103 (0,09823)
LCN	0,07354 (0,06099)	0,10491 (0,06972)	0,06195 (0,07532)	-0,02663 (0,06919)	-0,0362 (0,06977)
NAC	0,18127** (0,08869)	0,26115*** (0,08914)	0,1712* (0,09247)	0,02043 (0,09508)	0,00163 (0,10585)
NAWA	-0,04021 (0,09639)	0,06616 (0,09473)	0,05001 (0,08737)	-0,03602 (0,08252)	-0,01047 (0,07706)
SEAO	0,05006 (0,12827)	0,15452* (0,08034)	0,09406 (0,08315)	0,00713 (0,09509)	0,05751 (0,10258)
SSF	-0,10516 (0,0891)	-0,04096 (0,08383)	0,02323 (0,08666)	-0,03711 (0,06043)	-0,04881 (0,05622)

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dummies de regiões foram adicionadas para capturar o efeito sobre os produtos de inovação. A região europeia e norte-americana, que contemplam as economias mais dinâmicas e avançadas, apresentaram resultados pontuais praticamente idênticos, isto é, significativos e positivos nos quantis 10, 25 e 50. Esse resultado parece fortalecer a hipótese de que as regiões europeia e norte-americana (relativamente à região de base CSA) apresentam um efeito espacial que impacta positivamente a calda esquerda da distribuição condicional da geração de produtos de inovação. Por outro lado, os efeitos não significativos da Europa, Estados Unidos e Canadá, nos quantis superiores dos produtos de inovação podem estar associados à estagnação dos resultados de inovação. As dummies LCN, NAWA e SSF não mostraram significância em nenhum quantil do modelo. Pode haver muitas razões para que nenhum efeito significativo fosse encontrado, a mais provável, contudo, pode estar relacionada ao fato de que os países integrantes dessas regiões são economias em desenvolvimento com baixa intensidade em inovação.

5 Conclusão

Neste artigo foram apresentadas evidências de que os insumos de inovação têm efeitos sobre os produtos de inovação mensurados pelo GII. A relação identificada é importante,

porém, quando observa-se os resultados por quantis, conclui-se que o efeito dos insumos de inovação sobre produtos de inovação é mais intenso nos quantis da cauda inferior. O efeito parece reduzir quanto mais se move para a direita na distribuição dos produtos de inovação, o que contraria, em certa medida, parte do argumento da literatura de que os esforços feitos em insumos de inovação são recompensados com maiores resultados de inovação. Do ponto de vista de uma relação estrutural, esse argumento parece valer mais para os quantis inferiores, ao passo em que o estímulo de mais insumos nos países da calda superior responde moderadamente em termos de resultados de inovação.

A associação causal entre insumos e produtos de inovação no GII já foi documentado antes, mas buscamos incrementar essa discussão ao monitorar todos os países mensurados pelo GII. Além disso, observamos um período relativamente longo, em comparação aos estudos disponíveis na literatura. Ademais, foram incluídas dummies de regiões para capturar mais informações sobre o comportamento da distribuição condicional dos produtos de inovação, permitindo uma separação dos efeitos. Apenas as regiões dos Estados Unidos, Canadá e dos países europeus exibiram efeito espacial significativo e positivo em mais de um quantil. Os resultados não significativos encontrado para as regiões servem como um alerta para a adoção de políticas mais eficientes, no sentido de reverter a tendência à estagnação nos quantis superiores, e elevar a efetividade dos insumos na materialização de produtos de inovação nos países de economia em desenvolvimento.

As evidências apresentadas neste artigo não são definitivas e devem ser contrastadas com estudos adicionais. Como sugestão de trabalho futuro, abordagens metodológicas alternativas, como a aplicação de defasagens distribuídas da variável de insumos ou mesmo a hipótese de um efeito dinâmico da variável resposta produtos de inovação, pode representar uma contribuição significativa sobre o tema.

Referências

- ANDRADE, R. B.; DOMINGOS, G.A. Policies and Institutions Fostering Innovation and Agriculture Technologies in Brazil. In: *The Global Innovation Index 2017: Innovation Feeding the World*. Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2017.
- ATKINSON, R. D. Innovation in cities and innovation by cities. In: *Creating Competitiveness: Entrepreneurship and Innovation Policies for Growth*, Ed. Audretsch, D. B. and Walshok, M. L., 2013.
- ATKINSON, R. D.; EZELL, S. Principles for National Innovation Success. In: *The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development*. Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2015.
- AL-SUDAIRI, M.; BAKRY, S. H. Knowledge issues in the global innovation index: Assessment of the state of Saudi Arabia versus countries with distinct development. *Innovation-Management Policy & Practice*, Volume: 16, Ed.: 2, pp. 176-183, 2014.
- BACHE, S. H. M.; DAHL, C. M.; KRISTENSEN, J. T. Headlights on tobacco road to low birthweight outcomes: Evidence from a battery of quantile regression estimators and a heterogeneous panel. *Empirical Economics*, Vol 44, Issue 3, pp 1593–1633, 2013.
- CAMPBELL, D. F. J.; CARAYANNIS, E. G.; REHMAN, S. S. Quadruple helix structures of quality of democracy in innovation systems: the USA, OECD countries, and EU member countries in global comparison. *Journal of the Knowledge Economy*, vol. 6, 2015.
- CARAYANNIS, E. G.; BARTH, T. D.; CAMPBELL, D. F. J. The quintuple helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, vol. 1, 2012.
- CARAYANNIS, E. G.; RAKHMATULLIN, R. The quadruple/quintuple innovation helixes and smart specialisation strategies for sustainable and inclusive growth in Europe and beyond. *Journal of Knowledge Economy*, vol. 5, 2014.

CARPITA, M.; CIAVOLINO, E. A generalized maximum entropy estimator to simple linear measurement error model with a composite indicator. *Advances in Data Analysis and Classification*, Volume 11, Issue 1, 2017.

CHAMINADE, C.; MOSKOVKO, M. Radical Institutional Change: Enabling the Transformation of Georgia's Innovation System. In: *The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development*, Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2015.

CHEN, D.; ZHENG, S.; GUO, L. The Impact of Science and Technology Policies on Rapid Economic Development in China. In: *The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development*, Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2015.

CRESPO, N. F.; CRESPO, C. F. Global innovation index: Moving beyond the absolute value of ranking with a fuzzy-set analysis. *Journal Of Business Research*, Vol. 69, Ed. 11, pp. 5265-5271, 2016.

DOSI, G. The nature of the innovative process. In: DOSI, G. et al (Eds.). *Technical change and economic theory*. London: Pinter, 1988.

DUTTA, S.; BENAVENTE, D. Measuring Innovation Potential and Results: The Best Performing Economies. In: *The Global Innovation Index 2011: Accelerating Growth and Development*, Dutta, S. INSEAD, 2011.

DUTTA, S.; BENAVENTE, D.; WUNSCH-VINCENT, S. The Global Innovation Index 2012: Stronger Innovation Linkages for Global Growth. In: *The Global Innovation Index 2012: Stronger Innovation Linkages for Global Growth*, INSEAD and WIPO, 2012.

DUTTA, S., BENAVENTE, D. AND WUNSCH-VINCENT, S. The Global Innovation Index 2013: Local Dynamics Keep Innovation Strong in the Face of Crisis. In: *The Global Innovation Index 2013: The Local Dynamics of Innovation*, Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2013.

DUTTA, S.; BENAVENTE; REYNOSO, R. E.; BERNARD, A. L.; LANVIN, B.; WUNSCH-VINCENT, S. The Global Innovation Index 2014: Nurturing New Sources of Growth by Developing the Human Factor in Innovation. In: *The Global Innovation Index 2014: The Human Factor in Innovation*, Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2014.

DUTTA, S.; BERNARD, A. L.; REYNOSO, R. E.; LANVIN, B.; WUNSCH-VINCENT, S. The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development. In: *The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development*, Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2015.

DUTTA, S.; REYNOSO, R. E.; LITNER, J.; LANVIN, B.; WUNSCH-VINCENT, S.; SAXENA, K. The Global Innovation Index 2016: Winning with Global Innovation. Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2016.

DUTTA, S.; REYNOSO, R. E.; LITNER, J.; LANVIN, B.; WUNSCH-VINCENT, S.; GUADAGNO, F. The Global Innovation Index 2017: Innovation Feeding the World. Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2017.

ECURU, J.; KAWOOYA, D. Effective Innovation Policies for Development: Uganda. In: *The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development*, Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2015.

EASTERLY, W.; LEVINE R. It's not factor accumulation: stylized facts and growth models. *World Bank Economic Review*, 15, 177–219, 2001.

EDQUIST, C. *Systems of Innovation: technologies, institutions and organizations*. Londres: Printer Publisher, 1997.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from national systems and Mode 2 to Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, vol. 29, 2000.

FREEMAN, C. The national system of innovation in historical perspective. *Cambridge Journal of Economics*, v.19, n. 1, 1995.

GOEDHUYTS, M.; HOLLANDERS, H.; MOHNEN, P. Innovation Policies For Development. In: *The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development*, Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2015.

GOKHBERG, L.; ROUD, V. How to Design a National Innovation System in a Time of Global Innovation Networks: A Russian Perspective. In: *The Global Innovation Index 2016: Winning with Global Innovation*, Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2016.

GOPALAKRISHNAN, S. K.; DASGUPTA, J. Policies to Drive Innovation in India. In: *The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development*. Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2015.

HELPMANN, E. *The Mystery of Economic Growth*, Cambridge. MA: Belknap Press, p. 32, 2004.

HOLLANDERS, H. Measuring Regional Innovation: A European Perspective. In: *The Global Innovation Index 2013: The Local Dynamics of Innovation*, Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2013.

JACKSON, D. J. *What is an Innovation Ecosystem?* Arlington, VA: National Science Foundation, 2010.

JANKOWSKA, B.; MATYSEK-JEDRYCH, A.; MROCZEK-DABROWSKA, K. Efficiency of National Innovation Systems - Poland and Bulgaria in the Context of the Global Innovation Index. *Comparative Economic Research-Central And Eastern Europe*, Vol. 20, Ed. 3, pp. 77-94, 2017.

KOENKER, R. Quantile regression for longitudinal data. *Journal of Multivariate Analysis*, v. 91, n. 1, 2004.

KON, A. Ecosystemas de inovação: a natureza da inovação em serviços. *Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace*, vol. 7, n. 1, pp. 14-27, 2016.

LUNDEVALL, B. A. *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. Londres: Frances Pinter, 1992.

LEYDESDORFF, L.; ETZKOWITZ, H. Emergence of a triple helix of university–industry–government relations. *Science and Public Policy*, 23, 1996.

LYBBERT, T.; SAXENA, K.; ECURU, J.; KAWOOYA, D.; WUNSCH-VINCENT, S. Enhancing Innovation in the Ugandan Agri-Food Sector: Progress, Constraints, and Possibilities. In: *The Global Innovation Index 2017: Innovation Feeding the World*, Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2017.

MOORE, J. E. *The death of competition: leadership and strategy in the age of business ecosystems*. New York: Harper Business, 1996.

MORETTI, E. Estimating the social return to higher education: evidence from longitudinal and repeated cross-sectional data, *Journal of Econometrics*, 121, Los Angeles, CA: UCLA, 175–212, 2004.

NELSON, R. *National innovation systems: a comparative analysis*. Nova York: Oxford University Press, 1993.

OECD. *Manual de Oslo: Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação*. 3ª Ed. Organization for Economic Co-Operation and Development, 1997.

OECD. *Promoting innovation in services*. Paris: Organization for Economic Co-Operation and Development, 2005.

OECD. *The OECD Innovation Strategy*. Paris: Organization for Economic Co-Operation and Development, 2010.

POH, L. C. From Research to Innovation to Enterprise: The Case of Singapore. In: *The Global Innovation Index 2016: Winning with Global Innovation*, Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2016.

POWELL, D. Quantile Treatment Effects in the Presence of Covariates. RAND Working Paper, 2017.

REYNOSO, R. E.; BERNARD, A. L.; SAISANA, M.; SCHAAPER, M.; WUNSCH-VINCENT, S.; GUADAGNO, F. Benchmarking Innovation Outperformance at the Global and Country Levels. In: The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development, Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2015.

SAISANA, M. Statistical tests on the Global Innovation Index. In: The Global Innovation Index 2011: Accelerating Growth and Development, Dutta, S. INSEAD, 2011.

SAISANA, M.; PHILIPPAS, D. T. Statistical tests on the Global Innovation Index. In: The Global Innovation Index 2012: Stronger Innovation Linkages for Global Growth, INSEAD and WIPO, 2012.

SAISANA, M.; PHILIPPAS, D. T. Joint Research Centre Statistical Audit of the 2013 Global Innovation Index. In: The Global Innovation Index 2013: The Local Dynamics of Innovation, Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2013.

SAISANA, M.; SALTELLI, A. Joint Research Centre Statistical Audit of the 2014 Global Innovation Index. In: The Global Innovation Index 2014: The Human Factor in Innovation, Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2014.

SAISANA, M.; DOMÍNGUEZ-TORREIRO, M. Joint Research Centre Statistical Audit of the 2015 Global Innovation Index. In: The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development, Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2015.

SAISANA, M.; DOMÍNGUEZ-TORREIRO, M.; VERTESY, D. Joint Research Centre Statistical Audit of the 2016 Global Innovation Index. In: The Global Innovation Index 2016: Winning with Global Innovation, Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2016.

SAISANA, M.; DOMÍNGUEZ-TORREIRO, M.; VERTESY, D. Joint Research Centre Statistical Audit of the 2016 Global Innovation Index. In: The Global Innovation Index 2017: Innovation Feeding the World, Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2017.

SCHUMPETER, J. A. Teoria do Desenvolvimento Econômico: Uma Investigação Sobre Lucros, Capital, Crédito, Juro e o Ciclo Econômico. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

SCOTT, R.; VINCENT-LANCRIN, S. Educating Innovators and Entrepreneurs. In: The Global Innovation Index 2014: The Human Factor in Innovation, Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2014.

SLATER, D.; WRUUCK, P. We Are All Content Creators Now: Measuring Creativity and Innovation in the Digital Economy. In: The Global Innovation Index 2012: Stronger Innovation Linkages for Global Growth, INSEAD and WIPO, 2012.

SOHN, S. Y.; KIM, D. H.; JEON, S. Y. Re-evaluation of global innovation index based on a structural equation model. *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol.: 28, Ed.: 4, pp. 492-505, 2016.

SUNDBO, J.; GALLOUJ, F. Innovation in Service. Manchester, 1998. Policy Research in Engineering, Science & Technology - PREST. Project Report, 1998.

VLASOVA, V.; KUZNETSOVA, T.; ROUD, V. Drivers and limitations of Russia's development based on the evidence provided by the Global Innovation Index. *Voprosy Ekonomiki*, Ed. 8, pp. 24-41, 2017.

WUNSCH-VINCENT, S. Accounting for Science-Industry Collaboration in Innovation: Existing Metrics and Related Challenges. In: The Global Innovation Index 2012: Stronger Innovation Linkages for Global Growth, INSEAD and WIPO, 2012.

TEECE, D. J. Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, vol. 18, n. 13, pp. 1319-1350, 2007.

XIANGJIANG, Q.; PENG, J.; KELLY J. Open Innovation: The View of an ICT Leader in Distributed Global Innovation. In: The Global Innovation Index 2013: The Local Dynamics of Innovation, Cornell University, INSEAD, and the WIPO, 2013.