



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Sociais Aplicadas
Programa de Pós-Graduação em Economia

ENSAIOS SOBRE A TEORIA DO CRESCIMENTO ECONÔMICO ENDÓGENO

JOSÉ ALDERIR DA SILVA

João Pessoa - PB
2021

JOSÉ ALDERIR DA SILVA

ENSAIOS SOBRE A TEORIA DO CRESCIMENTO ECONÔMICO ENDÓGENO

Tese apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, em cumprimento às exigências do Curso de Doutorado em Economia.

Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Sociais Aplicadas
Programa de Pós-Graduação em Economia

Orientador: Dr. JOSÉ LUIS DA SILVA NETTO JUNIOR
Coorientador: Dr. CASSIO DA NOBREGA BESARRIA

João Pessoa - PB
2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586e Silva, José Alderir da.

Ensaio sobre a teoria do crescimento econômico
endógeno / José Alderir da Silva. - João Pessoa, 2021.
74 f. : il.

Orientação: José Luis da Silva Netto Junior.

Coorientação: Cassio da Nobrega Besarria.

Tese (Doutorado) - UFPB/CCSA.

1. Economia. 2. Inovação. 3. Difusão tecnológica. 4.
Instituições políticas e econômicas. I. Silva Netto
Junior, José Luis da. II. Besarria, Cassio da Nobrega.
III. Título.

UFPB/BC

CDU 33(043)

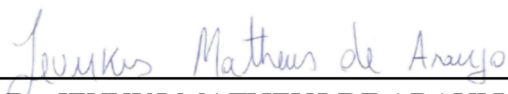
Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Sociais Aplicadas
Programa de Pós-Graduação em Economia

Comunicamos à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Economia a Tese de Doutorado do(a) aluno(a) JOSÉ ALDERIR DA SILVA, intitulado **ENSAIOS SOBRE A TEORIA DO CRESCIMENTO ECONÔMICO ENDÓGENO** foi submetido à apreciação da comissão examinadora elencada abaixo; no dia 09/06/2021, às 15h00min.

A tese foi aprovada pela comissão examinadora.
Reformulações sugeridas: Sim (X) Não ()



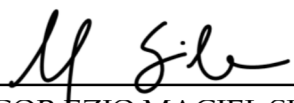
Dr. JOSÉ LUIS DA SILVA NETTO JUNIOR
Orientador



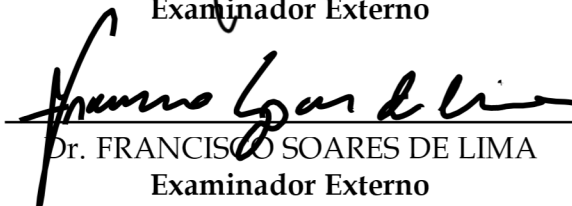
Dr. JEVUKS MATHEUS DE ARAUJO
Examinador Interno



Dr. WALLACE PATRICK SANTOS DE
FARIAS SOUZA
Examinador Interno



Dr. IGOR EZIO MACIEL SILVA
Examinador Externo



Dr. FRANCISCO SOARES DE LIMA
Examinador Externo

João Pessoa - PB

2021

Resumo

A presente Tese é composta por três ensaios independentes sobre a teoria do crescimento endógeno, procurando estimar a função de produção de ideias de Romer-Jones incorporando outras variáveis importantes da economia contemporânea. O primeiro ensaio investiga as interações entre o crescimento econômico e a inovação para um grupo de países selecionados da OCDE, cujo método de análise é o VAR painel. O objetivo do segundo ensaio se volta para a questão da difusão internacional de tecnologia, procurando estimar a função de produção de ideias através do Método Generalizado dos Momentos, incluindo variáveis importantes como IDE, Gastos em P&D e o *gap* tecnológico. Já o terceiro ensaio tem por objetivo estimar a mesma função e utilizando do mesmo método, mas considerando o papel das instituições políticas e econômicas no processo de inovação. Embora independentes, os três ensaios se complementam em termos de robustez, uma vez que diferentes *proxies* e banco de dados foram utilizados para variáveis similares.

Palavras-chave: Inovação. Difusão tecnológica. Instituições.

Abstract

This Thesis is composed of three independent essays on the theory of endogenous growth, seeking to estimate the function of producing Romer-Jones ideas incorporating other important variables in contemporary economics. The first essay investigates the interactions between economic growth and innovation for a group of selected OECD countries, whose method of analysis is the VAR panel. The objective of the second essay focuses on the issue of international diffusion of technology, seeking to estimate the function of producing ideas through the Generalized Method of Moments, including important variables such as FDI, R&D expenses and technological gap. The third essay aims to estimate the same function and using the same method, but considering the role of political and economic institutions in the innovation process. Although independent, the three tests complement each other in terms of robustness, since different proxies and databases were used for similar variables.

Keywords: Innovation. Technological diffusion. Institutions.

Lista de tabelas

Tabela 1 – Descrição das Variáveis	20
Tabela 2 – Teste FIV e Teste CSD: todos os países da OCDE	29
Tabela 3 – Teste FIV e Teste CSD para os países de renda alta	29
Tabela 4 – Teste FIV e Teste CSD para os países de baixa renda	29
Tabela 5 – Testes de Raiz Unitária em Painel para os países da OCDE	30
Tabela 6 – Testes de Raiz Unitária em Painel para os países de renda alta	30
Tabela 7 – Testes de Raiz Unitária em Painel para os países de renda baixa	30
Tabela 8 – Testes de Seleção dos Modelos	31
Tabela 9 – Causalidade de Granger da Função de produção e Inovação dos 35 países da OCDE	32
Tabela 10 – Causalidade de Granger da Função de produção e Inovação dos países de Alta renda	32
Tabela 11 – Causalidade de Granger da Função de produção e Inovação dos países de baixa renda	33
Tabela 12 – Coeficientes da Função de Produção Estimados via GMM-system	33
Tabela 13 – Coeficientes da Função de Produção de Ideias Estimados via GMM-system	34
Tabela 14 – Estatística Descritiva das Variáveis	35
Tabela 15 – Descrição das Variáveis	45
Tabela 16 – Coeficientes Estimados por GMM-system: OCDE, 1985-2016.	46
Tabela 17 – Coeficientes Estimados por GMM-system: OCDE, 1985-2016.	48
Tabela 18 – Estatística Descritiva das Variáveis	51
Tabela 19 – Instituições, PIB e Patentes na OCDE: média (1996-2019).	57
Tabela 20 – Lista de Variáveis: definições e fonte de dados	61
Tabela 21 – Coeficientes Estimados por GMM-System (Inovação): OCDE, 1996-2019	63
Tabela 22 – Coeficientes Estimados por GMM-System (GPD): OCDE, 1996-2019	66
Tabela 23 – Estatística Descritiva das Variáveis	68

Sumário

	INTRODUÇÃO	9
1	INTERAÇÕES ENTRE CRESCIMENTO ECONÔMICO E INOVAÇÃO NOS PAÍSES DA OCDE: UMA ABORDAGEM COM MODELAGEM PVAR	11
1.1	Introdução	12
1.2	Debate Teórico	14
1.3	O método de Vetores Autorregressivos para Dados em Panel (PVAR)	16
1.4	Descrição das Variáveis	19
1.5	Resultados	21
1.5.1	Testes preliminares e de especificação	21
1.5.2	Discussão dos Resultados	23
1.6	Conclusões e Implicações de Políticas	27
1.7	APÊNDICE	29
2	DIFUSÃO INTERNACIONAL DE CONHECIMENTO NAS ECONOMIAS DA OCDE: UMA ABORDAGEM COM DADOS EM PAINEL DINÂMICO	36
2.1	Introdução	37
2.2	Modelo e Estratégia Empírica	40
2.3	Descrição das Variáveis	43
2.4	Resultados	45
2.5	Conclusões e Implicações de Políticas	49
2.6	APÊNDICE	51
3	INOVAÇÃO E INSTITUIÇÕES NOS PAÍSES DA OCDE	52
3.1	Introdução	53
3.2	As Instituições Importam?	55
3.3	Metodologia	57
3.4	Descrição das Variáveis	59
3.5	Resultados	61
3.6	Conclusões e Implicações de Política	67
3.7	APÊNDICE	68
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
	REFERÊNCIAS	71

Introdução

A teoria do crescimento econômico é uma das principais fontes de pesquisas dentro da ciência econômica, uma vez que ela mostra o percurso que as nações devem procurar seguir para alcançar o desenvolvimento econômico sustentável.

Segundo Angus (2001), quando Adam Smith construiu as bases da economia moderna, o diferencial de renda entre as nações ricas e pobres era pequeno. No entanto, essa diferença foi ampliada nos últimos dois séculos, de modo que enquanto alguns países cresceram rapidamente outros países estagnaram, o que resultou na discrepância de renda *per capita* de suas respectivas populações.

Desde Solow (1957), a teoria do crescimento econômico tem avançado no sentido de entender os fatores que justificam essa discrepância de renda entre as nações. Em outras palavras, em entender quais os fatores que determinam o avanço do progresso técnico e, portanto, o crescimento da renda *per capita* no longo prazo.

Segundo Romer (1990), o progresso técnico avança conforme a produção de ideias derivada dos esforços de pesquisas realizados por agentes maximizadores de lucro. Assim, para a teoria do crescimento econômico endógeno, a produção de ideias/tecnologia/conhecimento se torna no principal fator determinante do progresso técnico e, portanto, do crescimento econômico. Diante disso, estimar e conhecer as interações das diversas variáveis que podem afetar a produção de ideias nos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) é importante, dada as inúmeras políticas de estímulo a inovação implementadas nesses países durante o período em análise nos três ensaios que compõem esta Tese. A OCDE é formada por países de alta, média e baixa renda, o que permite verificar o efeito das variáveis que constitui a função de produção de ideias em economias com características econômicas diversas, o que também justifica a escolha desses países nos três ensaios que serão apresentados a seguir.

O primeiro ensaio consiste em uma análise das interações entre o crescimento econômico e o processo de inovação nos países da OCDE no período de 1980 a 2017. Este ensaio traz como contribuição o método adotado, pouco explorado pela literatura empírica, bem como a introdução da variável gasto em P&D de cada país e o total da OCDE nas funções de produção e de ideias presentes na teoria do crescimento endógeno.

As relações de causa e efeitos obtidas através do método de Vetores Autorregressivos para dados em Painel (PVAR), mostram que um choque favorável no estoque de ideias doméstico, número de pesquisadores e gastos em P&D impactam positivamente na produção de conhecimento para a amostra de países da OCDE.

O segundo ensaio da presente Tese segue a linha da teoria do crescimento endógeno, adotando a função de produção de ideias de Romer-Jones. Todavia, neste ensaio a preocupação se volta para a difusão internacional de tecnologia.

Este segundo ensaio contribui com a literatura empírica ao estimar a função de produção através do Método Generalizado dos Momentos (MGM) de Arellano e Bover (1995) e Blundell e Bond (1998) utilizando os pedidos de patentes triádicas como *proxy*

para a variável dependente e para o estoque de ideias de cada país.

Com efeito, o objetivo do segundo ensaio será o de estimar a função de produção de ideias para uma amostra de países da OCDE no período de 1985 a 2016 procurando observar alguns canais estrangeiros de difusão de conhecimento, o Investimento Direto Estrangeiro (IDE), o grau de abertura da economia e *gap* tecnológico, além do gasto em P&D como variável doméstica de política econômica.

Os principais resultados encontrados sinalizam que os gastos em P&D podem ser uma alternativa para os países não inovadores produzirem novas ideias. Estes países também podem ser beneficiados do seu distanciamento em relação a fronteira tecnológica, porém parece que os países inovadores conseguem se beneficiar mais desse canal de difusão, uma vez que seu coeficiente estimado foi maior em relação aos países não inovadores, o que sinaliza um efeito "*raising-the-bar*". No entanto, o grau de abertura e o IDE não se mostraram estatisticamente significativos.

O terceiro ensaio desta tese apresenta uma análise da função de produção de ideias procurando estimar os efeitos das instituições políticas e econômicas sobre a produção de tecnologia para uma amostra selecionada de países da OCDE.

A contribuição desse ensaio se encontra no banco de dados para as instituições que foi pouco explorado pela literatura até o momento para os países da OCDE, bem como o período em análise que envolve os anos de 1996 a 2019.

O Método Generalizado dos Momentos (MGM) para dados em painel também foi utilizado para estimar a função de produção de ideias de Romer-Jones, incorporando além das variáveis clássicas da função, as seguintes instituições: Voz e Responsabilidade, Estabilidade Política, Eficácia do Governo, Qualidade Regulatória, Estado de Direito e Controle de Corrupção.

Como esperado, os coeficientes estimados para as respectivas instituições foram todos positivos e significativos estatisticamente, de forma que a qualidade institucional é uma variável importante para a produção de novas tecnologias nos países selecionados da OCDE.

Estes três ensaios podem ser considerados como medida de robustez um do outro, dado que algumas variáveis estão presentes nos três ensaios, mas com *proxies* diferentes. Assim, será possível observar se o sinal e a significância estatística do coeficiente de uma variável encontrado em um ensaio, permanece nos outros ensaio, o que garante uma maior confiança nos resultados.

Diante disso, além desta introdução e das considerações finais, esta Tese é composta por mais três capítulos. Inicialmente é exposto o primeiro ensaio, no qual é observado as relações de causa e efeito para a função de produção de ideias de Romer-Jones através do método VAR em Painel. No segundo capítulo, tem-se o ensaio que estima a mesma função de produção de ideias, mas agora procurando identificar os efeitos, principalmente das variáveis gastos em P&D e *gap* tecnológico para os países inovadores e não inovadores da OCDE. Por fim, no terceiro capítulo é mensurado a importância das instituições políticas e econômicas na inovação para um total de 34 países da OCDE.

1 Interações entre Crescimento Econômico e Inovação nos Países da OCDE: Uma abordagem com modelagem PVAR

Resumo

A inovação é um fator fundamental para o crescimento econômico dentro da teoria do crescimento endógeno. Assim, o objetivo deste ensaio será o de avaliar os efeitos de choques em algumas variáveis relacionadas com a produção de tecnologia sobre a produção de conhecimento e a renda *per capita* nos países da OCDE entre 1980 e 2017. Para isso, será utilizado o método *Panel Data Vector Autoregressive* (PVAR). Os resultados mostram que um choque favorável no estoque de ideias, pesquisadores e gastos em P&D nos países da OCDE provocam efeitos positivos sobre a produção de novas ideias e sobre o PIB *per capita*.

Palavras-chave: Crescimento Econômico; Progresso Técnico; Patentes.

Abstract

Innovation is a fundamental factor for economic growth within the theory of endogenous growth. Thus, the objective of this article is to evaluate the effects of shocks in some variables related to the production technology for the production of knowledge and the income per capita in OECD countries between 1980 and 2017. For this, the Panel Data Vector Autoregressive (PVAR) method will be used. The results show that a favorable shock in the stock of ideas, researchers and R&D spending in OECD countries has positive effects on the production of new ideas and on GDP per capita.

Keywords: Economic growth; Technical Progress; Patents.

1.1 Introdução

A teoria do crescimento econômico tem vivenciado transformações essenciais desde o artigo seminal de Solow (1957) com o propósito de entender as questões relacionadas as diferenças de renda *per capita* entre os países. A principal preocupação era explicar quais os fatores que determinam o avanço do progresso técnico e, portanto, o crescimento da renda *per capita* no longo prazo.

Segundo Barro e Martin (2003), a teoria do crescimento econômico perdeu relevância para as teorias que explicam o ciclo da renda no curto prazo, uma vez que a teoria não consegue explicar os fatores que determinam o crescimento no longo prazo. Porém, no pós-década de 1980 se tem uma preocupação maior em entender tais fatores, surgindo assim os modelos de crescimento endógeno de Lucas (1988), Romer (1990), Aghion e Howitt (1990), Grossman e Helpman (1991), Jones (1995).

Diante disso, quais os fatores que determinam o crescimento econômico? Na teoria do crescimento exógeno, a produtividade total dos fatores é o motor do crescimento econômico no longo prazo, sendo ela determinada por um avanço tecnológico não explicado pela teoria (SOLOW, 1957). Na teoria do crescimento endógeno, a tecnologia é considerada um insumo de produção, de modo que a acumulação de conhecimento aumenta a produtividade dos outros insumos, podendo gerar retornos crescentes de escala. Assim, produtividade e inovação tecnológica estão fortemente relacionados, sendo imprescindível entender esse processo de acumulação de conhecimento nas economias para poder entender as diferenças existente nos padrões de vida entre os países.

A teoria do crescimento econômico desenvolvida por Romer (1990) apresenta uma função de produção com rendimentos crescentes de escala que ocorrem por meio de dois processos: *learning by doing* e *spillover* de conhecimento. Isto é, enquanto o primeiro desenvolve o conhecimento a nível de empresa, o *spillover* difunde esse conhecimento gerado para toda a economia. No entanto, Jones (1995) parte de uma função de produção de ideias em que o modelo de Romer se torna um caso particular, isto é, um modelo que permite a possibilidade que um esforço de pesquisa constante sustente um crescimento de longo prazo, mas também permite a possibilidade de casos contrários.

Todavia, conforme Barro e Martin (1992), a teoria do crescimento econômico mostra que pode ocorrer uma espécie de convergência do PIB *per capita* entre os países ricos e pobres, em que os rendimentos decrescentes é um conceito chave nesse processo. Dentro de uma perspectiva de difusão tecnológica, Grossman e Helpman (1991) mostram que a velocidade de convergência tende a ser maior quanto mais rápida as descobertas realizadas nas economias inovadoras se difundirem para as economias seguidoras.

Portanto, o objetivo deste ensaio será de avaliar o efeito de choques nas variáveis capital humano, estoque de ideias, capital fixo e gastos em P&D em relação a produção de novas ideias e sobre o PIB *per capita* para os países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) no período de 1980 a 2017. Essa avaliação é importante para identificar se algumas políticas governamentais de estímulo e difusão de tecnologia podem afetar o crescimento do PIB *per capita* para o caso dos países da OCDE.

Diversos trabalhos procuraram estimar a função de produção de ideias de acordo com o modelo de Romer-Jones, ou seja, buscaram observar a força entre a produção de ideias e a produtividade do conhecimento.

Porter e Stern (2000), utilizando de dados em painel para uma amostra com dezesseis países da OCDE, estimam a função de produção e a força dos *spillovers* internacionais com o objetivo de avaliar diretamente os determinantes das novas ideias. Os resultados mostraram que a produtividade aumenta proporcionalmente com o estoque de ideias já descobertos.

Com o mesmo objetivo de Porter e Stern (2000), Pessoa (2005) procurou estimar os parâmetros da função de produção de ideias a partir de duas amostras (uma com 27 países e outra com 21 países da OCDE), utilizando também do método de dados em painel. Diferentemente de Porter e Stern (2000), as estimativas de Pessoa (2005) consideram que o estoque de conhecimento possa ter taxas de obsolescência de 0%, 5%, 10% e 15%. Com efeito, Pessoa (2005) encontrou resultados distintos dos de Porter e Stern (2000), mas que corroboram com a função de produção de ideias de Jones (1995), isto é, de que há retornos marginais decrescentes no estoque de ideias e no número de pesquisadores.

Pessoa (2005) em nenhuma amostra diferencia os grupos de países pela renda ou pelo tamanho do mercado, mas procura manter uma certa homogeneidade da amostra quanto a esses critérios. Ao contrário de Pessoa (2005) e Porter e Stern (2000), o trabalho de Ulku (2007) analisa as previsões dos modelos de crescimento endógeno discriminando os países da OCDE e não-OCDE pela renda e pelo tamanho do mercado de cada economia. O autor adota o método de dados em painel dinâmico de efeitos fixos e o método generalizado de momentos para aumentar a robustez de seus achados, cujo resultados encontrados se diferenciam de acordo com a mostra. O aumento do número de pesquisadores eleva a produtividade apenas nas economias de grande mercado da OCDE, enquanto o aumento da inovação eleva a renda *per capita* apenas nos países de alta renda da OCDE e em todos os países não membros da OCDE de alta renda, de mercados grandes e pequenos.

Diferentemente dos trabalhos anteriores, Ang e Madsen (2015) procuraram também analisar no período de 1870-2010 a evidência empírica de outras teorias do crescimento endógeno, se diferenciando também dos demais estudos pelos diversos canais internacionais de *spillovers* sobre a produção de ideias. O trabalho de Porter e Stern (2000) não permite a proliferação de produtos como prevista nos modelos schumpeterianos e consideram apenas alguns canais de transmissão de ideias entre os países. Por outro lado, Ulku (2007) apesar de permitir efeitos de proliferação na função de produção de ideias, desconsidera os *spillovers* internacionais de conhecimento. Assim, uma das contribuições de Ang e Madsen (2015) é o de explorar esses canais internacionais de difusão do conhecimento, considerando que eles podem ocorrer pela via das importações, distância geográfica, estoque mundial de patentes e distância até a fronteira. Estimou-se um painel de mínimos quadrados generalizados, cujos resultados foram positivos para todas os canais de transbordamentos, exceto para o estoque mundial de conhecimento.

Luintel e Khan (2017) ampliam a análise de Ang e Madsen (2015), considerando outros canais de difusão do conhecimentos entre 31 economias emergentes discriminando-as como: i) mundo industrializado; ii) mundo emergente; iii) países e grupos regionais diferentes; iv) casos bilaterais; agrupamentos regionais dentro da

amostra de países emergentes. Os dados são analisados através de um painel, em que os resultados são contrários aos de Pessoa (2005) e aos de Ang e Madsen (2015), ou seja, os autores encontraram evidências de que há retornos crescentes de escala do estoque de conhecimento doméstico e externo para a produção de ideias. Assim, os resultados dos modelos de crescimento semi-endógeno não podem ser generalizados, de modo que as políticas públicas podem acelerar o processo de convergência das economias emergentes.

No entanto, a maioria dos trabalhos para os países da OCDE se ocupam de estimar as funções de produção e de ideias, dedicando pouca atenção às relações de causa e efeito entre as variáveis das funções. Assim, diferentemente dos estudos mencionados anteriormente, este ensaio busca contribuir com a discussão no sentido de estimar as relações de causa e efeito considerando além das variáveis clássicas de ambas as funções, a variável gasto em P&D. Esta é uma variável importante para o crescimento econômico porque é a partir do gasto em P&D que se impulsiona a criação de inovações e, portanto, possibilita o surgimento de novos produtos e processos de produção. A metodologia adotada para avaliar tais relações, será o método VAR Painel¹, o qual também constitui uma inovação em relação aos estudos anteriores². Este método analisa o efeito de um choque de um desvio padrão em uma variável de interesse sobre todas as demais variáveis do modelo, mas nossa análise será apenas sobre as variáveis PIB *per capita* e Novas Ideias.

Portanto, para alcançar nosso objetivo este ensaio está dividido em mais quatro seções, além desta introdução e das considerações finais. A próxima seção faz uma revisão da teoria do crescimento endógeno com foco no debate entre Romer (1990) e Jones (1995). Na terceira seção, é exposta a metodologia do PVAR. Nas duas seções seguintes é mostrado os dados e os achados empíricos.

1.2 Debate Teórico

O principal objetivo da teoria do crescimento econômico é encontrar explicação do porquê algumas economias são ricas e outras são pobres. Em Solow (1957), isso se deve ao nível inicial do estoque de capital. Em Lucas (1988), na diferença de investimentos em capital humano se encontra a explicação para a diferença de riquezas entre as nações. No entanto, no estado estacionário, em ambas as teorias o PIB *per capita* cresce a uma taxa igual a taxa do progresso tecnológico, sendo esta não explicada pelos modelos. A função de produção nesses modelos é definida como

$$Y_t = K_t^\alpha (A_t L_t)^{1-\alpha} \quad (1.1)$$

em que, $0 < \alpha < 1$. Y_t é a produção, K_t é o estoque de capital físico, A_t é a tecnologia e L_t é a força de trabalho.

¹ Love e Zicchino (2006) foram os pioneiros do método PVAR, na oportunidade analisaram as condições financeiras e o investimento das empresas em 36 países.

² A metodologia PVAR quase não foi explorada dentro da teoria do crescimento endógeno. O recente trabalho de Belazreg e Mtar (2020) se aproxima dessa teoria, na qual o PVAR é utilizado para estudar as interações entre inovação, crescimento econômico, desenvolvimento financeiro e abertura comercial. Os resultados mostraram uma relação neutra entre a variável inovação e as demais variáveis. Por outro lado, o capital humano se mostrou significativo para desenvolver o potencial de inovação nos 27 países da OCDE analisado pelos autores no período de 2001 a 2016

Portanto, o debate teórico ocorre em torno do que determina a tecnologia ou o progresso técnico. Nos modelos da teoria do crescimento exógeno, a tecnologia é tratada como um “maná dos deuses”, mas é a principal variável para o crescimento das economias no estado estacionário. Todavia, Romer (1990) e Jones (1995) procuraram explicar quais os fatores que podem acelerar o avanço tecnológico, tornando essa variável endógena em seus modelos. Não obstante, esses autores encontraram resultados diferentes em relação aos retornos do conhecimento.

Na tentativa de explicar as diferenças tecnológicas existentes entre os países, a teoria do crescimento endógeno mostra que o progresso tecnológico ocorre quando as empresas maximizadoras de lucro buscam obter novas e melhores formas de produção. Portanto, na perspectiva de Romer (1990), melhorias tecnológicas e o processo de crescimento econômico são entendidos como um resultado endógeno da economia. Assim, a busca dos pesquisadores por novas ideias, no qual o interesse é o lucro, torna o progresso tecnológico endógeno. Desse modo, o capital humano é a variável central na teoria do crescimento.

Romer (1990) destaca ainda que os *spillovers* de conhecimento se devem ao fato da possibilidade de crescimento ilimitado do conhecimento e de sua apropriação incompleta pelo seu criador, de modo que o ótimo social pode ser alcançado através de políticas governamentais que tenham por objetivo estimular o avanço tecnológico.

Nesse modelo, a produção de conhecimento depende da quantidade de capital humano destinado a pesquisa (L_{At}) e da quantidade do estoque de conhecimento disponível na economia (A_t), dado que conhecimento é acumulação de ideias desenvolvida por pessoas. Assim, a variação do conhecimento ($\dot{A}_t$) será dada por:

$$\dot{A}_t = \delta L_{At} A_t \quad (1.2)$$

Desse modo, a variação do conhecimento será determinada pelo número de pessoas envolvidas em atividades de pesquisa (L_{At}), multiplicado pela taxa a qual são criadas novas ideias (δA_t), que por sua vez depende da quantidade de conhecimento na economia.

Como pode ser observado na equação (1.2), destinar uma maior quantidade de capital humano a pesquisa resulta em uma maior taxa de produção de conhecimento, que provoca um aumento do estoque total de conhecimento, que por sua vez aumenta a produtividade do setor de pesquisa e, portanto, aumenta a facilidade de gerar novas ideias. Em outras palavras, destinar mais capital humano torna o crescimento da economia ilimitado.

Não obstante, isto se deve ao fato de que a equação (1.2) é linear em suas variáveis, o que permite ao produto marginal dos pesquisadores crescer a uma taxa proporcional ao estoque de conhecimento da economia. Em uma situação na qual a equação (1.2) seja côncava, a produtividade marginal de L_{At} apresentaria em algum momento retornos decrescentes, o que deslocaria o capital humano do setor de pesquisa para o setor de bens finais e, portanto, desacelerando a taxa de crescimento do PIB da economia. Romer (1990) argumenta que não há evidências na história de que o conhecimento possa ser esgotado.

No entanto, Jones (1995) diz que não há evidências empíricas que confirmem os efeitos de escala do modelo de Romer (1990) nas economias industrializadas, dado que

o número de pesquisadores aumentou nos países desenvolvidos na segunda metade do século XX, mas a produtividade total dos fatores não apresentou a mesma tendência.

Com efeito, Jones (1995) modifica a função de produção de ideias de Romer (1990), permitindo que a produção de conhecimento apresente retornos decrescentes de escala. Isto é,

$$\dot{A}_t = \delta L_{At}^\lambda A_t^\phi \quad (1.3)$$

na qual ϕ é um parâmetro que representa o *spillover* intertemporal. De modo que se $\phi < 0$, ocorre o que Jones (1995) chamou de efeito “garimpo de ideias”, ou seja, as ideias mais óbvias são descobertas primeiro, de modo que quanto maior o estoque de conhecimento, menor a probabilidade de um pesquisador descobrir uma nova ideia. Em outras palavras, a produtividade marginal de L_{At} agora apresenta retornos decrescentes de escala. Se $\phi > 0$, existem *spillovers* positivos da produção de conhecimento. Já se $\phi = 0$, não há *spillovers* e a taxa de inovação passa a ser independente do estoque de conhecimento.

Jones (1995) ainda adota a restrição de que $0 < \lambda \leq 1$, ou seja, a duplicação de pesquisa reduz o número total de inovações produzidas por L_{At} unidades de capital humano. Quando $\phi = 1$ e $\lambda = 1$, temos a função de produção de ideias de Romer (1990), o que torna esta função um caso particular da função de produção de ideias de Jones (1995). Uma vez que os dados são inconsistentes com o modelo de Romer (1990), Jones (1995) adota a restrição de que $\phi < 1$, eliminando os rendimentos de escala na produção de conhecimento.

Com isso, diferentemente de Romer (1990), políticas econômicas como a de subsídios a pesquisa não afetam o crescimento da economia de forma permanente. Para Jones (1995), a taxa de crescimento econômico depende da taxa de crescimento do capital humano envolvido na pesquisa, pois este ao criar novos projetos de P&D, aumenta a produtividade da economia e, portanto, o crescimento econômico.

Assim, diante das diferentes previsões dos modelos de Romer (1990) e Jones (1995), é importante verificar empiricamente e estimar as relações de causa e efeito das funções de produção e de ideias para as economias da (OCDE). Para esse fim, vamos adotar o método PVAR, que é exposto na próxima seção.

1.3 O método de Vetores Autorregressivos para Dados em Painel (PVAR)

O objetivo deste trabalho é o de avaliar as interações de causa e efeitos entre as variáveis das funções de produção e de ideias de modo que todas as variáveis se tornem endógenas no modelo. Portanto, o método de Vetores Autorregressivos para Dados em Painel (VAR Painel ou Panel VAR), se torna o mais apropriado. Para se obter resultados mais eficientes, também será adotada a técnica *Generalized Method of Moments* (GMM/IV) de Arellano e Bond (1991).

A relação dinâmica entre as variáveis dentro da metodologia de PVAR pode ser

representada como:

$$Y_{it} = \phi_i + Y_{it-1}A(L) + \delta_t + \mu_{it} \quad (1.4)$$

em que, $i = [1, \dots, 35]'$ denota um dos países da OCDE que fazem parte da amostra de dados, e $t = [1980, \dots, 2017]'$ é o período em análise.

Na equação (1.4), $Y_{it} = [X_{it}]'$ é um vetor de n variáveis X_{it} para estimar a função de produção de ideias e a função de produção, sendo todas as variáveis endógenas para o país i no tempo t , ϕ_i é um vetor $\kappa \times 1$ de efeitos fixos invariantes no tempo, δ_t representa efeitos no tempo não observáveis, $A(\cdot)$ são matrizes $\kappa \times \kappa$ de coeficientes defasados, L é um operador de *lag*. Finalmente, μ_{it} é um vetor de erros indiossincráticos.

Segundo Baltagi (2008), os parâmetros da equação (1.4) podem ser estimados em conjunto com os efeitos fixos, mas tais estimativas seriam enviesadas mesmo com um N grande, embora que o viés seja reduzido com o aumento de T . O mesmo ocorreria se os parâmetros fossem estimados de forma independente do efeito fixo, equação por equação, através do método de mínimos quadrados ordinários³.

Para eliminar esse problema, adotamos a técnica GMM/IV de Arellano e Bond (1991), que é consistente mesmo quando T for pequeno. Esse procedimento, denominada também de Helmert, sugere o desvio ortogonal avançado como uma transformação alternativa para eliminar os efeitos fixos individuais, na qual subtrai a média direta das variáveis no VAR. Por exemplo, se a variável PIB *per capita* GPD_{it} permite $G\bar{P}D_{it} = \sum_{s=t+1}^{T_i} GPD_{is} / (T_i - t)$ para $i = 1, \dots, N$; $t = 1, \dots, T$ ser sua média direta, a transformação Helmert é

$$\widetilde{GPD}_{it} = \gamma_{it}(GPD_{it} - G\bar{P}D_{it}) \quad (1.5)$$

em que

$$\gamma_{it} = \sqrt{(T_i - t) / (T_i - t + 1)} \quad (1.6)$$

assim, o modelo VAR painel transformado final é:

$$\widetilde{GPD}_{it} = A(L)\widetilde{GPD}_{i,t-1} + \tilde{\varepsilon}_{it} \quad (1.7)$$

a equação (4) transformada é

$$\tilde{Y}_{it} = \tilde{Y}_{it-1}A(L) + \delta_t + \mu_{it} \quad (1.8)$$

Diante dessa transformação, as variáveis defasadas se tornam ortogonais às variáveis originais e, portanto, se tornam instrumentos válidos uma vez que não estão incluídas na transformação. Portanto, são essas relações ortogonais que fornecem as condições de momento a partir das quais o VAR painel pode ser estimado via MGM.

³ Vide Nickell (1981) e Judson e Owen (1999).

Com base na equação (1.8), o foco passa ser a estrutura autorregressiva do VAR painel com o objetivo de saber se o modelo é estável. A equação (1.8) pode ser reescrita como

$$B(L)\tilde{Y}_{it} = \mu_{it} \quad (1.9)$$

sendo $B(L) = (I_k - A(L))$

Assim, enquanto o módulo de todos os autovalores de $A(L)$ for menor que um, $B(L)$ satisfaz a condição de estabilidade e, portanto, é invertível (LÜTKEPOHL, 2005).

Desse modo, a condição de estabilidade implica que o VAR do painel é invertível e, assim, é possível obter uma representação da média móvel de vetor infinito (VMA), cuja interpretação ocorre através das funções de impulso-resposta e pela decomposição da variância do erro de previsão. Dessa forma, podemos escrever a VMA do PVAR, como

$$\tilde{Y}_{it} = \Phi(L)\mu_{it} \quad (1.10)$$

em que $\Phi(L) = \sum_{j=0}^{\infty} \Phi_j L^j \equiv B(L)^{-1}$

Como as funções impulso-resposta não têm interpretação causal, uma vez que os distúrbios μ_{it} estão correlacionados contemporaneamente, ou seja, um choque em uma variável pode ser acompanhado por choques em outras variáveis. Para solucionar esse problema, é implementado a decomposição de Cholesky. Isto é, depois que o VAR for estimado, os termos de erro são identificados através da decomposição de Cholesky para em seguida serem geradas as funções de impulso-resposta.

Suponha que temos uma matriz P , tal que $P'P = \Sigma$, em que P é uma matriz triangular inferior que permite ortogonalizar os distúrbios como $\mu_{it}P^{-1}$ e transformar os parâmetros VMA em funções de impulso-resposta ortogonalizadas $P\Phi_i$. Os intervalos de confiança da função de impulso-resposta serão estimados através de simulações de Monte Carlo, considerando 500 simulações com base no modelo estimado.

O resultado das estimativas obtidos através de modelos de VAR estruturais depende crucialmente da ordem especificada das variáveis do modelo VAR. Portanto, a escolha da ordem das variáveis do modelo adotado neste ensaio seguirá a literatura exposta na primeira seção, ou seja, a teoria do crescimento endógeno de Romer (1990) e Jones (1995). Assim, por exemplo, para a função de produção se espera que as variáveis estoque de capital, estoque de conhecimento, capital humano alocado no setor de P&D e o capital humano fora do setor de P&D determinem o PIB *per capita*. Dessa forma, qualquer alteração em alguma dessas variáveis afeta o PIB *per capita* de imediato. Por outro lado, espera-se que alteração no PIB *per capita* não impacte, pelo menos de imediato, as demais variáveis do modelo.

Com efeito, utilizando a decomposição de Cholesky, isso significa que o coeficiente do PIB *per capita* deve ser ordenado primeiro no VAR estrutural. Todavia, além das variáveis mencionadas na seção anterior, será incorporado nas funções de produção e de conhecimento o gasto em P&D dos países de forma individual e o total de gastos em P&D realizados na OCDE, sendo introduzido no final de cada função e, portanto, também seguindo a mesma ordem na decomposição de Cholesky. Na próxima seção, vamos apresentar os dados e suas fontes, bem como o tratamento realizado em cada variável.

1.4 Descrição das Variáveis

Para avaliar a evidência empírica, começamos com a descrição das variáveis que representam o modelo base para estimar a função de ideias de Jones (1995) e em seguida, a descrição e os procedimentos metodológicos para estimar a função de produção.

Diante da indisponibilidade de dados, algumas *proxies* serão utilizadas, de modo que os indicadores possam ser homogêneos para todos os países. Para a variável capital humano envolvida com pesquisa (PESQ), a *proxy* adotada será o número de pesquisadores em tempo integral. Embora se reconheça que essa *proxy* apresenta alguns problemas, uma vez que não considera os esforços em nível de empresa que geram melhorias em produtos e processos, a literatura⁴ acredita que essa *proxy* representa um índice do número de trabalhadores que criam ideias economicamente relevantes.

Para a variável estoque de ideias (E_{IDEIAS}) e o número de novas ideias economicamente úteis (N_{IDEIAS}), adota-se o número de pedidos de patentes de utilidade no Escritório Europeu de Patentes (EPO). Ambos os dados estão disponíveis no portal da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). O uso dessa *proxy* está sujeito a várias críticas (GRILICHES, 1990), sendo a mais significativa o fato de que nem todas as invenções/ideias são patenteáveis ou patenteadas. No entanto, assumimos que as patentes sejam um índice razoável da atividade geral da inovação, como adotado em vários estudos⁵. O estoque de ideias é calculado a partir das contagens de patentes com base no modelo de inventário permanente, com uma taxa de obsolescência de 5%. Portanto, admitimos que há uma substituição de ideias velhas por novas, conforme a teoria schumpeteriana do crescimento endógeno.

Para o capital humano fora do setor de pesquisa (ESCO), adotou-se o número de alunos matriculados no ensino médio como *proxy* da capacidade geral de capital humano de um país, tais dados foram extraídos do Banco Mundial. Diante da ausência de dados, os mesmos são interpolados distribuindo igualmente a mudança total ao longo dos anos em que os dados não estão disponíveis.

Os dados do PIB *per capita* (GPD_P) e do estoque de capital físico (FBKF) também foram extraídos do Banco Mundial, cuja *proxy* adotada para esta última variável foi a formação bruta de capital fixo. Ambas as variáveis estão a preços constantes em U\$\$ de 2010.

As variáveis gastos em P&D de cada país ($GAST_P$) e o gasto em P&D total na OCDE ($GAST_T$), são encontrados no site da OCDE-Date. A variável $GAST_T$ será utilizada para capturar o efeito de *spillover* da organização sobre os países isoladamente. A tabela 1 resume a descrição das variáveis e suas fontes.

⁴ Vide Pessoa (2005) e Ulku (2007).

⁵ Vide Pessoa (2005) e Ang e Madsen (2015).

Tabela 1 – Descrição das Variáveis

<i>Variáveis</i>	<i>Descrição das Variáveis</i>	<i>Fonte</i>
PESQ	Pesquisadores no setor de P&D em tempo integral.	OCDE-Date
ESCO	Número de alunos matriculados no ensino médio.	Banco Mundial
E_{IDEIAS}	Número de pedidos de patentes de utilidade no Escritório Europeu de Patentes (EPO). Calculado a partir das contagens de patentes com base no modelo de inventário permanente, com uma taxa de obsolescência de 5%.	OCDE-Date
N_{IDEIAS}	Número de pedidos de patentes de utilidade no Escritório Europeu de Patentes (EPO).	OCDE-Date
GPD_P	PIB per capita	Banco Mundial
FBKF	Formação Bruta de Capital Fixo.	Banco Mundial
$GAST_P$	Gasto em P&D realizado por cada país.	OCDE-Date
$GAST_T$	Gasto em P&D total na OCDE.	OCDE-Date

Fonte: Elaboração própria.

Algumas transformações foram feitas nos indicadores. As variáveis PESQ e a FBKF estão em proporção da força de trabalho enquanto as demais variáveis estão em proporção da população. Além disso, todas as variáveis foram transformadas em logaritmos naturais, de modo que os coeficientes estimados mostram a elasticidade de cada variável analisada, e em seguida calculada a sua variação. A ordem de apresentação das variáveis no modelo foi feita considerando a literatura exposta na primeira seção deste ensaio. Espera-se que todas as variáveis provoque um choque positivo na produção de ideias e sobre o PIB *per capita*.

O conjunto de dados tem periodicidade anual entre 1980 a 2017. O VAR painel é realizado para três amostras: i) a primeira amostra tem 35 países da OCDE⁶; ii) a segunda amostra é composta pelos países da OCDE que possuem renda *per capita* superior à média da Organização, totalizando 15 países⁷; iii) a terceira amostra é composta por países que possuem renda inferior à média da OCDE, que são 20 países⁸. Na Tabela 14 do Apêndice é exposta a estatística descritiva das variáveis.

⁶ Nesta amostra contém todos os países da OCDE a Estônia, República Checa e a Costa Rica que foram retiradas da amostra devido à grande ausência de dados para todos os indicadores.

⁷ Tais países são: Reino Unido, Luxemburgo, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Islândia, Suíça, Japão, Holanda, Noruega, Suécia e Estados Unidos.

⁸ Tais países são: Chile, Colômbia, Grécia, Hungria, Israel, Itália, Coreia do Sul, Letônia, Lituânia, México, Nova Zelândia, Polônia, Portugal, República Eslovaca, Eslovênia, Espanha, Turquia, Austrália, Áustria e Irlanda.

1.5 Resultados

A análise dos resultados será realizada em quatro passos. Primeiro, apresentamos os resultados para dois testes de raiz unitária de painel. Em seguida, apresentamos os resultados para a escolha do modelo utilizando os critérios de seleção de modelos de Andrews e Lu (2001). Terceiro, verificamos a condição de estabilidade, ou seja, se os valores da matriz de coeficientes estimados são estritamente menores que um. Por fim, analisamos as funções de impulso-resposta (IRFs) para nossa especificação PVAR multivariada.

1.5.1 Testes preliminares e de especificação

Esta seção apresenta os resultados para os testes preliminares e de especificação do modelo PVAR⁹, como o teste de Fator de Inflação de Variância (VIF), de dependência transversal (teste de CSD), teste de raiz unitária e o teste Hausman.

As Tabelas de 2 a 4 no Apêndice mostram os resultados dos testes VIF e CSD para as amostras utilizadas neste trabalho, os quais identificam o nível de multicolinearidade¹⁰ e a presença de dependência transversal¹¹ nos dados em painel, respectivamente. Se observa um baixo índice de multicolinearidade entre as variáveis, uma vez que os VIFs médios estão abaixo do valor de referência de 10 estabelecido pelo teste VIF. O teste CSD identificou a existência de dependência transversal em todas as variáveis, o que significa que os países em análises compartilham as mesmas características e choques.

A literatura recomenda que na presença de dependência transversal entre as variáveis, seja preciso verificar a estacionariedade das variáveis. É natural os dados econômicos não apresentarem estacionariedade, uma vez que não existe uma tendência clara de retorno a uma tendência linear. Contudo, segundo Enders (2008), a estacionariedade é importante para que os resultados da regressão não sejam espúrios.

Para captar a presença de raiz unitária nas variáveis, foi realizado dois testes: o teste Dickey-Fuller (ADF) aumentado do tipo Fisher¹² e o teste Im-Pesaran-Shin. No primeiro, a hipótese nula é de que todos os painéis contêm raízes unitária e a hipótese alternativa é de que pelo menos um painel é estacionário. No teste Im-Pesaran-Shin, a hipótese nula é que todos os painéis têm raízes unitárias e a hipótese alternativa é que alguns painéis contêm raízes unitárias¹³.

Segundo Pesaran (2012), ambos os testes tentam mostrar a presença de raiz unitária para cada série individual em um painel, de modo que a rejeição da hipótese nula implica na estacionariedade de uma proporção estatisticamente significativa das unidades e não necessariamente todas. As Tabelas 5 a 7 no Apêndice apresentam os resultados dos testes de raiz unitária para as variáveis em foco.

⁹ Conforme sugerido por Koengkan e Fuinhas (2020).

¹⁰ Vide Belsley, Kuh e Welsch (2005).

¹¹ Vide Pesaran (2004).

¹² Vide Maddala e Wu (1999) e Choi (2001).

¹³ Como se trata de painel não balanceado, não foi possível utilizar os testes Levin-Lin-Chu (LLC), Harris-Tzavalis (HT) e o teste de Hadri, que possui hipótese nula contrária aos demais testes. Pelo mesmo motivo, também não foi possível fazer uso de testes de raiz unitária de segunda geração, como o teste CIPS. Para uma breve discussão sobre os testes de raiz unitária em painel, veja Pesaran (2012).

A partir dos resultados encontrados, pode-se concluir que a hipótese nula é rejeitada em ambos os testes, o que indica que uma proporção significativa da série de coeficientes de todas as variáveis é estacionária. Além disso, foi realizado o teste de Hausman, para verificar a heterogeneidade do modelo, cujo resultado mostrou que o modelo de efeitos fixos é o melhor estimador. Condição essencial para a estimação do PVAR.

Por não fazer distinção entre variáveis endógenas ou exógenas na estimativa, o VAR Paineis é uma metodologia ateorica, o que pode gerar causalidade bilateral. Diante disto, é importante definir o número de defasagens dos modelos a serem estimados. Segundo Enders (2010), o ideal é utilizar a menor quantidade de defasagens possível para que não se tenha problemas com a utilização de muitos graus de liberdade ou de especificação do modelo.

Para definir o melhor número de defasagens dos modelos, foi utilizado os critérios de Andrews e Lu (2001). A seleção do modelo é calculada para VARs de primeira a terceira ordem usando quatro defasagens para as variáveis como instrumentos, em que tais resultados são mostrados na Tabela 8 no Apêndice. Não obstante, como não há um critério para a escolha dos *lags*, reconhecemos que a escolha das defasagens é arbitrária e subjetiva. Todavia, quatro defasagens se mostraram mais consistentes e estáveis quando comparados com outros modelos VARs estimados usando várias transformações dos dados.

Com base nos critérios de seleção de modelos de Andrews e Lu (2001), utilizamos a informação Bayesiano modificado (MBIC), o Akaike modificado (MAIC) e o Hannan-Quin modificado (MQIC) resultando, em todos os modelos, para uma estimação com uma defasagem. Exceto para a amostra com todos os países da OCDE, em que o MAIC indicou duas defasagens. Além disso, as estatísticas J de Hansen são maiores para uma defasagem. Diante desses resultados, a escolha foi utilizar o modelo mais parcimonioso, conforme Andrews e Lu (2001).

Em seguida, ajustamos o modelo PVAR com base nesses critérios e estimamos através do método MGM. Não obstante, como se têm ausência de dados para alguns anos nas variáveis ESCO e PESQ, o número de observações diminui à medida que cresce a ordem de defasagens das variáveis incluídas como instrumentos. Diante disso, para melhorar a estimativa, estimamos as funções de produção e de ideias utilizando instrumentos MGM-system, conforme proposto por Holtz-Eakin, Newey e Rosen (1988). Com efeito, as defasagens do instrumento com valores ausentes são substituídas por zeros, o que aumenta a amostra resultando em estimativas mais eficientes. Diante disto, serão analisados apenas os resultados obtidos pelo MGM-system.

Como todas as variáveis são endógenas no VAR Paineis, as funções estimadas não têm constante e os dois modelos são estimados simultaneamente. Dessa forma, as mesmas variáveis que impactam no PIB *per capita*, também geram efeitos na produção de ideias, de modo que podemos afirmar que o segundo modelo é uma variação do primeiro.

Com base na teoria econômica exposta na segunda seção, a ordem dos modelos adotada na decomposição de Cholesky será: GDP_P , N_{IDEIAS} , E_{IDEIAS} , $FBKF$, $ESCO$, $PESQ$, $GAST_P$ e $GAST_T$. Para a função de produção de ideias, o PVAR estima simultaneamente invertendo a ordem com a variável N_{IDEIAS} no início.

A ordenação de Cholesky determina que a primeira variável sofra impacto

imediatamente de todas as demais variáveis. A segunda variável pode sofrer impacto contemporâneo da terceira variável, mas não da primeira. No entanto, para garantir a robustez de nossas descobertas, foi estimado o PVAR com outras ordenações das variáveis, cujos resultados foram similares a primeira ordenação. Desse modo, a interpretação dos resultados ocorrerá diante dessa ordenação já especificada.

Antes das funções de impulso respostas (FIR) serem estimadas, verificamos as características do modelo e a condição de estabilidade do VAR painel. No primeiro caso, para a amostra completa, observamos através do teste de causalidade de *Wald de Panel Granger* (Tabela 9 no Apêndice) que as novas ideias contribuem para o crescimento do PIB *per capita*, mas o inverso não pode ser afirmado uma vez que o coeficiente estimado não apresentou significância estatística. No caso dos países de alta renda (Tabela 10 no Apêndice), existe uma relação bidirecional positiva entre o crescimento do PIB *per capita* e a produção de novas ideias. Por outro lado, para os países de baixa renda (Tabela 11 no Apêndice), a causalidade não apresentou significância estatística. No que diz respeito a condição de estabilidade, como pode ser visto pelos gráficos na Figura 3 no Apêndice, todas as raízes da matriz complementar estão dentro do círculo unitário, atendendo a esta condição para todas as amostras em análise.

1.5.2 Discussão dos Resultados

Os testes realizados na seção anterior indicam a presença de baixo índice de multicolinearidade, dependência *cross-section*, estacionariedade nas variáveis em primeira diferença, presença de efeitos fixos no modelo PVAR e a necessidade de um *lag* para estimar as regressões. Tendo em vista que foram atendidas as condições necessárias para estimar o modelo PVAR-MGM-system, as funções de impulso-respostas (FIR) foram estimadas.

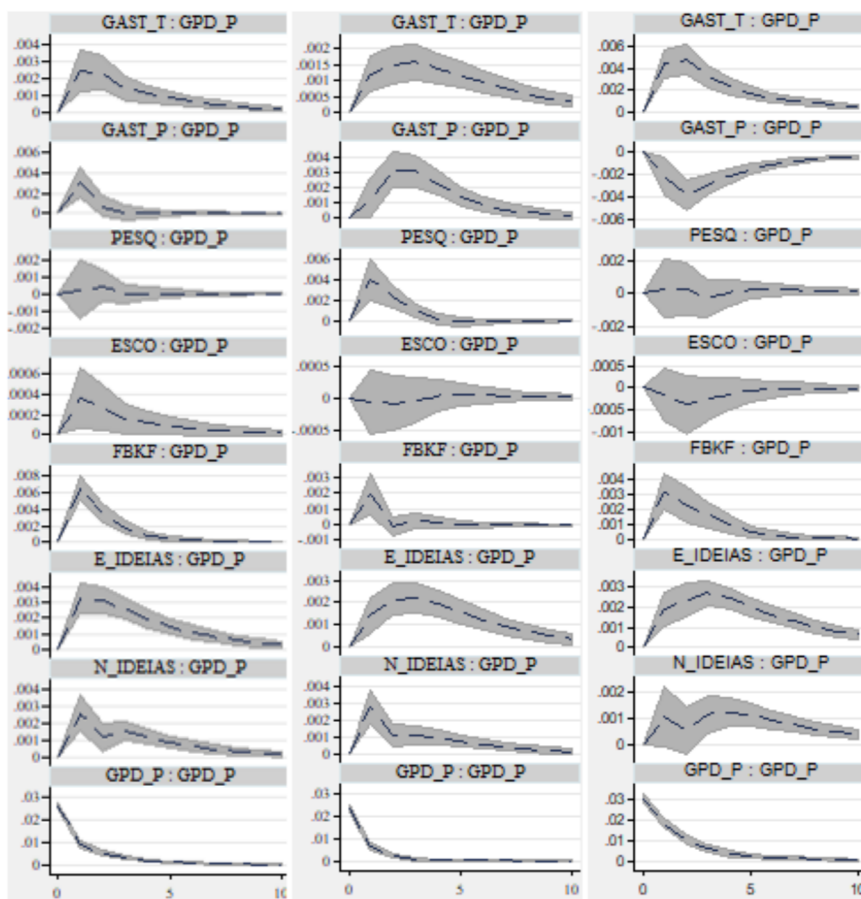
As Figuras de 1 e 2 a seguir, mostram as funções de impulso-resposta para as funções de produção e de ideias respectivamente, para dez períodos, de acordo com o choque em uma variável específica. Na primeira coluna se encontra o resultado da amostra completa, na segunda coluna as funções de impulso resposta para a amostra dos países de alta renda e na terceira coluna para os países de baixa renda.

A região sombreada delimita um intervalo de confiança ao nível de 5% de significância, calculado a partir de 500 simulações de Monte Carlo. Independente da amostra, observa-se que todas as variáveis convergem para o equilíbrio após um período de choque, confirmando que as variáveis do modelo são estacionárias.

A análise para os 35 países da OCDE, mostram que embora um choque positivo de um desvio padrão na variável capital humano alocado no setor de pesquisa provoque um efeito nulo sobre o PIB *per capita*, esta não se apresenta estatisticamente significativa. Porém, o mesmo efeito não se observa sobre a produção de ideias que apresentou um efeito positivo e forte no primeiro ano. Embora seja um efeito de curto prazo, esse resultado é diferente do encontrado por Pessoa (2005) e Ulku (2007).

Por outro lado, um choque positivo de um desvio padrão nas variáveis novas ideias e estoque de ideias com obsolescência de 5%, têm efeitos positivos e prolongados sobre o PIB *per capita*. Esse é um resultado importante, uma vez que sendo o capital humano alocado no setor de pesquisa responsável pela produção de ideias, pode significar que o efeito desse capital humano sobre o PIB ocorre de forma indireta através do processo de acumulação de ideias.

Figura 1 – Funções de impulso-respostas da Função de Produção



Fonte: Elaboração própria.

Também se observa que as novas ideias tem uma relação positiva e prolongada com o estoque de ideias acumulado com obsolescência, o que sinaliza um impacto persistente no tempo dessa variável. Além disso, ambos os coeficientes são estatisticamente significativos a 1%. Tais resultados, corrobora com os achados de Pessoa (2005) e se diferenciam dos encontrados por Porter e Stern (2000).

Para o capital humano fora do setor de pesquisa, um choque positivo nessa variável tem efeitos positivos tanto para o PIB *per capita* quanto para a produção de ideias, sendo mais forte sobre a produção de novas ideias. Esse resultado é consistente com os encontrados por Belazreg e Mtar (2020).

No mesmo sentido, um choque positivo nos gastos com P&D domésticos também têm efeitos positivos sobre o PIB *per capita* e sobre a produção de ideias, cujos coeficientes se mostram estatisticamente significativos a 1% e 5%, respectivamente.

Um choque positivo na variável gastos em P&D total na OCDE, gera *spillovers* positivos sobre os demais países, sendo maior sobre a produção de conhecimento, embora seja mais prolongado sobre o PIB *per capita*. Como mostra a decomposição da variância, 13% da variação da produção de novas ideias passa a ser explicada pelo gasto total em P&D na OCDE no último ano. Por isso, além dos canais de difusão de tecnologia mostrados por Ang e Madsen (2015), os gastos em P&D parecem ser outra

fonte de difusão de conhecimento.

Não obstante, a amostra de 35 países possui economias com diferentes níveis de renda *per capita*, de modo que tentar separar a análise por países com renda acima da média da OCDE e abaixo da média, pode proporcionar resultados mais eficientes. Sendo assim, as Figuras 1 e 2, também mostram as funções de impulso-respostas para essas duas amostras separadamente.

Diferentemente da amostra completa, um choque na variável PIB *per capita* causa um efeito positivo sobre a própria variável nas duas amostras em foco. Porém, não apresentou a mesma persistência sobre a produção de ideias.

Para os países com renda abaixo da média, um choque positivo de um desvio padrão na variável PIB *per capita* tem um efeito positivo sobre a própria variável PIB *per capita* e sobre a produção de ideias, sendo mais forte nesta última. Porém, além de ser estatisticamente significativa a 1%, o efeito sobre o PIB *per capita* se torna mais persistente no tempo, alcançando o estado estacionário a partir do quinto ano após o choque. Na amostra de países com renda acima da média, os efeitos embora positivos têm impactos menores e por um período mais curto de tempo.

Já o efeito de um choque na variável novas ideias tem um impacto positivo sobre o PIB dos países com renda baixa, mas não é estatisticamente significativa. Isso sinaliza que os países pobres parecem apresentar dificuldades em transformar novas ideias em crescimento, o que pode ser o resultado de inovações pouco expressivas em relação as inovações dos países ricos. No caso dos países com renda alta, o efeito é positivo e estatisticamente significativa a 1%. Porém, o efeito é maior nos primeiros anos após o choque. Em relação a função de produção de ideias, o efeito é negativo no primeiro ano, em que o estado estacionário é alcançado já no segundo ano após o choque em ambas as amostras, sendo estatisticamente significativo a 1%. O que de certo modo, confirma o resultado da mostra completa.

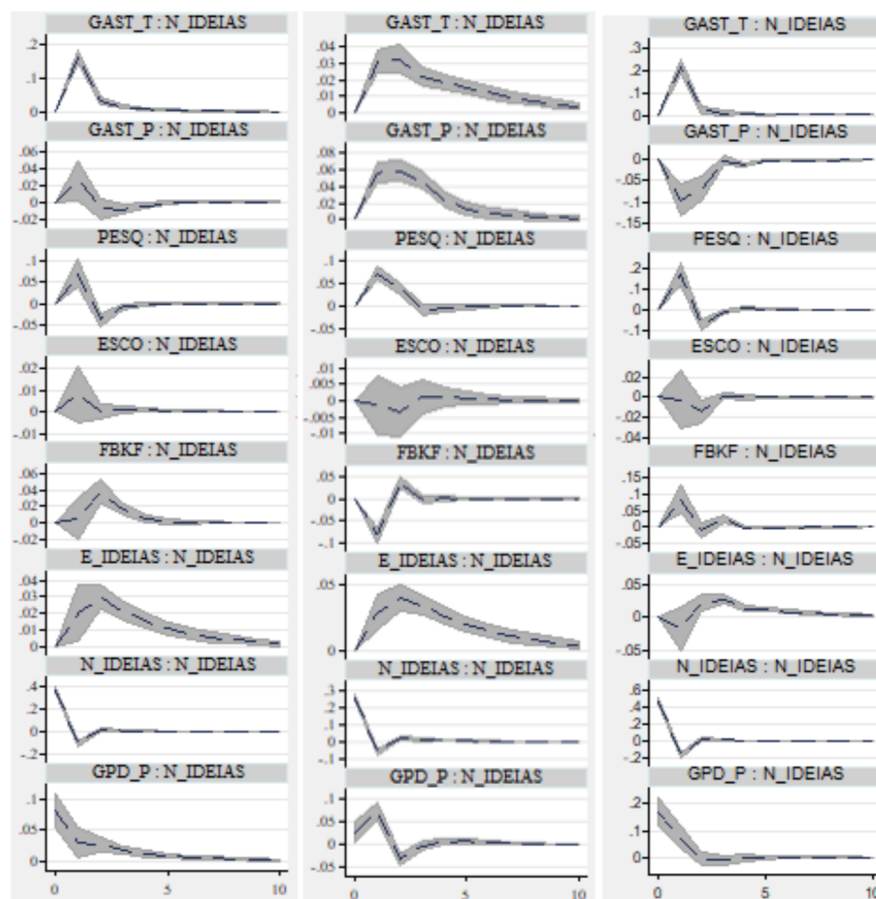
Entretanto, o resultado é positivo e persistente no tempo quando o choque é no estoque de conhecimento com obsolescência para os países de alta renda, ocorrendo o aumento da produção de novas ideias. Nos países de baixa renda, o efeito inicial é negativo, mas se torna positivo a partir do segundo ano. Esses resultados são respaldados pela teoria do crescimento endógeno de primeira geração, Romer (1990) e Jones (1995), uma vez que a produção de novas ideias aumenta em virtude do estoque de ideias acumulado.

Todavia, o efeito neutro entre inovação e crescimento econômico encontrado por Belazreg e Mtar (2020) não se confirma em nossos resultados. Embora seja menos intensivo em ambas as amostras, o efeito da inovação sobre o PIB *per capita* é positivo.

Um choque na variável capital físico (FBKF), no caso dos países de renda baixa, tem um efeito positivo tanto sobre o PIB *per capita* quanto sobre a produção de ideias, impactando a renda *per capita* até o quinto ano, quando alcança o estado estacionário. Para os países com renda alta, o choque na FBKF tem o efeito esperado sobre o PIB, mas é negativo sobre a produção de ideias no primeiro ano. Contudo, são efeitos de curto prazo, o estado estacionário é alcançado já no terceiro ano. Esse comportamento do capital físico pode ser uma evidência de retornos decrescentes, uma vez que o estoque inicial de capital físico desses países é alto.

Diferentemente do esperado, um choque positivo de um desvio padrão no

Figura 2 – Funções de impulso-respostas da Função de Produção de Ideias



Fonte: Elaboração própria.

capital humano fora do setor de pesquisa tem efeitos pouco expressivo tanto sobre o PIB *per capita* quanto sobre a produção de novas ideias nos países de alta e baixa renda, embora ambos sejam estatisticamente significativos a 1%. Resultados similares através de técnicas diferentes foram também encontrados por Ulku (2007), porém não sendo significativo estatisticamente. Ang e Madsen (2015) encontram resultados positivos, mas insignificantes estatisticamente. Segundo os autores, esses resultados indicam que a variável capital humano fora do setor de P&D tem efeitos temporários na produção de ideias, uma vez que apenas parte das pessoas instruídas é empregada de fato no setor de pesquisa. No entanto, nossos resultados não captaram esses efeitos.

O choque positivo na variável capital humano no setor de pesquisa, para os países de renda baixa, produz um leve efeito negativo sobre o PIB *per capita* no terceiro ano, mas essa variável se apresentou estatisticamente significativa a 10%. Para a produção de ideias o efeito positivo é forte no primeiro ano e negativo no segundo, embora o efeito líquido seja positivo. Nos países de renda alta, o choque provoca também um leve efeito positivo até o terceiro ano para a produção de ideias e até o quarto ano para o PIB *per capita*, ambos estatisticamente significativos a 1%.

Portanto, o efeito de um choque favorável na variável pesquisadores se torna maior nos países de renda baixa, sobretudo para a produção de ideias, em que o coeficiente estimado é maior que a unidade como visto na Tabela 13 no Apêndice.

Esses resultados parecem confirmar a previsão de Jones (1995), já que os países de renda baixa possuem um estoque de capital humano pequeno. Por outro lado, tais resultados se contrapõem aos encontrados por Ulku (2007), em que o aumento do número de pesquisadores só causa efeito positivo sobre os países com renda alta. Todavia, suas estimativas não são confiáveis, pois como afirmado pelo próprio autor, os instrumentos adicionais utilizados na estimativa MGM não passaram em alguns testes de validade.

Por outro lado, o aumento do gasto com pesquisa e desenvolvimento não significa necessariamente um aumento do PIB *per capita* e da produção de ideias para os países com renda abaixo da média da OCDE. Um choque positivo de um desvio padrão nesta variável tem um efeito negativo para ambos, cujos coeficientes estimados se mostraram estatisticamente significativos a 1%.

Mas o mesmo não se observa para os países de renda alta, uma vez que o choque favorável em gastos com P&D tem um efeito positivo e de certo modo, duradouro para o PIB *per capita* e para a produção de ideias. O estado estacionário é alcançado a partir do sétimo ano. Deste modo, talvez o argumento de Romer (1990) deva ser qualificado, uma vez que políticas públicas via gasto em P&D parecem obter resultados positivos apenas em países que já possuem uma renda elevada. Isso pode ocorrer pelo fato dos países de renda alta possuírem maiores produtividades e/ou pelo conhecimento existente permitir uma maior eficiência e aproveitamento dos gastos em P&D.

Entretanto, um choque favorável no gasto total em P&D nos países da OCDE é positivo para os países de renda alta e baixa, sobretudo para a produção de ideias. Parece ocorrer *spillovers* de conhecimento do tipo *standing-on-the-shoulders* dos países de renda alta para os países de renda baixa que facilitam o processo de inovação nestes últimos, uma vez que o efeito é maior sobre a amostra de países de baixa renda. Esses resultados encontrados sugerem que tais países se beneficiam mais dos esforços de P&D estrangeiro do que os países de alta renda, o que pode contribuir para a convergência de suas respectivas rendas *per capita*.

1.6 Conclusões e Implicações de Políticas

O presente ensaio procurou avaliar as interações de impulso-repostas de choques nas variáveis das funções de produção e de ideias a partir do método de *Panel Data Vector Autoregressive* (PVAR). A fundamentação teórica dessas funções se baseia, sobretudo, na teoria do crescimento endógeno de Romer (1990) e Jones (1995). Esses modelos de primeira geração mostram que tanto o PIB *per capita* quanto a acumulação de ideias dependem do estoque de ideias do passado e do número de pesquisadores empregados no setor de pesquisa. Em suma, o objetivo deste trabalho foi tentar mostrar se um choque favorável nessas variáveis e em outras, como o gasto em P&D, geram um efeito positivo sobre as variáveis de interesse.

Para a amostra sem discriminação dos países pela renda, a teoria do crescimento endógeno de primeira geração encontra apoio em nossos resultados. Praticamente todas as variáveis apresentaram o efeito esperado tanto para o PIB *per capita* quanto para a produção de novas ideias.

Diferenciando a amostra em países com renda acima da média e abaixo da média, a teoria do crescimento endógeno de Romer e Jones encontram apoio em

nossos achados. O estoque de ideias acumulado tem efeito positivo nas duas amostras, embora efeitos não contemporâneos para os países de baixa renda. Essa teoria também encontra apoio quando a variável analisada é o capital humano envolvido com pesquisa. O aumento do número de pesquisadores tende a aumentar tanto o PIB *per capita* quanto a produção de conhecimento novo.

A suposição de Romer de que políticas públicas no sentido de incentivar o a produção de ideias pode contribuir para o crescimento econômico tem respaldo empírico no gasto total da OCDE, de modo que um aumento do gasto em P&D tende a gerar *spillovers* em todas as amostras analisadas. Todavia, a afirmação de Romer não encontra apoio quando a variável em foco é o gasto em P&D doméstico nos países de baixa renda, de forma que um aumento no gasto em P&D tende a gerar efeitos negativos sobre as variáveis de interesse.

Dado que o propósito da teoria do crescimento é procurar apontar o que os países com renda *per capita* baixa devem fazer para alcançar uma renda de economia desenvolvida, vamos concentrar as implicações de políticas na amostra de países com renda abaixo da média da OCDE.

Nossos resultados sugerem que os países de baixa renda devem implementar políticas econômicas que tenham por objetivo facilitar ou acelerar o processo de difusão tecnológica derivados dos gastos em P&D dos países inovadores, bem como pelo processo de acumulação de capital fixo. Se por um lado, nossos resultados sinalizam que o investimento em capital humano no setor de pesquisa pode aumentar a produção de novas ideias, por outro lado, a literatura mostra que o investimento em capital humano pode contribuir para absorver de forma mais rápida o conhecimento estrangeiro. Contudo, os resultados mostraram que o gasto em P&D doméstico não tem alcançado o objetivo proposto por tais políticas nos países com baixa renda, sendo ineficiente para aumentar o PIB *per capita* e a produção de novas ideias. Por outro lado, alguns resultados indicam que os países com renda abaixo da média são capazes de aumentar a produção de novas ideias, mas sem impacto sobre o crescimento econômico. Todas essas questões devem ser analisadas para se entender tais deficiências presentes nesses em tais países.

No entanto, os resultados encontrados nesta pesquisa geram inquietações que podem ser melhor exploradas em outros estudos, seja pelo mesmo método utilizado ou por outras metodologias, em especial na questão do gasto em P&D e nos *spillovers* estrangeiros. Por exemplo, este trabalho não separa o gasto em P&D do setor privado e do setor público, além disso não faz a discriminação dos efeitos de *spillovers* de gastos realizados nos países de alta e de baixa renda da OCDE, dos gastos realizados fora da OCDE. Outra ausência são os *spillovers* derivados do estoque de ideias da OCDE e de outros países fora da OCDE. Essas questões podem ser abordadas em um novo ensaio e, portanto, ficam como sugestões de pesquisas futuras.

1.7 APÊNDICE

Tabela 2 – Teste FIV e Teste CSD: todos os países da OCDE

	VIF	1/VIF	VIF	1/VIF	CD-test	P-Valor	Corr	abs
GPD	1.66	0.603	n.d.	n.d.	46.07	0.000	0.390	0.396
N_{IDEIAS}	n.d.	n.d.	1.11	0.900	35.06	0.000	0.296	0.323
E_{IDEIAS}	1.18	0.844	1.27	0.784	83.55	0.000	0.706	0.733
PESQ	1.12	0.895	1.11	0.898	4.04	0.000	0.034	0.144
FBKF	1.59	0.629	1.11	0.902	28.27	0.000	0.239	0.265
ESCO	1.00	0.996	1.00	0.995	27.03	0.000	0.229	0.409
$GAST_P$	1.27	0.788	1.24	0.803	118.26	0.000	1.000	1.000
$GAST_T$	1.22	0.822	1.22	0.822	14.90	0.000	0.126	0.205
Média VIF	1.29	-	1.15	-	-	-	-	-

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3 – Teste FIV e Teste CSD para os países de renda alta

	VIF	1/VIF	VIF	1/VIF	CD-test	P-Valor	Corr	abs
GPD	1.93	0.519	n.d.	n.d.	29.50	0.000	0.473	0.473
N_{IDEIAS}	n.d.	n.d.	1.11	0.900	35.06	0.000	0.296	0.323
E_{IDEIAS}	1.13	0.882	1.14	0.880	59.08	0.000	0.948	0.948
PESQ	1.16	0.861	1.16	0.863	5.92	0.060	0.095	0.171
FBKF	1.85	0.539	1.08	0.926	18.48	0.000	0.336	0.363
ESCO	1.09	0.916	1.09	0.916	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
$GAST_P$	1.17	0.855	1.24	0.806	26.73	0.000	0.429	0.626
$GAST_T$	1.27	0.789	1.24	0.803	14.34	0.000	0.230	0.261
Média VIF	1.37	-	1.15	-	-	-	-	-

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4 – Teste FIV e Teste CSD para os países de baixa renda

	VIF	1/VIF	VIF	1/VIF	CD-test	P-Valor	Corr	abs
GPD	3.12	0.320	n.d.	n.d.	23.55	0.000	0.312	0.336
N_{IDEIAS}	n.d.	n.d.	1.24	0.805	11.82	0.000	0.145	0.219
E_{IDEIAS}	1.20	0.832	1.38	0.726	41.40	0.000	0.510	0.553
PESQ	1.26	0.794	1.26	0.796	1.88	0.060	0.035	0.209
FBKF	2.86	0.350	1.31	0.764	18.48	0.000	0.336	0.363
ESCO	1.02	0.979	1.02	0.976	-0.22	0.823	-0.002	0.208
$GAST_P$	1.29	0.772	1.29	0.772	83.85	0.000	1.000	1.000
$GAST_T$	1.51	0.664	1.48	0.676	6.46	0.000	0.084	0.172
Média VIF	1.75	-	1.28	-	-	-	-	-

Fonte: Elaboração própria. Nota: n.d. indica não disponível.

Tabela 5 – Testes de Raiz Unitária em Painel para os países da OCDE

<i>Variáveis</i>	<i>Países da OCDE</i>			
	<i>IPS</i>		<i>ADF-Fisher</i>	
	Pvalor	t	Pvalor	t
PESQ	0.00	-13.88	0.00	-18.01
ESCO	0.00	-19.93	0.00	-30.47
E_{IDEIAS}	0.00	-17.89	0.00	-25.55
N_{IDEIAS}	0.00	-13.04	0.00	-17.76
GDP_P	0.00	-15.02	0.00	-22.03
FBKF	0.00	-15.93	0.00	-28.80
$GAST_P$	0.00	-15.49	0.00	-21.16
$GAST_T$	0.00	-13.33	0.00	-16.55

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 6 – Testes de Raiz Unitária em Painel para os países de renda alta

<i>Variáveis</i>	<i>Países de Alta Renda</i>			
	<i>IPS</i>		<i>ADF-Fisher</i>	
	Pvalor	t	Pvalor	t
PESQ	0.00	-9.532	0.00	-12.24
ESCO	0.00	-12.07	0.00	-17.63
E_{IDEIAS}	0.00	-11.46	0.00	-15.55
N_{IDEIAS}	0.00	-9.907	0.00	-13.17
GDP_P	0.00	-12.09	0.00	-17.25
FBKF	0.00	n.d.	0.00	-23.65
$GAST_P$	0.00	-9.67	0.00	-12.81
$GAST_T$	0.00	-14.18	0.00	-21.88

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 7 – Testes de Raiz Unitária em Painel para os países de renda baixa

<i>Variáveis</i>	<i>Países de Baixa Renda</i>			
	<i>IPS</i>		<i>ADF-Fisher</i>	
	Pvalor	t	Pvalor	t
PESQ	0.00	-10.10	0.00	-13.22
ESCO	0.00	-15.91	0.00	-25.04
E_{IDEIAS}	0.00	-13.72	0.00	-20.31
N_{IDEIAS}	0.00	-8.636	0.00	-12.09
GDP_P	0.00	-8.952	0.00	-13.66
FBKF	n.d.	-10.57	0.00	-17.54
$GAST_P$	0.00	-12.12	0.00	-16.92
$GAST_T$	0.00	-11.31	0.00	-14.56

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 8 – Testes de Seleção dos Modelos

lags	MBIC			MAIC			MQIC		
	OCDE	Alta Renda	Baixa Renda	OCDE	Alta Renda	Baixa Renda	OCDE	Alta Renda	Baixa Renda
1	-908.35	-881.11	-874.10	-31.011	-113.32	-157.92	-369.86	-417.29	-444.28
2	-630.52	-593.78	-574.15	-45.632	-81.92	-96.70	-271.53	-284.56	-287.60
3	-268.06	-272.50	-261.39	-24.386	-16.57	-22.66	-88.564	-117.89	-118.11

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 9 – Causalidade de Granger da Função de produção e Inovação dos 35 países da OCDE

Equação/Excluída		chi2	df	Prob > chi2
GPD	N_{IDEIAS}	7.741	1	0.005
	E_{IDEIAS}	30.713	1	0.000
	FBKF	62.796	1	0.000
	ESCO	14.719	1	0.000
	PESQ	0.858	1	0.354
	$GAST_p$	14.826	1	0.000
	$GAST_T$	15.408	1	0.000
	ALL	204.283	7	0.000
N_{IDEIAS}	GPD	1.423	1	0.233
	E_{IDEIAS}	30.602	1	0.000
	FBKF	2.131	1	0.144
	ESCO	6.290	1	0.012
	PESQ	15.733	1	0.000
	$GAST_p$	2.901	1	0.089
	$GAST_T$	299.522	1	0.000
	ALL	427.259	7	0.000

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 10 – Causalidade de Granger da Função de produção e Inovação dos países de Alta renda

Equação/Excluída		chi2	df	Prob > chi2
GPD	N_{IDEIAS}	21.657	1	0.000
	E_{IDEIAS}	3.043	1	0.081
	FBKF	8.328	1	0.004
	ESCO	13.218	1	0.000
	PESQ	10.371	1	0.001
	$GAST_p$	2.152	1	0.142
	$GAST_T$	15.528	1	0.000
	ALL	109.010	7	0.000
N_{IDEIAS}	GPD	162.715	1	0.000
	E_{IDEIAS}	33.330	1	0.000
	FBKF	118.755	1	0.000
	ESCO	91.517	1	0.000
	PESQ	61.620	1	0.000
	$GAST_p$	72.919	1	0.000
	$GAST_T$	84.280	1	0.000
	ALL	550.302	7	0.000

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 11 – Causalidade de Granger da Função de produção e Inovação dos países de baixa renda

Equação/Excluída		chi2	df	Prob > chi2
GPD	N_{IDEIAS}	0.074	1	0.785
	E_{IDEIAS}	39.358	1	0.081
	FBKF	22.606	1	0.004
	ESCO	26.405	1	0.000
	PESQ	1.391	1	0.238
	$GAST_p$	6.312	1	0.012
	$GAST_T$	50.108	1	0.000
	ALL	284.086	7	0.000
N_{IDEIAS}	GPD	2.257	1	0.133
	E_{IDEIAS}	38.701	1	0.000
	FBKF	17.456	1	0.000
	ESCO	133.522	1	0.000
	PESQ	70.022	1	0.000
	$GAST_p$	29.184	1	0.000
	$GAST_T$	280.372	1	0.000
	ALL	617.392	7	0.000

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 12 – Coeficientes da Função de Produção Estimados via GMM-system

GPD	(OCDE)	(Alta Renda)	(Baixa Renda)
GPD_{t-1}	0.0191 (0.42)	0.1802*** (5.26)	0.4027*** (10.32)
$N_{IDEIAS_{t-1}}$	0.0030*** (2.78)	0.0067*** (4.65)	-0.0002 (-0.27)
$E_{IDEIAS_{t-1}}$	0.0279*** (5.54)	0.0059* (1.74)	0.0240*** (6.27)
$FBKF_{t-1}$	0.1159*** (7.92)	0.0324*** (2.89)	0.0592*** (4.75)
$ESCO_{t-1}$	0.0029*** (3.84)	0.0082*** (3.64)	0.0030*** (5.14)
$PESQ_{t-1}$	-0.0135 (-0.93)	0.0636*** (3.22)	0.0160 (1.18)
$GAST_{Pt-1}$	0.0476*** (3.85)	0.0227 (1.47)	-0.0244** (-2.51)
$GAST_{Tt-1}$	0.1523*** (3.93)	0.0590*** (3.94)	0.2898*** (7.08)

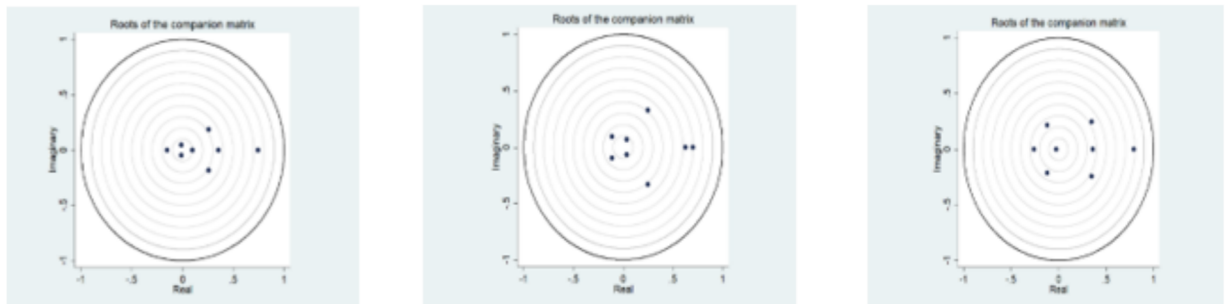
Fonte: Elaboração própria.

Tabela 13 – Coeficientes da Função de Produção de Ideias Estimados via GMM-system

GPD	(OCDE)	(Alta Renda)	(Baixa Renda)
GPD_{t-1}	-0.7366 (-1.19)	5.0089*** (12.76)	-1.098 (-0.64)
$N_{IDEIAS_{t-1}}$	-0.2586*** (-8.99)	-0.2466*** (-14.30)	-0.2380*** (-13.67)
$E_{IDEIAS_{t-1}}$	-0.3963*** (-5.53)	-0.1557*** (-5.77)	-0.5206*** (-6.30)
$FBKF_{t-1}$	-0.3053 (-1.46)	-1.4567*** (-10.90)	1.0941*** (3.53)
$ESCO_{t-1}$	0.0356** (2.51)	0.1606*** (9.57)	0.0766*** (9.28)
$PESQ_{t-1}$	1.0756*** (3.97)	0.8869*** (7.85)	3.0994*** (8.12)
$GAST_{Pt-1}$	0.3017* (1.70)	1.1548*** (8.54)	-1.0784*** (-3.98)
$GAST_{Tt-1}$	10.2808*** (17.31)	1.5376*** (9.18)	14.0936*** (15.94)

Fonte: Elaboração própria.

Figura 3 – Condição de estabilidade para todos os países da OCDE, de alta renda e de baixa renda respectivamente



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 14 – Estatística Descritiva das Variáveis

Amostra	GP	GPD	NIDEIAS	PESQ	ESCO	FBKF	EIDEIAS	GASTP	GASTT
OCDE	Média	31872.4	80	3274	224	6997.5	24118	586.7	697.8
	Min.	3699	0	159	109	319	0	26.2	395.4
	Max	111968	627	21714	1540	22529.5	501628	2185	1023
	DP	20091.8	107.7	3032.8	219.9	4371.5	64656.7	460.43	185.2
Baixa Renda	Média	20140.8	28	2073	144	4587.3	4049	332.4	697.8
	Min.	3699	0	159	109	319	0	26.2	395.4
	Max	71755.9	241	7458	544	24856	64661	1767.8	1023.8
	DP	12962.6	44.8	1317.6	94.4	3237.3	10016.9	334.8	185.3
Alta Renda	Média	46506.0	147	4461	318	9851.6	50737	904.8	697.8
	Min.	21453.8	2.0	502	17	3056.1	2	180.7	395.4
	Max	111968.0	627	21714	1540	22529.5	501628	2185	1023
	DP	17661.8	125.3	3708.7	279.5	3783.5	91415.5	393.7	185.3

Fonte: Elaboração própria.

2 Difusão Internacional de Conhecimento nas Economias da OCDE: uma abordagem com dados em painel dinâmico

Resumo

Os países que desenvolvem pouca ou nenhuma atividade de P&D podem se beneficiar de alguns canais internacionais de difusão de tecnologia para obter um maior crescimento econômico. Assim, este ensaio explora se os países da OCDE, principalmente os não inovadores, têm se beneficiado da tecnologia estrangeira em seu processo de produção de novas ideias. Portanto, o objetivo deste trabalho é estimar a função de produção de ideias para os países da OCDE considerando o gasto em P&D e alguns canais internacionais de difusão de tecnologia, como o Investimento Direto Estrangeiro (IDE), o grau de abertura comercial e o *gap* tecnológico. Isso será realizado através de um painel dinâmico, adotando o método generalizados de momentos (MGM-System). Dos canais de difusão, o *gap* tecnológico se mostrou o mais expressivo. Considerando apenas os países não inovadores da OCDE, o canal de difusão tecnológica por IDE se mostrou pouco relevante, e o grau de abertura não foi significativo estatisticamente. Esses resultados indicam que a difusão de tecnologia por estes canais requerem algum nível de conhecimento inicial.

Palavras-chave: Inovação; Painel dinâmico; Patentes.

Abstract

Countries that have little or no R&D activity can benefit from some international technology diffusion channels to achieve greater economic growth. Thus, this essay explores whether OECD countries, especially non-innovators, have benefited from foreign technology in their process of producing new ideas. Therefore, the objective of this work is to estimate the production function of ideas for OECD countries considering spending on R&D and some international technology diffusion channels, such as Foreign Direct Investment (FDI), the degree of trade openness and the gap technological. This will be accomplished through a dynamic panel, adopting the generalized method of moments (MGM-System). Of the diffusion channels, the technological gap proved to be the most expressive. Considering only non-OECD innovative countries, the channel for technological diffusion by FDI proved to be of little relevance, and the degree of openness was not statistically significant. These results indicate that the diffusion of technology through these channels requires some level of initial knowledge.

Keywords: Innovation; Dynamic panel; Patents.

2.1 Introdução

Na teoria do crescimento endógeno a produção de conhecimento é o motor do crescimento econômico, o qual provoca mudanças tecnológicas que são o resultado dos esforços de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) derivados de agentes maximizadores de lucro. Assim, a função de produção de ideias¹, torna-se a base da teoria do crescimento econômico endógeno.

Romer (1990) e Jones (1995) iniciaram um debate e passaram a discutir a forma funcional da função de produção de ideias, cuja diferença nos trabalhos dos autores se dá entre os retornos de escala do conhecimento em relação ao número de pesquisadores e ao estoque de conhecimento acumulado no passado.

Para Aghion et al. (1998), a discussão ocorre em torno da presença ou não de retornos marginais decrescentes de escala dos fatores que compõem a função de produção de ideias. Na função de produção de ideias de Jones (1995), que é uma versão mais geral que a proposta por Romer (1990), de acordo com os retornos de escala a função de produção pode apresentar dois efeitos distintos. Caso os retornos de escala sejam crescentes, a produtividade do setor de pesquisa aumenta em uma proporção maior ao aumento dos fatores da função. Por outro lado, os retornos serão decrescentes quando o aumento da produtividade é menor do que o aumento dos fatores da função de produção de ideias. No primeiro caso, a literatura denominou de efeito "*standing-on-the-shoulders*" e o segundo caso de "*the fishing out*" ou ainda de "*raising-the-bar*" quando a produção de novas ideias é dificultada pela elevação do nível de ideias descobertas.

Segundo Romer (1990), esses *spillovers* ocorrem porque as ideias são caracterizadas por serem não excludente e não rival, de modo que não há como excluir ninguém de seus benefícios. Dessa forma, um país atrasado tecnologicamente pode se beneficiar de *spillovers* dos países que estão à frente no processo de inovação. No entanto, a literatura empírica² mostra que também pode ocorrer efeitos negativos sobre a produtividade do setor de pesquisa. Assim, nada garante a priori que ocorra o transbordamento positivo do conhecimento das economias que estão próximas da fronteira tecnológica para as economias emergentes.

Entretanto, é importante mencionar que embora a teoria do crescimento econômico de um modo geral passe a intuição de que o processo de difusão da tecnologia ocorra de forma automática, no qual os países atrasados tecnologicamente se beneficiariam mais do que os países próximos a fronteira tecnológica, esse transbordamento depende de alguns fatores. Por exemplo, segundo Westphal, Kim e Dahlman (1985), o sucesso da difusão depende do investimento em capital humano e da qualidade das instituições. Já conforme Nelson e Phelps (1966) e Abramovitz (1986), o transbordamento do conhecimento será aproveitado pelos países que possuem competências técnicas, comerciais, industriais e financeiras. No mesmo sentido, para Acemoglu e Robinson (2002) as instituições políticas explicam em parte a dificuldade dos países atrasados não desenvolverem uma capacidade de absorção de conhecimento significativa.

¹ A função de produção de ideias mostra a quantidade de ideias/conhecimento/ inovações criadas em um período de tempo a partir do nível de conhecimento acumulado no passado e do número de pesquisadores alocados no setor de P&D.

² Vide Archibugi e Iammarino (2002) e Damijan et al. (2003).

Diante disso, diversos autores do campo da teoria do crescimento endógeno passaram a investigar empiricamente as propriedades da função de produção de ideias, ocorrendo a partir de então uma diferenciação entre os modelos de primeira geração³, dos modelos de segunda geração⁴ e dos modelos de crescimento schumpeterianos⁵. Esses novos modelos passaram a permitir outros canais de difusão do conhecimento, sobretudo, canais internacionais.

O trabalho de Coe e Helpman (1995) foi pioneiro nesse aspecto, em que incorporou os *spillovers* internacionais em relação a produtividade total dos fatores. Os autores consideram os gastos em P&D domésticos e estrangeiros como *proxy* para os estoques de conhecimento doméstico e estrangeiro, respectivamente. A participação das importações no PIB foi utilizada como peso no estoque de conhecimento estrangeiro. A metodologia adotada por Coe e Helpman (1995) foi a de cointegração em dados de painel para uma amostra de 22 países da OCDE, dos quais 7 são desenvolvidos. Os resultados mostraram que as economias periféricas têm uma elasticidade maior do que as economias desenvolvidas em relação ao estoque de conhecimento estrangeiro e esse efeito é maior, quanto maior for a abertura comercial do país⁶.

Realizando um exercício similar a Coe e Helpman (1995), Porter e Stern (2000) consideram separadamente o estoque de conhecimento doméstico e do mundo sobre a função de produção de ideias para 16 países da OCDE. Os resultados encontrados através de dados em painel, mostram que a produção doméstica de novas ideias é constante ou está diminuindo à medida que o estoque de conhecimento doméstico ou do mundo aumenta.

Ulku (2007) estima a função de produção de ideias para 41 economias da OCDE e não-OCDE através do método generalizado dos momentos em diferença, procurando observar os impactos do capital humano e de canais internacionais de difusão do conhecimento como abertura comercial e importações de bens manufaturados. Os coeficientes estimados se mostraram positivos e significativos apenas para a amostra de países inovadores.

No entanto, Luintel et al. (2008) encontraram resultados diferentes daqueles obtidos por Porter e Stern (2000). Utilizando os dados de patentes triádicas⁷ como *proxy* para a inovação em um painel para 19 países da OCDE, os autores estimam a função de produção de ideias procurando abordar as questões de heterogeneidade entre os países no processo de difusão do conhecimento. Os resultados encontrados mostram que o estoque de conhecimento estrangeiro exerce um efeito líquido positivo sobre a produção de novas ideias domésticas. Porém, esse efeito tende a ser maior quanto menor for o nível de estoque de ideias doméstico e maior o número de pesquisadores.

Diferentemente dos trabalhos anteriores, Lin (2010) analisou os efeitos do bem-

³ Vide Romer (1990), Jones (1997) e Aghion e Howitt (1992).

⁴ Vide Segerstrom (1998).

⁵ Vide Aghion et al. (1998), Pareto (1998) e Howitt (1999).

⁶ Com o avanço e o surgimento de novas técnicas de cointegração de dados em painel nos anos 2000, Coe, Helpman e Hoffmaister (2009) fizeram uma revisão do trabalho de Coe e Helpman (1995), incluindo variáveis institucionais, como a proteção de patentes. Os resultados encontrados confirmaram os achados da primeira versão e ao mesmo tempo mostraram que países com instituições sólidas e fortes se beneficiaram mais de seus próprios esforços de P&D e dos *spillovers* internacionais de P&D.

⁷ Também se utilizará desse indicador neste ensaio, em que sua definição será realizada na terceira seção deste trabalho.

estar global da transferência ou difusão tecnológica internacional para economias em desenvolvimento via IDE, comércio internacional de bens de capital, licenciamento e atividades imitativas. Para isso, utilizou-se de um modelo dinâmico de equilíbrio geral de três países (Norte-Médio-Sul). Os resultados encontrados a partir de simulações mostraram que as economias médias podem se beneficiar da transferência de tecnologia via investimento direto estrangeiro (IDE), deixando as do Sul para trás.

Todavia, Seck (2012) mostra que as importações é um canal importante para a difusão de conhecimento internacional dos sete países mais industrializados (G7) para 55 países em desenvolvimento, adotando o IDE, as importações, o capital humano e as instituições de cada país como canal de difusão do conhecimento. Os resultados encontrados através de um modelo de cointegração em painel, mostra que um aumento de 10% no estoque estrangeiro de P&D provoca um aumento de mais de 2% na produtividade agregada dos países em desenvolvimento, sendo as importações o canal mais propício a difusão da tecnologia.

Contudo, segundo Ang e Madsen (2015), utilizar a produtividade total dos fatores como *proxy* para a produção de novas ideias pode incorrer em alguns problemas de medição, como o de subestimação. Assim, os autores utilizam o número de patentes solicitado por residentes domésticos como *proxy* para novas ideias e as variáveis estoque de conhecimento mundial, importações e a distância de cada país em relação a fronteira tecnológica como forma de capturar os *spillovers* internacionais. Os resultados encontrados para uma amostra de países que produzem mais de 90% das ideias do mundo se mostraram positivos para os canais de importação e distância da fronteira tecnológica. No entanto, diferentemente de Luintel et al. (2008) e similar a Porter e Stern (2000), o estoque de conhecimento mundial apresentou um efeito negativo sobre a produção de ideias.

O estudo de Madsen e Farhadi (2018) corrobora em parte com os trabalhos de Ang e Madsen (2015) e Seck (2012), de que as importações é um importante canal de difusão tecnológico. No entanto, a transmissão do conhecimento será maior e mais rápida quanto maior for a proximidade genética entre os países, ou seja, quanto mais próximo forem em termos de cultura, hábitos, costumes, instituições, crenças, valores, dentre outras proximidades. Esse resultado foi encontrado para 31 países da OCDE e não-OCDE através da realização de simulações.

Não obstante, até em meados da década de 2000, grande parte dos trabalhos desenvolvidos estimaram a função de produção de ideias através do método de painel cointegrado, cujos resultados variavam a depender das especificações de intercepto, tendência e heterogeneidade dos dados, como argumentado por Keller (2004). Além disso, nas décadas seguintes, parte das estimações medem a produção de ideias pela produtividade total dos fatores⁸ e não observam a relação entre a produção de ideias e as diversas variáveis relacionadas com a inovação. Portanto, além de contribuir com a literatura estimando a função de produção de ideias em um período ainda não explorado (1985-2016) para um conjunto selecionado de países da OCDE, este trabalho utiliza o método de painéis dinâmicos de Arellano e Bond (1991), estimando os coeficientes via *MGM-System*, adotando as patentes de famílias triádicas como variável dependente e *proxy* para a produção de novas ideias.

⁸ A produtividade total dos fatores constitui apenas uma medida indireta da produção de novas ideias e, assim, está sujeita a possíveis erros de medição, como demonstrado por Griliches (1979), Hall (1988), Aghion et al. (1998) e Pritchett (2006).

Assim, o objetivo deste ensaio será o de estimar a função de produção de ideias para os países selecionados da OCDE com o propósito de analisar, principalmente se os países não inovadores⁹ têm se beneficiado de algum canal de difusão do conhecimento no período de 1985 a 2016. Para isso, além desta introdução e das considerações finais, este estudo se divide em mais três seções. A primeira seção descreve o modelo e a estratégia empírica adotada neste trabalho. Na seção seguinte, é realizada a descrição das variáveis. Por fim, na terceira seção, temos a discussão dos resultados.

2.2 Modelo e Estratégia Empírica

A função de produção de ideias está no centro da teoria do crescimento endógeno, uma vez que o crescimento da produtividade se deve ao progresso técnico, e este se deve a criação de novas ideias. O processo de produção de ideias é o resultado de um esforço consciente das empresas para obter novas e melhores formas de produção e produtos. Todavia, como a tecnologia é um bem público, a produção de ideias provoca alguns *spillovers* intertemporais de conhecimentos¹⁰.

Entretanto, no modelo de Romer (1990) e Jones (1995), a produção de ideias ou o avanço tecnológico de um país não pode ser afetados por *spillovers* derivados de países que estão à frente do progresso tecnológico, por exemplo. Para os autores, apenas o estoque doméstico de ideias que foi inventado no passado pode ou não facilitar a produção de novas ideias no presente.

Em Jones (1995), a produção de conhecimento é realizada no setor de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), cuja produção de ideias ($\dot{A}$) cresce de acordo com a produtividade média deste setor ($\bar{\delta}$) e do número de pesquisadores (L_A), ou seja:

$$\dot{A}_t = \bar{\delta} L_{At} \quad (2.1)$$

A produtividade média do setor de pesquisa é determinada por:

$$\bar{\delta} = \delta L_{At}^{\lambda-1} A_t^\phi \quad (2.2)$$

Em que A é o estoque acumulado de ideias; δ é uma constante maior que zero; e ϕ é um parâmetro intertemporal que captura os retornos do estoque de conhecimento anteriormente acumulado; λ é um parâmetro que captura os retornos do setor de P&D.

Substituindo a equação (2.2) em (2.1), obtemos:

$$\dot{A}_t = \delta L_{At}^\lambda A_t^\phi \quad (2.3)$$

Essa equação apresenta duas informações importantes, que a diferencia de Romer (1990). Primeiro, a produtividade do setor de pesquisa pode não aumentar proporcionalmente ao número de pesquisadores, dado que $0 < \lambda \leq 1$. A segunda informação é a presença do termo A^ϕ tem por objetivo verificar a dependência da

⁹ Como o objetivo é analisar os *spillovers* de conhecimento, consideramos os doze países com maior participação nos pedidos de patentes em 2016 como os países inovadores e os demais países da OCDE como não-inovadores.

¹⁰ Vide Keller (2004).

produtividade atual do setor de pesquisa em relação ao estoque de ideias acumulado no passado. Nesse caso, se $\phi > 0$, o estoque de conhecimento acumulado pode facilitar a descoberta de novas ideias no presente, teríamos o que a literatura chama de efeito *standing-on-the-shoulders*. Por outro lado, se $\phi < 0$, a produtividade do setor de pesquisa no presente está diminuindo devido o estoque de ideias acumulado no passado, trata-se do efeito *the fishing out*.

Não obstante, além do estoque de conhecimento doméstico a economia pode ser impactada por *spillovers* derivados de outros países através de canais como o IDE, comércio internacional e do próprio *gap* tecnológico, o que não é considerado na função de produção de Romer-Jones. Ao incluímos tais canais na função 2.3 e a considerando em sua forma logarítmica, o modelo a ser estimado é:

$$\ln \dot{A}_{it} = \psi \ln \dot{A}_{it-1} + \phi \ln A_{it} + \lambda \ln L_{Ait} + \theta \ln P_{it} + \sigma \ln F_{it} + \phi \ln g_{it} + \ln \omega T_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2.4)$$

Em que P_{it} representa os gastos doméstico em P&D; F_{it} o Investimento Direto Estrangeiro; g_t é o grau de abertura comercial; T_{it} o *gap* tecnológico¹¹. Já θ , σ , ϕ e ω são os coeficientes a serem estimados; e, por fim, ε_{it} é o termo de erro.

Portanto, tais canais de produção e difusão de conhecimento podem gerar efeitos para os coeficientes θ , σ , ϕ e ω tanto do tipo *standing-on-the-shoulders* (se $\phi > 0$) como do tipo *the fishing out* ou do tipo *raising-the-bar* (se $\phi < 0$). Esses efeitos podem ser explosivos, desde que os coeficientes estimados sejam maior do que a unidade.

Assim, para tentar verificar a relação da produção de novas ideias e os diversos canais domésticos e estrangeiros em um painel dinâmico, vamos utilizar os estimadores do método de momentos generalizados (GMM-system) desenvolvido por Arellano e Bond (1991), Arellano e Bover (1995) e Blundell e Bond (1998).

O modelo supõe que a produção de novas ideias no período corrente tende a contribuir no futuro com a produção de conhecimento. Contudo, espera-se que essa contribuição seja maior nos países não-inovadores do que nos países inovadores. Desse modo, a relação entre a produção de novas ideias e seus determinantes é investigada por meio do seguinte modelo de regressão para dados em painel:

$$\ln \dot{A}_{it} = \beta_0 + \psi \ln \dot{A}_{it-1} + \phi \ln A_{it} + \lambda \ln L_{Ait} + \theta \ln P_{it} + \sigma \ln F_{it} + \phi \ln g_{it} + \ln \omega T_{it} + \eta_i + \mu_{it} \quad (2.5)$$

Em que $\dot{A}_{it-1}$ é a variável dependente defasada; o termo η_i capta os efeitos individuais não observáveis dos indivíduos e o termo μ_{it} são os distúrbios aleatórios idiossincráticos.

Todavia, a introdução da variável dependente defasada ($\dot{A}_{it-1}$) entre as variáveis explicativas se relaciona positivamente com o efeito fixo do modelo e, portanto, com o termo de erro. Desse modo, as estimativas por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) se tornam inconsistentes e enviesadas, dado que essa endogeneidade tende a gerar coeficientes sobre estimados, conferindo a ele um falso poder preditivo que se encontra

¹¹ Definição será realizada mais adiante.

presente nos efeitos individuais não observados. Por outro lado, as estimativas por *within groups* que corrige a presença de efeitos fixos, pode gerar coeficientes enviesados para o caso de painéis com uma dimensão temporal pequena (AHN; SCHMIDT et al., 1995).

Para solucionar esse problema, Arellano e Bond (1991) sugerem transformar a equação (2.5) em primeira diferença, isto é:

$$\Delta \ln \dot{A}_{it} = \beta_0 + \psi \Delta \ln \dot{A}_{it-1} + \phi \Delta \ln A_{it} + \lambda \Delta \ln L_{Ait} + \theta \Delta \ln P_{it} + \sigma \Delta \ln F_{it} + \varphi \Delta \ln g_{it} + \omega \Delta \ln T_{it} + \eta_i + \mu_{it} \quad (2.6)$$

Contudo, a variável dependente defasada continua apresentando um componente endógeno, uma vez que por definição ($\dot{A}_{it-1}$) é correlacionado com μ_{it} . No mesmo sentido, também é necessário considerar uma possível endogeneidade dos demais regressores do modelo, o que pode ser feito através da utilização de variáveis instrumentais.

A solução encontrada por Blundell e Bond (1998) para esse problema, foi instrumentalizar a variável dependente defasada e os demais regressores endógenos com variáveis ortogonais ao efeito fixo. Isto é, com o objetivo de obter um estimador MGM de máxima eficiência e menor viés possível, Blundell e Bond (1998) combinam em um único sistema a solução em primeira diferença com a equação em nível, mas instrumentalizadas, resultando em um estimador conhecido como MGM-*system*.

Além disso, a robustez das estimações pode ser testada por alguns critérios estabelecidos pela literatura¹². Primeiro, os coeficientes estimados em dois estágios (*two step*) são mais eficientes do que os estimados em um estágio (*one step*). Conforme Roodman et al. (2006), esse estimador implementado em dois estágios é assintoticamente eficiente e robusto em relação a presença de heterocedasticidade e a autocorrelação no termo de erro do modelo.

Segundo, deve-se verificar a autocorrelação dos resíduos, o que é realizado através do teste de Arellano e Bond (1991) para primeira e segunda ordens. Portanto, a estimação será consistente se rejeitar a hipótese nula de ausência de autocorrelação de primeira ordem e não rejeitar a hipótese nula de ausência de autocorrelação de segunda ordem em ambos os testes.

Terceiro, embora o estimador MGM-*system* tenha ganhos de eficiência, pode ocorrer problemas relacionados ao excesso de instrumentos. Como mostram Arellano et al. (2003), Alvarez e Arellano (2003) e principalmente Roodman (2009), para que os resultados sejam eficientes e não viesados, existe uma “*rule-of-thumb*” que exige um número de instrumento menor ou igual ao número de unidades transversais, ou seja, da quantidade de países presente em cada amostra selecionada neste trabalho.

Por fim, deve-se realizar os testes de sobreidentificação de instrumentos, no qual é testado a validade conjunta dos instrumentos adicionais adotados, utilizando para isso os testes de Sargan e Hansen. O teste de Sargan é um teste de restrições sobreidentificadoras que verifica a validade conjunta dos instrumentos adicionais,

¹² Vide Alvarez e Arellano (2003), Roodman et al. (2006) e Roodman (2009).

no qual a hipótese nula é de que todas as variáveis instrumentais adicionais são exógenas, de modo que sua rejeição implica que pelo menos um dos instrumentos adicionais utilizados não é exógeno. Do mesmo modo, o teste de Hansen verifica se os instrumentos adicionais são válidos, e sua hipótese nula é de que tais instrumentos não são correlacionados com o termo de erro. A rejeição da hipótese nula em qualquer um dos testes, coloca em dúvida a validade conjunta dos instrumentos adicionais utilizados.

2.3 Descrição das Variáveis

Como o objetivo deste ensaio é estimar a função de produção de ideias, mas com ênfase aos canais internacionais de difusão de conhecimento para um conjunto de países selecionados da OCDE entre 1985-2016, vamos considerar então três amostras; i) uma com as economias inovadoras da OCDE¹³; ii) uma segunda amostra com as economias não-inovadoras da OCDE¹⁴; e por fim, iii) uma terceira com todas as economias da OCDE¹⁵.

Para alcançar nosso objetivo, vamos considerar algumas *proxies*. Como medida para o nível de capital humano será o número de pesquisadores em tempo integral no setor de P&D. No caso da variável gasto em P&D, será adotada em termos *per capita*.

O estoque de conhecimento doméstico é construído pelo método de inventário permanente, permitindo uma taxa de obsolescência de 10%. A *proxy* para essa variável será o número de pedidos de patentes triádicas. Do mesmo modo, o número de novas patentes triádicas que são depositadas a cada ano será considerado como novas ideias e, assim, nossa *proxy* para a variável dependente.

A família de patentes triádicas são patentes registradas simultaneamente nos escritórios de patentes do Japão (JPO), dos EUA (USPTO) e na Europa (EPO) baseada em datas prioritárias. A escolha por esse tipo de patente se deve à ausência de alguns problemas que surgem quando são considerados as ideias patenteadas em escritórios individuais. As patentes triádicas resolvem os problemas de dupla contagem da mesma invenção em diferentes escritórios, por exemplo, pois elimina o viés doméstico de patenteamento da invenção, uma vez que a mesma regra e regulamentos se aplicam a todos os países. As ideias patenteadas têm um valor intrínseco maior, dado que a escolha por esse tipo de patenteamento tem um custo maior. Com efeito, as patentes triádicas se tornam uma medida comparável de inovações entre os países, são inovações de alta qualidade e de grande abrangência geográfica, conforme destacado por Michel e Bettels (2001), Dernis e Khan (2004) e Luintel et al. (2008).

Em relação aos canais internacionais de difusão de tecnologia, o *gap* tecnológico é determinado pela participação de cada país no número total de patentes da OCDE, de modo que quanto menor a participação, maior o *gap* tecnológico. Por um lado, espera-se que um país que se encontre distante da fronteira tecnológica tenha mais

¹³ Tais países são: Japão, EUA, Alemanha, Coreia do Sul, França, Reino Unido, Holanda, Itália, Noruega, Finlândia, Suécia e Suíça.

¹⁴ Dinamarca, Grécia, Hungria, Islândia, Irlanda, México, Nova Zelândia, Polónia, Portugal, República Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Turquia, Austrália, Áustria, Bélgica e Canadá.

¹⁵ Todas as economias da amostra de países inovadores e não inovadores. Por ausência de dados, foram retirados da amostra o Chile, Costa Rica, Israel, Colômbia, Lituânia, República Tcheca, Letônia, Luxemburgo e a Estônia

oportunidades de desenvolver novas ideias em relação a outro país que se encontre próximo da fronteira, ocorrendo uma espécie de efeito *the fishing out* na produção de novas ideias. Por outro lado, possa ser que ao se distanciar da fronteira, o padrão de tecnologia aumente¹⁶, gerando dificuldades do país emergente em copiar ou produzir novas ideias (HOWITT, 2000). Além disso, nada garante que o país que se encontra distante da fronteira tecnológica, tenha acesso a tecnologia da fronteira e com isso consiga obter vantagens tecnológicas, uma vez que para isso ocorrer é necessário a existência de algumas condições iniciais, como capital humano, instituições sólidas, investimento em P&D, dentre outras.

No caso da variável IDE, temos a razão entre o fluxo investimento direto estrangeiro e a formação bruta de capital fixo. Espera-se que o IDE tenha efeitos positivos sobre a produção de ideias, uma vez que estudos¹⁷ apontam que o IDE é um canal importante de transferência de tecnologia e de disseminação de ideias para o país hospedeiro através das empresas multinacionais.

A variável de abertura comercial é obtida a partir da razão entre a soma das exportações com as importações sobre o PIB. O sinal esperado para essa variável é positivo, pois o aumento da concorrência expõe as empresas domésticas a práticas e tecnologias mais avançadas, induzindo-as a inovar e, portanto, criando novas ideias¹⁸. Todavia, a abertura comercial pode expor a fragilidade das empresas nacionais, de maneira que ao invés de um processo de inovação, se tenha um aumento do componente importado na estrutura produtiva do país. Com efeito, não se tem a criação de novas ideias, mas uma diminuição da capacidade de inovar da economia, de modo que o coeficiente estimado para essa variável pode ser negativo ou medíocre sobre a produção de novas ideias. Todas as variáveis foram logaritmizadas e a Tabela 15 apresenta um resumo das variáveis e suas respectivas fontes, assim como a Tabela 18 do Apêndice apresenta as estatísticas descritivas.

¹⁶ Ou os custos efetivos da inovação seja maior, o que também dificulta a produção de novas ideias.

¹⁷ Vide Holmes e Jr (2001) e Keller (2004).

¹⁸ Vide Gorodnichenko, Svejnar e Terrell (2010)

Tabela 15 – Descrição das Variáveis

<i>Variáveis</i>	<i>Descrição das Variáveis</i>	<i>Fonte</i>
Novas Ideias	Número de novos pedidos de patentes triádicas.	OCDE-Date
Estoque Doméstico	Número de pedidos de patentes triádicas calculado a partir das contagens de patentes com base no modelo de inventário permanente, com uma taxa de obsolescência de 10%.	OCDE-Date
Pesquisadores	Número pesquisadores no setor de P&D em tempo integral.	OCDE-Date
P&D	Gasto em P&D realizado por cada país.	OCDE-Date
IDE	Participação do fluxo de IDE na Formação Bruta de Capital Fixo.	Banco Mundial
Abertura Comercial	Índice calculado a partir da soma das exportações com as importações em relação ao PIB.	Banco Mundial
Gap Tecnológico	Índice calculado a partir da razão entre o número de patentes de cada país e o número total de patentes triádicas.	OCDE-Date
PIB <i>per capita</i>	Resultado da razão entre o PIB e a população do país.	Banco Mundial

Fonte: Elaboração própria.

2.4 Resultados

Inicialmente será estimado uma função de produção de ideias para as três amostras de países da OCDE e em seguida, será testada a robustez dos resultados estimando a mesma função adotando a variável PIB *per capita* como dependente.

Os resultados expostos nas Tabelas 16 e 17 foram estimados em dois estágios, obtendo um número de instrumento igual ou menor do que o número de países presente em cada amostra analisada, o que foi conseguido através da função *collapse* do comando *xtabond2* do STATA, que evita a proliferação de instrumentos. Com efeito, a “rule-of-thumb” foi atendida em todas as amostras. Observa-se ainda que os testes de Sargan e Hansen mostram que os instrumentos são válidos, uma vez que ocorreu a rejeição da hipótese nula em ambos os testes. Os coeficientes também são consistentes, dado que não se observou autocorrelação dos resíduos de segunda ordem no teste de Arellano e Bond (1991).

No que diz respeito aos coeficientes encontrados para a primeira estimação, a variável dependente defasada mostra que existe persistência da produção de novas ideias no tempo em todas as amostras, o que sinaliza que as ideias criadas no período t tende a influenciar positivamente a produção de novas ideias no período $t+1$. Isto é, um aumento de 10% de novas ideias no período corrente tende a aumentar a produção de novas ideias no período seguinte em 0,8% no caso da amostra completa e em 4,3% e 5,2% no caso dos países não inovadores e inovadores respectivamente.

Para o estoque de conhecimento doméstico acumulado, apenas o coeficiente estimado para a amostra completa se mostrou significativo estatisticamente. Nesse

caso, um aumento de 10% nessa variável gera um aumento de 6,9% na produção de novas ideias. Porter e Stern (2000) e Ang e Madsen (2015) encontraram um coeficiente também positivo para o conjunto de países da OCDE, mas a elasticidade foi maior, próxima da unidade. Já Ulku (2007) encontrou um coeficiente positivo para os países inovadores. Contudo, os autores utilizam as patentes domésticas de cada país que estão sujeitas a diferentes leis e regras, o que pode dar origem a estimativas tendenciosas.

Tabela 16 – Coeficientes Estimados por GMM-system: OCDE, 1985-2016.

<i>Novas ideias (var dependente)</i>	<i>OCDE</i>	<i>Não-Inovadores</i>	<i>Inovadores</i>
Novas ideias lag(1)	0.0800607** (0.0417)	0.433132** (0.2023)	0.5244945** (0.2209)
Estoque Doméstico	0.6990106*** (0.0715)	0.1015532 (0.1387)	0.2548144 (0.2417)
Pesquisadores	0.2413045* (0.1407)	-0.711068** (0.3052)	-0.024257 (0.2350)
P&D	-0.5806533*** (0.1393)	0.729614*** (0.2144)	-0.9648558** (0.2897)
IDE	0.0515614*** (0.0105)	0.0686742 (0.1602)	0.037199* (0.0190)
Abertura Comercial	0.0275433 (0.0791)	0.0057718 (0.2882)	0.5042606 (0.3307)
Gap Tecnológico	0.368338*** (0.0831)	0.3462167** (0.1493)	0.4061877* (0.2176)
Constante	3.705661*** (1.092)	5.201932** (2.7541)	9.618675*** (2.3064)
Teste Wald	0.000	0.000	0.000
Arellano e Bond AR(1)	0.019	0.066	0.086
Arellano e Bond AR(2)	0.503	0.172	0.104
Teste de Sargan	0.405	0.251	0.635
Teste de Hansen	0.310	0.673	0.222
Nº de instrumentos	29	13	12

Fonte: Elaboração própria.

Nota: ***significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%.

No caso da variável número de pesquisadores em período integral no setor de P&D, o coeficiente estimado foi significativo estatisticamente na amostra completa e na amostra de países não inovadores, sendo o sinal negativo apresentado nesta última. Enquanto um aumento de 10% no capital humano aumenta a produção de novas ideias em 2,4% na amostra completa, se tem uma redução de 7,1% nos países não inovadores. Segundo Bloom et al. (2020), novas ideias estão cada vez mais difíceis de encontrar, de modo que o número de pesquisadores está aumentando substancialmente e a produtividade da pesquisa está diminuindo drasticamente. Portanto, parece que essa dificuldade tem se feito presente nos países não inovadores da OCDE analisados neste ensaio.

A variável gastos em P&D se apresentou significativa em todas as amostras dos países da OCDE, porém enquanto um aumento de 10% nos gastos em P&D aumenta

a produção de novas ideias em 7,2% nos países não inovadores, reduz em 5,8% no caso da amostra completa e em 9,6% nos países inovadores. Desse modo, o gasto em P&D parece ser eficaz para aumentar a produção de conhecimento nos países não inovadores, porém com efeito não explosivo já que o coeficiente estimado foi menor que a unidade. Uma das razões para esse resultado pode ser devido ao diferencial tecnológico, de modo que o gasto em P&D consegue impulsionar a produção de ideias nos países não inovadores. Por outro lado, como os países inovadores estão sobre ou próximo a fronteira tecnológica, o efeito do gasto em P&D nesses países se torna cada vez menor, nesse caso negativo para o grupo, devido a presença de retornos marginais decrescente no gasto em P&D, o que caracteriza essa variável como do tipo "*the fishing out*" para a amostra de países inovadores.

Já o IDE, como esperado apresentou sinal positivo, no entanto, não se mostrou significativo para os países não inovadores. No caso da amostra completa e dos países inovadores, os resultados mostram que um aumento de 10% no IDE tende a aumentar a produção de novas ideias em 0,51% e 0,37%, respectivamente. Tais resultados corroboram em parte os achados de Lin (2010), uma vez que os coeficiente estimados não têm grande impacto na produção de novas ideias. Entretanto, em uma análise para 55 economias emergentes, Seck (2012) também encontra um coeficiente pequeno para esse indicador, de 0,05. Todavia, O IDE pode ser afetado por outras variáveis que não estão sendo analisadas neste trabalho, como as instituições. Segundo Buchanan, Le e Rishi (2012), a qualidade institucional tem sido uma variável importante para os investidores estrangeiros no momento de decidir em qual país investir, pois instituições fracas agem como impostos e inibem o IDE.

Já a variável *gap* tecnológico, ou seja, a distância de cada país em relação a fronteira tecnológica se mostrou positiva e significativa em todas as amostras, o que corrobora com os achados de Ang e Madsen (2015). Dessa maneira, os países não inovadores podem aproveitar do conhecimento estrangeiro presente na fronteira tecnológica para desenvolver novas ideias, porém o coeficiente estimado foi menor do que o coeficiente apresentado para os países inovadores. Isso pode ocorrer, por um lado, pelo fato de que o transbordamento do conhecimento necessite de um conhecimento mínimo prévio do país que tenha acesso ao conhecimento produzido próximo da fronteira tecnológica, como argumentado por Nelson e Phelps (1966) e demonstrado empiricamente por Madsen e Farhadi (2018), de modo que sem esse conhecimento a priori o *catch up* se torna mais difícil e lento. Por outro lado, isso pode ser o resultado de um aumento do padrão tecnológico na fronteira que tem gerado dificuldades no processo de difusão da inovação em direção aos países não inovadores, o que configura um efeito "*raising-the-bar*".

A teoria e a evidência empírica mostram que o progresso tecnológico afeta o crescimento econômico, desse modo podemos aceitar que as variáveis que afetam a inovação também afetam o PIB *per capita* de alguma forma. Sendo assim, é possível também testar a robustez dos resultados exibidos na Tabela 16, adotando o PIB *per capita* como variável dependente e, conseqüentemente, o PIB *per capita* defasado em um período como variável explicativa. Com efeito, os resultados dessa nova estimação são apresentados na Tabela 17.

Na comparação entre as duas estimações, pode-se observar que todas as variáveis que se apresentaram estatisticamente significativas na primeira estimação, também foram estatisticamente significativas na segunda estimação, exceto para a variável *gap*

tecnológico na amostra de países não inovadores e para a variável gastos em P&D da amostra de países inovadores. Além disso, independentemente da significância estatística, os sinais dos coeficientes se mantiveram os mesmos da primeira estimação, exceto para as variáveis capital humano e abertura comercial na amostra de países inovadores. Diante disso, podemos afirmar que os resultados encontrados na primeira estimação mostram indicações que são robustos. Vejamos o comportamento de cada coeficiente de forma detalhada e seu impacto sobre o PIB *per capita*.

O PIB *per capita*, como pode ser visto na Tabela 17, tem um efeito persistente no tempo sobre o PIB *per capita* em todas as amostras, o que confere uma maior confiabilidade nos resultados encontrados para a variável defasada na primeira estimação.

Tabela 17 – Coeficientes Estimados por GMM-system: OCDE, 1985-2016.

<i>PIB Per Capita (var dependente)</i>	<i>OCDE</i>	<i>Não-Inovadores</i>	<i>Inovadores</i>
PIB Per Capita lag(1)	0.6620773*** (0.0368)	0.5907774*** (0.1219)	0.5196174** (0.2626)
Estoque Doméstico	0.0697659*** (0.0236)	0.0577819** (0.0266)	0.0210844 (0.0439)
Pesquisadores	0.1104912*** (0.0326)	-0.1015018*** (0.0328)	-0.047467 (0.2076)
P&D	-0.1022866*** (0.0234)	0.1286052*** (0.0453)	0.2412619 (0.1549)
IDE	0.0017603* (0.0009)	0.0105569*** (0.0028)	0.041182*** (0.0076)
Abertura Comercial	0.1770599*** (0.0371)	0.0745385 (0.0932)	-0.042107 (0.2634)
Gap Tecnológico	0.058114*** (0.0179)	0.0066117 (0.0115)	0.0968298** (0.0341)
Constante	3.180227*** (0.6180)	3.916554*** (1.1290)	3.933999*** (1.5967)
Teste Wald	0.000	0.000	0.000
Arellano e Bond AR(1)	0.042	0.011	0.066
Arellano e Bond AR(2)	0.703	0.551	0.705
Teste de Sargan	0.189	0.136	0.356
Teste de Hansen	0.750	0.576	0.326
Nº de instrumentos	29	16	11

Fonte: Elaboração própria.

Nota: ***significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%.

No caso do estoque doméstico, embora o sinal encontrado tenha sido o mesmo da primeira estimação em todas as amostras, os coeficientes ficaram abaixo dos encontrados anteriormente, sendo significativos na amostra completa e na amostra dos países não inovadores.

Já a variável capital humano alocado no setor de pesquisa, os resultados dessa nova estimação estão de acordo com os coeficientes estimados anteriormente, sendo

positivo e significativo na amostra completa e significativo e negativamente relacionado com a produção *per capita* na amostra de países não inovadores.

O IDE apresentou o sinal esperado e significativamente estatístico em todas as amostras, diferentemente da primeira estimação quando o IDE não foi significativo na amostra de países não inovadores. No entanto, nas duas estimações os coeficientes se mostraram pouco expressivos.

Algo parecido ocorre com a variável grau de abertura comercial, a qual não se mostrou significativa estatisticamente na primeira estimação, mas na segunda foi significativa para a amostra completa dos países da OCDE. Quanto a variável *gap* tecnológico, observa-se que não apresentou significância apenas para a amostra de países não inovadores, no entanto, o sinal foi positivo para essa amostra.

Todavia, em relação ao baixo coeficiente encontrado para o IDE e para os resultados encontrados da variável grau de abertura comercial, Seck (2012) explica que a capacidade de absorção por um país da tecnologia estrangeira depende de muitos fatores, como por exemplo: instituições políticas, nível de educação, infraestrutura, semelhanças econômicas entre as atividades e investimento em capital humano. Madsen e Farhadi (2018) mostram que essa absorção se torna uma dificuldade ainda maior quando os países não apresentam proximidade genética. Além disso, possa ser que as importações e o IDE esteja proporcionando ao país hospedeiro tecnologia já absorvido pela economia, de modo que seu impacto na produção de ideias novas seja pequeno. Assim, o processo de difusão de tecnologia não é automático, de modo que tais fatores podem ser incorporados em uma nova *proxy* tanto para o IDE quanto para a variável abertura comercial, e com isso se possa encontrar coeficientes que reflitam melhor a situação de cada país.

Em termos gerais, esses resultados sugerem pelo menos seis conclusões importantes: i) os resultados são robustos estatisticamente; ii) o estoque de conhecimento acumulado no passado tende a facilitar a produção de novas ideias no futuro; iii) a variável capital humano alocado no setor de pesquisa possui um efeito do tipo “*the fishing out*” na amostra de países não inovadores, assim como a variável gasto em P&D para a amostra completa e de países inovadores; iv) parece existir um efeito “*raising-the-bar*” em relação as variáveis IDE, abertura comercial e *gap* tecnológico, uma vez que há sinalização de que os países inovadores estão se beneficiando mais do processo de difusão tecnológico em relação aos países não inovadores; v) portanto, não há indicação de que o processo de difusão internacional seja inevitável ou automático, mas que requer conhecimento e investimentos domésticos em tecnologia necessários para a absorção da tecnologia internacional, instituições melhores e eficientes como indicam os resultados encontrados para os coeficientes do IDE, grau de abertura comercial e o *gap* tecnológico; vi) as demais variáveis apresentaram um efeito “*standing-on-shoulders*”, porém com efeito não explosivo, dado que os coeficientes estimados foram menores que a unidade.

2.5 Conclusões e Implicações de Políticas

Este ensaio teve por objetivo estimar a função de produção de ideias de Romer-Jones procurando verificar a importância de alguns canais internacionais de difusão tecnológica, como o IDE, a abertura comercial e o *gap* tecnológico sobre a produção

de ideias dos países da OCDE, principalmente das economias não inovadoras. Além dessas variáveis, a função de produção estimada observa o efeito dos gastos em P&D, do estoque doméstico de conhecimento e do capital humano envolvido com a pesquisa.

A função de produção de ideias foi estimada através do método generalizado dos momentos MGM-system, adotando as patentes triádicas como *proxy* para o estoque de conhecimento acumulado e para as novas ideias. Esta última é defasada em um período para verificar se há um efeito persistente no tempo. Em um segundo momento foi realizada uma segunda estimação substituindo a variável dependente pelo PIB *per capita* como teste de robustez.

Os resultados encontrados neste ensaio sinalizam que os gastos em P&D podem contribuir para a produção de novas ideias nos países não inovadores. O *gap* tecnológico sugere que esses países se aproveitam do transbordamento de conhecimento provocado pelo distanciamento da fronteira tecnológica, porém os países inovadores estão se beneficiando mais, o que indica a existência de um efeito “*raising-the-bar*”.

Por outro lado, a relação das novas ideias com o grau de abertura comercial não se apresentou significativa estatisticamente. Já a variável pesquisadores em tempo integral não apresentou significância estatística apenas para a amostra de países inovadores, mas para os países não inovadores sua relação com a produção de novas ideias foi negativa.

Diante desses resultados, o gasto em P&D é uma variável que os países não inovadores podem utilizar como política de inovação para produzir conhecimento e inovação. Por outro lado, a variável capital humano alocado no setor de pesquisa não produz os efeitos esperados para os países não inovadores, dada a dificuldade de se encontrar uma nova ideia como afirmado por Bloom et al. (2020), fato este que deve ser considerado com cuidado em uma política de inovação.

Essas observações nos resultados podem ser analisadas por futuros trabalhos, bem como analisar a importância de outros canais internacionais de difusão do conhecimento, como o papel das instituições e do capital humano nesse processo de transbordamento. Por exemplo, será que esse efeito do capital humano permanece quando adotadas outras *proxies*? Essa diminuição da produtividade do setor de pesquisa é uma tendência em micro? Será que a qualidade institucional não tem determinado o destino do IDE? Será que a garantia do direito de propriedade e uma melhor qualidade regulatória não são determinantes importantes da inovação? O diferencial de ganhos derivados dos *spillovers* entre os países não é explicado pela qualidade institucional? Desse modo, este ensaio abre um leque de possibilidades que fica como sugestões para futuras pesquisas.

2.6 APÊNDICE

Tabela 18 – Estatística Descritiva das Variáveis

Amostra		A_t	A_{t-1}	L_{At}	P_t	F_t	g_t	T_t
OCDE	Média	1443	9114	3420	631.1	0.15	0.754	0.032
	Min.	0.0	0.15003	159	26.20	-3.21	0.124	3.56e-06
	Max	20107	146824	21030	2169.0	4.17	3.84	0.36
	DP	3543.9	24151.3	3090.8	461.5	0.4095	0.511	0.076
Não Inovadores	Média	117	723	2588	445.6	0.181	0.86	0.002
	Min.	0.0	0.15003	159	26.20	-3.21	0.186	3.56e-06
	Max	737	5104	7899	1717.3	4.17	3.84	0.13
	DP	165.4	1149.5	1613.8	404.2	0.46	0.59	0.003
Inovadores	Média	3446	21678	4634	924.0	0.13	0.59	0.08
	Min.	5.0	7.0	502	232.9	-0.172	0.124	0.0002
	Max	20107	146824	21030	2169.0	4.17	3.84	0.36
	DP	4985.3	34539.9	4152.8	389.2	0.31	0.29	0.10

Fonte: Elaboração própria.

3 Inovação e Instituições nos Países da OCDE

Resumo

A teoria do crescimento econômico endógeno passou por avanços significativos nas últimas décadas, dentre estes se encontra o papel das instituições no processo de inovação e crescimento econômico. As instituições, ao afetar a taxa de inovação de uma economia acabam impactando no crescimento desses países. Assim, este artigo busca contribuir com a literatura ao realizar um exame empírico acerca da importância das instituições na produção de novas ideias. Aplicando um painel dinâmico através do Método Generalizados dos Momentos (MGM), os resultados mostram que a qualidade institucional é importante para o progresso técnico em uma amostra selecionada de países da OCDE.

Palavras-chave: Patentes. Direito de Propriedade. Inovação.

Abstract

The theory of endogenous economic growth has undergone significant advances in recent decades, among which is the role of institutions in the process of innovation and economic growth. By affecting the innovation rate of an economy, institutions end up impacting the growth of these countries. Thus, this essay seeks to contribute to the literature by conducting an empirical examination of the importance of institutions in the production of new ideas. Applying a dynamic panel through the Generalized Method of Moments (MMG), the results show that in the period between 1996 and 2019, institutional quality was important for technical progress in a selected sample of OECD countries.

Keywords: Patents. Property right. Innovation.

3.1 Introdução

A teoria do crescimento econômico se preocupa em explicar as diferenças de renda existentes entre os países, sendo o progresso técnico a principal resposta para a discrepância de riqueza entre as nações. Em Solow (1957), não há explicação para o avanço tecnológico, o qual é determinado apenas pelo tempo.

Somente na década de 1980 surgem os primeiros modelos de crescimento endógeno, nos quais o progresso técnico se traduz em inovações. Romer (1990) mostrou que o crescimento econômico é o resultado das decisões intencionais de investimento realizadas por agentes maximizadores de lucro. Para Grossman e Helpman (1994), a criação, difusão e aplicação do conhecimento levam ao avanço tecnológico do país e, conseqüentemente, ao crescimento econômico.

Todavia, seja na teoria do crescimento exógeno ou endógeno, pouca atenção foi dada ao papel das instituições como determinantes do progresso técnico e, portanto, do crescimento econômico. Em Solow (1957), por exemplo, na ausência de instituições adequadas e fortes, a taxa de poupança da economia tende a zero, uma vez que o recurso estará mais seguro em posse do proprietário do que em mãos de terceiros. Com efeito, deixa de existir o processo de acumulação de capital por essa via. Na teoria do crescimento endógeno, na ausência de direitos de propriedades bem definidos, não há incentivos a inovação. Dado que o conhecimento é um bem público (não-rival e não excludente), os inovadores não são compensados pela produção da nova tecnologia, o que tende a desestimular à inovação na possibilidade da cópia a baixo custo. Não haveria agentes maximizadores de lucros nessa economia.

Portanto, ambientes institucionais, legais e econômicos garantem e determinam a lucratividade dos investimentos em P&D, bem como a direção e o ritmo da mudança tecnológica. Assim, é necessário entender o papel das instituições dentro da teoria do crescimento econômico, para poder entender melhor as diferenças de renda existente entre as economias.

Segundo North e Hart (2006), as instituições devem ser eficientes e adaptáveis para promover a inovação, aumentar o conhecimento, estimular a criatividade, aumentar a disposição ao risco e conseqüentemente, aumentar a produtividade dos fatores de produção. Isto é, a qualidade das instituições também explica o diferencial de renda *per capita* entre as nações. Hall e Jones (1999) e Acemoglu, Johnson e Robinson (2001), também afirmam que instituições fortes é condição necessária para o processo de inovação e estão positivamente relacionadas com o crescimento econômico.

Dessa maneira, para que o crescimento econômico não seja prejudicado, o empresário precisa de garantias de que seu esforço de pesquisa seja compensado. Um inovador de sucesso espera que o sistema de patentes do país garanta efetivamente seu direito de propriedade, passando a obter lucros de monopólio. Caso contrário, o empresário não tem incentivos para a produção de novas ideias.

Embora se possa identificar a importância das instituições desde Adam Smith, apenas recentemente que as instituições estão desempenhando um papel fundamental na teoria econômica (NORTH et al., 1990); (HALL; JONES, 1999); (RODRIG, 2000); (ACEMOGLU; JOHNSON; ROBINSON, 2001); (BARRO; MARTIN, 2003), mas as relações com as mudanças tecnológicas e o processo de acumulação de capital físico e humano, ainda são objeto de estudo e de intenso debate na literatura, como evidenciado

em diversos estudos ((GLAESER et al., 2004); (ENGERMAN; SOKOLOFF, 2005); (ACEMOGLU; JOHNSON; ROBINSON, 2005); (HE; TIAN, 2020)).

Empiricamente, diversos trabalhos buscam estimar os efeitos das instituições sobre o crescimento e sobre a inovação. Dollar e Kraay (2003), por exemplo, estimam regressões através de variáveis instrumentais para 100 países, considerando o efeito da abertura comercial e de algumas instituições políticas e econômicas. No entanto, os resultados encontrados se mostraram forte e significativos para mudanças no comércio, mas para as instituições analisadas os resultados não foram significativos.

Por outro lado, Varsakelis (2006) ao analisar o impacto do capital humano e das instituições sobre a inovação, se depara com resultados significativos de que a atividade inovativa se correlaciona positivamente com a qualidade das instituições. Tais achados são obtidos através da análise de dados em painel para uma amostra de 29 países no período de 1995 a 2000, os quais indicam que as políticas devem procurar melhorar a qualidade da educação e das instituições, como eficiência do sistema judicial e político, controle da corrupção e liberdade de imprensa, para obter um sistema de inovação mais eficiente.

No mesmo sentido, ao verificar a contribuição das instituições no processo de inovação, Coe, Helpman e Hoffmaister (2009), encontram evidências empíricas de que melhores instituições como facilidade de fazer negócios, qualidade da educação superior, direito de propriedade e a origem dos sistemas jurídicos aumentam os retornos dos investimentos em P&D e contribuem para aumentar os benefícios dos *spillovers* internacionais de conhecimento.

Seck (2012) encontra resultados similares aos de Coe, Helpman e Hoffmaister (2009) para um painel com 55 países em desenvolvimento. As variáveis institucionais incluem a facilidade de fazer negócios, o índice de proteção de patentes e a origem histórica dos sistemas jurídicos. Os achados empíricos com a cointegração em painel evidenciam que países com instituições fortes se beneficiam mais do transbordamento da tecnologia estrangeira.

Já Tebaldi e Elmslie (2013) investigam a relação entre inovação e instituições através do método de variáveis instrumentais para um grupo de 133 países e chegam à conclusão de que políticas favoráveis ao mercado, maior controle da corrupção, garantia do direito de propriedade e uma maior eficácia do sistema jurídico proporcionam aos países um aumento da taxa de inovação.

Utilizando de uma metodologia semelhante e para uma amostra relativamente grande de países, Bonnal e Yaya (2015) examinam a relação do crescimento econômico com a abertura comercial e algumas *proxies* de instituições políticas para um painel com 200 países no período de 1975 a 2010. Os resultados encontrados a partir do método *MGM-System* com dados para oito períodos de cinco anos consecutivos e não sobrepostos, mostram uma relação positiva do crescimento econômico com a abertura comercial, mas os coeficientes estimados para as instituições políticas não apresentaram significância estatística.

Para um período similar, porém com uma base de dados diferente da utilizada por Bonnal e Yaya (2015), d'Agostino e Scarlato (2019) analisam a importância das instituições no processo de inovação através de indicadores institucionais fornecidos pelo *International Country Risk Guide* (ICRG) para um subconjunto de países da União Europeia (EU) no período de 1960 a 2010. A responsabilidade democrática, lei e ordem,

condições socioeconômicas, tensões étnicas, corrupção e o perfil de investimento são as variáveis institucionais utilizadas no trabalho. Os resultados encontrados através de um painel dinâmico com variáveis instrumentais mostraram que as instituições estimulam as externalidades de conhecimento e afetam positivamente o desempenho da inovação e, conseqüentemente, o crescimento econômico.

Coccia (2020), também analisa a importância das instituições na produção de conhecimento para um painel com 121 países. O principal achado empírico do autor mostra que a democracia contribui para o processo de produção e difusão da atividade inovativa e, portanto, do crescimento econômico. Essa contribuição será maior quanto maior a liberdade econômica, a regulação e qualidade do nível de educação superior do país.

Como visto, a literatura empírica ainda não chegou a uma conclusão definitiva sobre a importância das instituições na inovação e no crescimento econômico dos países, o que abre espaço para novas pesquisas. Assim, esse ensaio tem por objetivo contribuir com o debate estimando a função de produção de ideias, incluindo as instituições, para uma amostra selecionada de países da OCDE. Entretanto, diferentemente dos trabalhos expostos anteriormente, este ensaio utiliza como *proxy* para a produção de novas ideias, os pedidos de patentes nos escritórios de cada país que, portanto, estão sujeitas as instituições econômicas e políticas específicas de sua economia. Além disso, os dados utilizados neste trabalho para as instituições são obtidos no *Worldwide Governance Indicators* (WGI), para um período ainda não explorado na literatura empírica, 1996 a 2019.

Para alcançar o objetivo, este ensaio se divide em mais cinco seções, além desta introdução. A próxima seção mostra inicialmente se existe alguma relação entre a inovação e as instituições. Na seção seguinte é exposta a metodologia e o modelo a ser estimado. Na quarta seção, tem-se a apresentação dos dados e suas respectivas fontes. A análise dos resultados é apresentada na quinta seção. E, por fim, as conclusões e implicações políticas.

3.2 As Instituições Importam?

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) é formada por um grupo de 38 países¹ e tem por objetivo incentivar o desenvolvimento econômico, tecnológico, comercial e o bem-estar, principalmente, de seus países-membros.

Dada a quantidade de países-membros, fazem parte do grupo da OCDE países com diferentes níveis de desenvolvimento e crescimento econômico, tecnológico e de qualidade institucional. Na OCDE essa heterogeneidade envolve países ricos, como os EUA e países não tão ricos como a Colômbia, por exemplo. Em relação ao nível tecnológico, têm-se países que estão a frente da fronteira tecnológica, como é o caso

¹ Tais países são: Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Costa Rica, Chile, Colômbia, Dinamarca, Finlândia, França, Alemanha, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Japão, Coreia do Sul, Letônia, Lituânia, Luxemburgo, México, Holanda, Nova Zelândia, Noruega, Polônia, Portugal, Eslováquia, Eslovênia, Espanha, Suécia, Suíça, Turquia, Estados Unidos, Reino Unido, Estônia, Israel e República Checa. Por ausência de dados, a amostra de países da OCDE analisada neste ensaio é composta por 34 países, sendo retirados Estônia, Israel, Costa Rica e República Checa.

do Japão, mas também têm países pouco relevantes, como a Eslovênia. No que diz respeito as instituições, têm-se países-membros que já passaram por golpes de estados ou instabilidade em suas democracias, como Chile, Polônia e Turquia, mas também têm países com uma democracia consolidada e forte como é o caso da Finlândia.

Essas peculiaridades remetem à pelos menos uma questão importante na teoria do crescimento econômico endógeno, a saber: será que a qualidade institucional tem alguma relação com a produção de ideias nesses países pertencentes a OCDE?

Na Tabela 19 são apresentados os valores médios de 1996 a 2019 dos indicadores Instituições, PIB e Patentes para vinte países da OCDE ranqueados de acordo com cada variável. Nesta Tabela, se pode observar que dois países concentram 46,43% da renda média e 66,87% de todas as patentes da OCDE. No entanto, embora os EUA e o Japão não estejam a frente também do indicador de qualidade institucional, estes países possuem boas instituições o que pode contribuir para seus desempenhos em termos de PIB e de patentes.

Por outro lado, a Finlândia que tem o melhor indicador de qualidade institucional não figura entre os vinte países melhor classificados no que diz respeito ao PIB ou ao indicador de patentes². No entanto, entre os dez países que possuem o maior PIB na amostra selecionada, apenas a Itália, Espanha e a Coreia do Sul não estão presente entre os vinte países com os melhores índices de instituições. Algo parecido ocorre com o número de patentes, no qual apenas a Coreia do Sul, México e Itália não fazem parte dos vinte países com as melhores instituições. Esses resultados sinalizam que pode existir alguma relação positiva entre a qualidade das instituições e PIB, assim como também com os pedidos de patentes.

Todavia, embora se encontre indícios de que boas instituições contribuem para o crescimento econômico e tecnológico, há casos que podem sugerir que a qualidade institucional não seja tão relevante assim, uma vez que o México apresenta um índice médio negativo para as instituições, mas tem uma participação que não pode ser desprezada no PIB e no número de patentes.

² No entanto, a Finlândia, Dinamarca, Suíça, Suécia e Holanda aparecem entre as dez economias mais inovadoras no mundo em 2019, segundo o Índice Global de Inovação (IGI) do Banco Mundial. Esses países, como pode ser visto na Tabela 19, são países que possuem também os melhores índices de qualidade institucional.

Tabela 19 – Instituições, PIB e Patentes na OCDE: média (1996-2019).

<i>Instituições</i>		<i>PIB</i>		<i>Patentes</i>	
(1) Finlândia	1,84	(17) EUA	33,61	(17) EUA	43,84
(2) Dinamarca	1,79	(18) Japão	12,82	(18) Japão	23,03
(3) Nova Zelândia	1,79	(13) Alemanha	7,70	(26) Coreia do Sul	15,11
(4) Suécia	1,75	(19) França	5,87	(13) Alemanha	4,93
(5) Suíça	1,75	(15) Reino Unido	5,59	(9) Canadá	2,57
(6) Noruega	1,73	(31) Itália	4,73	(11) Austrália	2,11
(7) Luxemburgo	1,71	(9) Canadá	3,52	(15) Reino Unido	1,58
(8) Holanda	1,70	(23) Espanha	3,05	(33) México	1,24
(9) Canada	1,63	(11) Austrália	2,51	(19) França	1,18
(10) Islândia	1,61	(26) Coreia do Sul	2,43	(31) Itália	0,71
(11) Austrália	1,59	(33) México	2,41	(34) Turquia	0,55
(12) Áustria	1,56	(8) Holanda	1,86	(3) Nova Zelândia	0,50
(13) Alemanha	1,50	(34) Turquia	1,84	(27) Polônia	0,46
(14) Ireland	1,49	(5) Suíça	1,28	(20) Chile	0,31
(15) Reino Unido	1,46	(4) Suécia	1,09	(8) Holanda	0,22
(16) Bélgica	1,32	(16) Bélgica	1,05	(4) Suécia	0,19
(17) EUA	1,30	(27) Polônia	1,03	(23) Espanha	0,17
(18) Japão	1,22	(6) Noruega	0,96	(12) Áustria	0,17
(19) França	1,20	(12) Áustria	0,87	(35) Colômbia	0,17
(20) Chile	1,14	(2) Dinamarca	0,73	(6) Noruega	0,16

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Banco Mundial.

Diante disso, é importante verificar a importância do efeito das instituições para o processo de inovação nos países selecionados utilizando de métodos mais robustos para que se possa alcançar resultados de forma mais eficiente e estatisticamente significativa entre essas variáveis. Na próxima seção será descrito o método utilizado para obter tais resultados.

3.3 Metodologia

Este trabalho busca estimar duas equações. A primeira, procura observar os efeitos das instituições sobre a produção de novas ideias, ou seja:

$$\ln INOV_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln INOV_{it-1} + \beta_2 \ln ESTD_{it} + \beta_3 \ln PESQ_{it} + \beta_4 \ln FBKF_{it} + \beta_5 \ln IDE_{it} + \beta_6 \ln LE_{it} + \beta_7 \ln INST_{it} + \mu_{it} \quad (3.1)$$

Em que INOV é o número de pedidos de patentes; ESTD é o estoque doméstico de ideias; PESQ o número de pesquisadores em tempo integral no setor de P&D;

FBKF é a formação bruta de capital fixo; IDE o investimento direto estrangeiro; LE é a variável que representa a liberdade econômica; INST é a variável que representa a qualidade institucional; e μ_{it} é o termo de distúrbios aleatórios idiossincráticos.

Essa é uma formulação consistente com o modelo de Romer (1990) e mostra que boas instituições tendem a provocar um maior registro de patentes, difusão de ideias entre pesquisadores/países e estímulos as atividades de P&D. Todavia, conforme Engerman e Sokoloff (2005) e Davis (2010), o impacto das instituições sobre a inovação é limitado ao estado da arte da tecnologia, dado que deve ocorrer uma adaptação das instituições mediante as mudanças de tecnologia.

A teoria do crescimento econômico de um modo geral mostra que no estado estacionário, a taxa de crescimento do PIB *per capita* é igual a taxa de crescimento do progresso técnico, portanto, se as instituições impactam na taxa de inovação da economia, as mesmas impactam de alguma forma na renda *per capita*. Assim, como procedimento de robustez, também será estimada a equação de produção, isto é:

$$\ln GPD_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln GPD_{it-1} + \beta_2 \ln ESTD_{it} + \beta_3 \ln PESQ_{it} + \beta_4 \ln FBKF_{it} + \beta_5 \ln IDE_{it} + \beta_6 \ln LE_{it} + \beta_7 \ln INST_{it} + \mu_{it} \quad (3.2)$$

Em que GPD é o PIB *per capita* do país i no tempo t.

Na literatura especializada³ sobre instituições, existe um argumento de que as instituições mudam de forma lenta e suave ao longo do tempo. A justificativa para isso, é de que estabelecidas as instituições existem mecanismos econômicos, sociais e políticos que impõem restrições sobre mudanças futuras nessas instituições e, assim, ocorrendo uma persistência no tempo de todo o arranjo institucional inicialmente estabelecido ((ACEMOGLU; JOHNSON; ROBINSON, 2001); (ENGERMAN; SOKOLOFF, 2005)).

Desse modo, variações de curto prazo nos indicadores das instituições pode não representar uma mudança institucional suficiente para modificar a forma de organização da sociedade. A solução encontrada para contornar esse problema é considerar as variáveis institucionais como uma média do período para o qual os dados estão disponíveis. Essa é uma solução que está de acordo com a teoria institucional⁴ e faz sentido dentro da análise que se trabalha neste ensaio, uma vez que a inovação depende da proteção futura esperada e, esta por sua vez, depende mais do componente permanente da qualidade institucional do que do componente transitório. Todavia, serão estimadas as equações (3.1) e (3.2) tanto pela média quanto pelas variações de curto prazo, o que de certa maneira também se traduz em uma medida de robustez para a primeira regressão com a média.

Estimar as equações (3.1) e (3.2) apresenta alguns desafios devido a existência de efeitos fixos não observados no tempo e país, além de possíveis problemas de endogeneidade. Tais desafios podem ser resolvidos adotando o Método Generalizado dos Momentos (MGM-System), sugerido por Arellano e Bover (1995) e Blundell e Bond (1998).

³ Vide Matthews (1986) e Atkinson (1998).

⁴ Vide Dollar e Kraay (2003), Acemoglu, Johnson e Robinson (2005) e Kaufmann, Kraay e Mastruzzi (2008).

O método MGM-system considera a variável dependente defasada como uma das variáveis explicativas (característica do método de dados em painel dinâmico) e faz uso de instrumentos defasados na equação em nível e em diferença. Isso ocorre justamente para solucionar possíveis problemas de endogeneidade das variáveis independentes e problemas de correlação do termo de erro com a variável dependente defasada. Diante disso, os coeficientes estimados via MGM-system são consistentes, eficientes e não viesado.

A validade dos estimadores do MGM-system depende da exogeneidade dos instrumentos utilizados nos modelos, a qual pode ser testada pela estatística J do teste de Hansen e através do teste de restrições sobreidentificadoras de Sargan. Nesses testes, a hipótese nula mostra a validade conjunta dos instrumentos, de modo que sua rejeição implica que o estimador MGM não é consistente. De acordo com Roodman (2009), um p-valor superior 0,1 e menor que a unidade para ambos os testes é desejável para a validade conjunta dos instrumentos.

Para se obter estimadores consistentes, também é necessário verificar a autocorrelação dos resíduos de primeira e segunda ordens, o que é feito através do teste de Arellano-Bond (AR). Essa autocorrelação do termo de erro em diferença pode ser observada em primeira ordem mesmo quando não há correlação em nível. Assim, a hipótese nula desse teste mostra se o termo de erro da regressão é serialmente correlacionado de segunda ordem, o que implica na validade dos instrumentos utilizados. A rejeição da hipótese nula sinaliza que pode ser necessário realizar defasagens dos instrumentos em ordem superior.

Em relação a quantidade de instrumentos, Roodman (2009) sugere que não seja maior do que o número de unidades individuais do painel. Para isso, as equações são estimadas procurando reduzir ao mínimo o número de instrumentos ao *colapsar*. Ademais, as funções são estimadas em *two-steps*, com correção para heterocedasticidade e autocorrelação.

3.4 Descrição das Variáveis

Para alcançar o objetivo deste ensaio, algumas *proxies* serão adotadas. No caso das instituições, serão utilizados seis indicadores de qualidade de governança fornecido por *Worldwide Governance Indicators* (WGI), cuja definição para cada uma é:

1. **Voz e responsabilidade (VA):** mede a capacidade dos cidadãos de um país em participar da seleção de seu governo, a liberdade de expressão, a liberdade de associação e a mídia livre;
2. **Estabilidade Política e Ausência de Violência (EP):** medida de percepção da probabilidade do governo ser desestabilizado ou derrubado por meios violentos ou inconstitucionais, incluindo violência e terrorismo;
3. **Eficácia do Governo (EG):** mostra a qualidade dos serviços públicos e o grau de sua independência de pressões políticas, a qualidade da formulação e implementação de políticas e a credibilidade do compromisso do governo com essas políticas;

4. **Qualidade Regulatória (QR):** mede a capacidade do governo de formular e implementar políticas e regulamentos sólidos que possibilitem e promovam o desenvolvimento do setor privado;
5. **Estado de Direito (ED):** medida de percepção da confiança e cumprimento das regras da sociedade, principalmente a qualidade da execução de contratos;
6. **Controle de Corrupção (CC):** medida de percepção da extensão em que o poder público é exercido para ganho privado, seja de forma insignificante ou grande de corrupção, além da captura do Estado por grupos de interesses privados.

Esses indicadores são criados pelo WGI a partir de diferentes fontes de dados, sendo padronizado pela WGI de forma que variam de -2,5 a +2,5, cujos valores positivos significam melhores instituições em relação a valores negativos. Assim, tais dados que refletem as variáveis institucionais (I) podem assumir valores negativos, o que não permite sua transformação logarítmica, isto é, $\ln(I)$. Diante disso, para evitar trabalhar com um índice negativo, a solução foi adotar a seguinte transformação monotônica: $I = 10 + \text{índice da instituição}$. Com efeito, a escala de variação passa a ser de +7,5 a +12,5, de modo que o ordenamento da variável é preservado⁵.

A literatura⁶ diferencia as instituições de duas formas: instituições econômicas e instituições políticas. As primeiras estão diretamente relacionadas com o custo em se fazer negócios, como a qualidade regulatória, o estado de direito e a liberdade econômica que são importantes para os agentes no processo de decisões de investimentos. Já as instituições políticas se referem a estrutura política geral do país, mas está relacionado indiretamente com as práticas de negócios e, portanto, interferindo na percepção de risco dos investidores. Voz e Responsabilidade, Estabilidade Política e Ausência de Violência, Eficácia do governo e Controle de Corrupção são exemplos desse tipo de instituições e serão adotadas neste ensaio.

A *proxy* para a inovação será o número de novas patentes concedidas a cada ano. Para esse indicador, utiliza-se os dados de patentes do Banco Mundial que contabiliza o número de patentes concedidas pelo escritório de cada país a seus residentes e, portanto, sujeito as instituições econômicas e políticas específica de cada país. Quando um inventor patenteia suas ideias em um escritório internacional, como o Escritório de Patentes e Marcas dos Estados Unidos (USPTO) ou no Escritório Europeu de Patentes (EPO), esse inventor pode estar procurando se proteger das instituições fracas de seu país, de modo que as patentes nesses escritórios internacionais são registradas sobre um mesmo conjunto de instituições, independentemente de qual país pertence a invenção. Assim, espera-se que países com instituições fracas tenha um número de ideias patenteadas menor em relação a países com instituições mais sólidas.

Para o estoque doméstico de ideias, a *proxy* adotada é o número de pedidos de patentes acumulado e calculado a partir do método de inventário permanente com uma taxa de obsolescência de 15%. O objetivo dessa variável é verificar se o estoque de conhecimento acumulado ao longo do tempo facilita a produção de ideias no presente.

⁵ Outros trabalhos utilizam a própria variável em nível como *proxy* do logaritmo da própria variável (vide Tebaldi e Elmslie (2013). Realizamos estimações com esse tipo de metodologia e não ocorreu diferenças significativas nos resultados.

⁶ Vide Acemoglu e Robinson (2008).

Do mesmo modo, espera-se que ocorra uma tendência do Investimento Direto Estrangeiro (IDE) proporcionar uma maior produção de conhecimento nos países anfitriões. O IDE é calculado a partir da razão do fluxo de investimento estrangeiro em proporção do PIB.

A *proxy* para o capital humano envolvido com pesquisa é dada pelo número de pesquisadores em tempo integral alocado no setor de P&D. A variável Formação Bruta de Capital Fixo (calculado em relação ao PIB) e o PIB *per capita* (preços constantes U\$\$ de 2010) são extraídos do Banco Mundial. Para o indicador de liberdade econômica, utilizamos a soma das exportações e importações em relação ao PIB, conforme sugerido por Harrison (1996), cujos valores são também extraídos do Banco Mundial. A Tabela 20 resume as variáveis, exceto para as instituições, e suas respectivas fontes e na Tabela 23 do Apêndice são apresentadas suas estatísticas descritivas.

Tabela 20 – Lista de Variáveis: definições e fonte de dados

<i>Variáveis</i>	<i>Descrição das Variáveis</i>	<i>Fonte</i>
GPD	PIB <i>per capita</i> .	Banco Mundial
INOV	Número de pedidos de patentes nos escritórios domésticos.	Banco Mundial
ESTD	Número de pedidos de patentes acumulados e calculado a partir das contagens de patentes com base no modelo de inventário permanente, adotando uma taxa de obsolescência de 15%.	Banco Mundial
PESQ	Número pesquisadores no setor de P&D em tempo integral.	OCDE-Date
FBKF	Formação Bruta de Capital Fixo em proporção do PIB.	Banco Mundial
IDE	Participação do fluxo de IDE no PIB.	Banco Mundial
LE	Índice calculado a partir da soma das exportações com as importações em relação ao PIB.	Banco Mundial
INST	Média dos indicadores de percepção das instituições desenvolvidos pela WGI.	Banco Mundial

Fonte: Elaboração própria.

3.5 Resultados

De acordo com a estratégia empírica adotada neste trabalho, inicialmente foi estimada a função de produção de ideias utilizando a média das instituições para em seguida verificar o impacto individual de cada instituição, o que resultou em sete regressões no total. Como medida de robustez, realizamos o mesmo com o uso da variável PIB *per capita* como dependente.

Antes de analisar os coeficientes estimados, é possível observar nas Tabelas 19 e 20 que os instrumentos adicionais utilizados são válidos por três motivos: i) passam no teste de Sargan e Hansen; ii) pela rejeição da hipótese nula do teste de Arellano-Bond de primeira ordem e a não rejeição da hipótese nula do teste de autocorrelação

do termo de erro em segunda ordem; iii) atende ao critério de que o número de instrumentos deve ser menor ou igual ao número de unidades transversais, ou seja, ao número de países da amostra em análise.

Na Tabela 21, pelo menos três observações gerais acerca dos coeficientes encontrados nas regressões de 1 a 7 podem ser verificadas. Primeiro, todos os coeficientes estimados apresentaram os sinais esperados, exceto para as variáveis PESQ e FBKF, sendo esta última significativa nas regressões 2, 3 e 4.

Como não discriminamos as economias por renda, esse resultado pode ser devido ao tamanho do estoque de capital humano e capital físico dos países ricos presente na amostra de países selecionados da OCDE. Diante de ambos os estoques em níveis elevados, o acréscimo desses fatores de produção gera um efeito marginal decrescente e, portanto, contribuindo de forma negativa para a produção de conhecimento. Resultados semelhantes também são encontrados em Bloom et al. (2020), no qual mostra que o esforço de pesquisa está aumentando substancialmente mas a produtividade da pesquisa tem diminuído drasticamente.

Segundo, os coeficientes estimados para as instituições se mostraram significativos em todas as regressões, porém o impacto sobre a inovação quando considerado a média das instituições é maior do que o apresentado nas demais regressões. Um aumento de 10% na qualidade média das instituições pode gerar um aumento de 9,1% na inovação. Entre as instituições, a variável QR foi a que obteve o maior coeficiente (0,8662) e a variável EP foi a que apresentou um menor coeficiente estimado (0,0571).

Terceiro, não é possível afirmar a relação existente do IDE com a inovação, assim como também o tamanho do seu impacto. A maioria dos coeficientes estimados apresentou um efeito negativo no processo de produção de conhecimento, porém apresentando significância estatística apenas quando considerado a instituição Voz e Responsabilidade. Todavia, esses achados são compartilhados por outros estudos, como o de Carkovic e Levine (2005) e Ashraf, Herzer e Nunnenkamp (2016), nos quais o efeito do IDE sobre a inovação é negativo ou nulo.

A Tabela 21 mostra que em todas as regressões, a variável inovação possui um efeito persistente no tempo, uma vez que a variável defasada foi estatisticamente significativa a 1%, sendo o efeito maior quando considerado as variáveis EP e ED, respectivamente. É importante notar, que em todas as regressões estimadas o coeficiente da variável inovação defasada foi maior que quando considerado a média das instituições.

Esse desempenho da variável inovação defasada, que capta o efeito passado sobre a inovação no futuro, é confirmado pela variável ESTD. Ou seja, o estoque de conhecimento acumulado no passado influencia positivamente a produção de novas ideias no futuro e esse efeito se mostra maior na presença das instituições VR. Nesse caso, um aumento de 10% no estoque de conhecimento acumulado, tende a aumentar a produção de conhecimento em 5,93%, maior que a média que tende a aumentar em 5,91%.

Quando considerado as demais instituições, os coeficientes encontrados para o estoque de conhecimento doméstico são menores do que o apresentado pela média das instituições (que foi de 0,591).

Em regra geral, a variável LE apresentou uma relação positiva com a inovação.

Todavia, não significativo nas regressões 1 e 7. Como pode ser visto ainda na Tabela 21, o impacto da variável liberdade econômica tende a ser maior quando o país tem um maior controle da corrupção, de modo que um aumento de 10% na LE tende a provocar um aumento de 9,6% na inovação para os países da OCDE presente na amostra.

No que diz respeito a cada uma das instituições, que é o foco principal deste trabalho, observa-se que todas as variáveis possuem significância estatística em todas as regressões. Contudo, além do coeficiente estimado na regressão 1, as instituições que tendem a contribuir mais com a inovação são a qualidade regulatória, Eficiência do Governo, Voz e Responsabilidade, Estado de Direito, Controle da Corrupção e, por fim, a Estabilidade Política. Por um lado, tais resultados são distintos dos encontrados por Dollar e Kraay (2003) e Bonnal e Yaya (2015), mas por outro lado são similares aos achados de Varsakelis (2006), Coe, Helpman e Hoffmaister (2009), Seck (2012), Tebaldi e Elmslie (2013) e Coccia (2020).

Tabela 21 – Coeficientes Estimados por GMM-System (Inovação): OCDE, 1996-2019

	1	2	3	4	5	6	7
Constante	5.450** (2.6076)	11.312*** (2.5309)	9.255*** (2.0692)	10.812*** (3.7651)	7.985*** (2.2758)	7.281*** (2.7386)	2.145*** (0.7406)
$INOV_{t-1}$	0.397*** (0.0805)	0.469*** (0.0974)	0.737*** (0.0724)	0.439*** (0.1213)	0.512*** (0.1004)	0.428*** (0.1068)	0.780*** (0.0361)
ESTD	0.591*** (0.0927)	0.364** (0.1503)	0.431*** (0.1474)	0.536*** (0.1332)	0.438*** (0.1278)	0.593*** (0.1152)	0.132*** (0.0359)
PESQ	-0.908*** (0.3130)	-1.218*** (0.3387)	-1.216*** (0.3055)	-1.252*** (0.4425)	-1.127*** (0.2741)	-1.121*** (0.3074)	-0.239*** (0.0669)
FBKF	-0.107 (0.1899)	-0.398*** (0.1464)	-0.401** (0.1703)	-0.4975** (0.2352)	0.130 (0.1465)	0.165 (0.2696)	0.022 (0.1046)
IDE	0.007 (0.0173)	-0.037 (0.0261)	0.004 (0.0253)	0.032 (0.0304)	-0.024 (0.0173)	-0.064*** (0.0228)	-0.022 (0.0144)
LE	0.163 (0.1634)	0.738** (0.3543)	0.583*** (0.1336)	0.961** (0.4050)	0.768*** (0.2786)	0.591** (0.2549)	0.075 (0.0930)
INST(Média)	0.909*** (0.2798)						
QR		0.866*** (0.2161)					
ED			0.492*** (0.0999)				
CC				0.422*** (0.0935)			
EG					0.668*** 0.1833		
VR						0.494*** (0.1791)	
EP							0.057*** (0.0219)
AR(1)	0.056	0.044	0.052	0.037	0.050	0.038	0.042
AR(2)	0.587	0.568	0.538	0.473	0.884	0.825	0.446
Sargan	0.266	0.102	0.612	0.181	0.380	0.103	0.404
Hansen	0.185	0.215	0.197	0.371	0.145	0.179	0.107
N° de Instr.	24	24	25	22	24	22	25

Fonte: Elaboração própria.

Nota: ***significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%.

Todavia, como medida de robustez para os resultados encontrados pela equação (3.1), foi estimada a equação (3.2) adotando o PIB *per capita* como variável dependente. Sendo o progresso técnico determinado pelas inovações, e estas explicadas em parte pela qualidade das instituições, isto significa que o crescimento econômico também deve apresentar alguma relação positiva com as instituições políticas e econômicas.

Os resultados das estimações realizadas a partir da equação (3.2) são mostrados na Tabela 22. Como pode ser visto nesta Tabela, todas as variáveis apresentam o mesmo sinal estimado pela equação (3.1), exceto para as variáveis FBKF e o IDE nas regressões 2, 5, 6 e 7. No mesmo modo, todas as variáveis que se apresentaram estatisticamente significativas na primeira regressão também apresentaram significância estatística na segunda estimativa, exceto para as variáveis ESTD nas estimações 1, 3 e 6, e para a variável FBKF nas estimações 2 e 4. No entanto, os coeficientes estimados para as variáveis CC e EP não se apresentaram significativos estatisticamente. Todavia, diante dos resultados obtidos nas duas estimações, em termos gerais, é possível considerar que tais resultados são estatisticamente robustos.

A ordem de importância dos coeficientes estimados praticamente é a mesma da ordem apresentada para a equação (3.1), sendo a média das instituições que pode contribuir mais para o crescimento econômico, seguida pela variável ED e EG, respectivamente. Uma melhora na média dos índices institucionais em 10% tende a provocar um crescimento do PIB *per capita* de 3,1%, enquanto um aumento em 10% nos índices de estado de direito ou na eficiência do governo, tende a provocar um aumento de 0,93% e 0,71% no crescimento econômico, respectivamente.

Outra diferença se encontra nos resultados para a variável IDE, que parece contribuir mais com o PIB *per capita* do que com a produção de novas tecnologias, uma vez que se apresentou significativa estatisticamente em todas as regressões expostas na Tabela 22. Contudo, o impacto do IDE sobre o crescimento econômico se mostrou pouco sensível ou independente de qualquer variável institucional nas regressões, dado que não ocorreram mudanças significativas nos coeficientes estimados.

Do mesmo modo, também se observa uma relação mais consistente da LE com o crescimento econômico e, que esse efeito é maior quanto maior for a qualidade média das instituições. Tais achados estão de acordo com os resultados encontrados por Dollar e Kraay (2003) e Bonnal e Yaya (2015), nos quais a liberdade econômica tem uma relação forte e positiva com o crescimento econômico. Esse efeito positivo da liberdade econômica sobre a inovação pode indicar o transbordamento de tecnologia dos países que estão sobre a fronteira tecnológica para os países seguidores, que segundo Manca et al. (2009), quanto maior a liberdade econômica, mais rápida será a adaptação do país a tecnologia disponível na fronteira.

Assim, os resultados econométricos encontrados nas regressões através da estimação das equações (3.1) e (3.2) para uma amostra de países selecionados da OCDE, corroboram com os resultados encontrados por outros pesquisadores, ou seja, de que as instituições, a inovação e o crescimento econômico estão intimamente relacionados.

Portanto, de acordo com Tebaldi e Elmslie (2013), o processo de inovação depende da qualidade das instituições, pois estas facilitam o processo de registro de novas patentes, para acelerar o processo de difusão tecnológica, para a aplicação dos direitos de propriedade, para reduzir as incertezas dos novos projetos, para a

disseminação de ideias e a cooperação entre pesquisadores.

Todavia, segundo Acemoglu, Johnson e Robinson (2005), a ação dos diferentes tipos de instituições pode ser em níveis variados diante de grupos de países heterogêneos, de modo que as instituições políticas podem ser determinantes do desenvolvimento econômico, criando as condições para que as instituições econômicas impactem na taxa de inovação e, portanto, na taxa de crescimento econômico. Com efeito e conforme Robinson e Acemoglu (2012), as instituições políticas definem as bases para a atuação das instituições econômicas.

O esperado é que quanto melhores e mais sólidas forem tais instituições, maior seja o crescimento econômico. Por exemplo, Blackburn e Forgues-Puccio (2010) mostram que a corrupção aumenta o custo dos negócios para os investidores, de modo que países com elevado índice de corrupção apresentam baixas taxas de crescimento em relação aos países que realizam um melhor controle dessa variável.

Já Coe, Helpman e Hoffmaister (2009) afirmam que países onde a Qualidade Regulatória e o Estado de Direito são sólidos, os direitos de propriedades são bem protegidos, o que tende a aumentar a confiança do setor de P&D resultando em maior produção de conhecimento para um determinado esforço de pesquisa.

Tabela 22 – Coeficientes Estimados por GMM-System (GPD): OCDE, 1996-2019

	1	2	3	4	5	6	7
Constante	1.257 (0.9551)	2.602*** (0.7286)	2.611*** (0.5955)	2.268*** (0.8722)	2.735*** (0.9543)	0.680*** (0.5085)	4.282*** (0.9758)
GPD_{t-1}	0.998*** (0.1236)	0.862*** (0.0718)	0.953*** (0.0734)	0.953*** (0.0831)	0.869*** (0.0958)	0.979*** (0.0636)	0.727*** (0.0755)
ESTD	0.028 (0.0593)	0.139** (0.0580)	0.0747 (0.0525)	0.084* (0.0455)	0.099* (0.0590)	0.050 (0.0371)	0.136** (0.0546)
PESQ	-0.213** (0.0948)	-0.277*** (0.0910)	-0.297*** (0.0912)	-0.279*** (0.0776)	-0.253** (0.1013)	-0.124* (0.0738)	-0.288*** (0.0713)
FBKF	-0.022 (0.0815)	0.0162 (0.0402)	-0.083* (0.0496)	-0.044 (0.0611)	-0.021 (0.0498)	0.059 (0.0406)	-0.004 (0.0379)
IDE	0.017* (0.0087)	0.017*** (0.0058)	0.013*** (0.0049)	0.017** (0.0065)	0.016** (0.0075)	0.015*** (0.0052)	0.013*** (0.0048)
LE	0.236** (0.1102)	0.252*** (0.0876)	0.285*** (0.0795)	0.257*** (0.0881)	0.310*** (0.0971)	0.129** (0.0633)	0.413*** (0.1067)
INST(Média)	0.313*** (0.1106)						
QR		0.059* (0.0330)					
ED			0.094*** (0.0328)				
CC				0.029 (0.0199)			
EG					0.0728*** 0.0265		
VR						0.071** (0.0304)	
EP							0.001 (0.0134)
AR(1)	0.060	0.009	0.006	0.003	0.032	0.023	0.041
AR(2)	0.239	0.187	0.132	0.161	0.154	0.104	0.288
Sargan	0.950	0.986	0.935	0.223	0.989	0.102	0.633
Hansen	0.310	0.638	0.500	0.392	0.525	0.305	0.671
N° de Instr.	21	24	24	21	21	21	24

Fonte: Elaboração própria.

Nota: ***significativo a 1%; ** significativo a 5%; * significativo a 10%.

Por outro lado, segundo Manca et al. (2009), o endurecimento dos direitos de propriedade pode dificultar a difusão da inovação, uma vez que aumenta a dificuldade de copiar o conhecimento presente na fronteira tecnológica. Como pode ser visto na regressão 3 da Tabela 19, o efeito da liberdade econômica sobre a inovação diminui quando considerado a *proxy* para a instituição direito de propriedade. Logo, seu efeito tende a ser determinado pela característica específica de cada economia, tendo um peso maior em economias atrasadas tecnológicas e menor em economias inovadoras.

A democracia também é importante para o processo de inovação, que conforme Acemoglu, Johnson e Robinson (2005) e Aghion e Jaravel (2015), países com instituições democráticas fortes tendem a facilitar o processo de destruição criativa e a estimular a inovação. Em outras palavras, países mais democráticos, com um maior índice de Voz e Responsabilidade, reduzem o risco de seus governantes ou grupos de interesses bloquearem a adoção de novas inovações que ameacem seu poder. Consequentemente, tais economias estão mais à frente no progresso tecnológico.

3.6 Conclusões e Implicações de Política

Este ensaio teve por objetivo contribuir com a literatura empírica procurando mensurar o impacto das instituições e outras variáveis sobre o processo de inovação e, conseqüentemente, sobre o PIB *per capita*. Para isso, adotou-se o Método Generalizados dos Momentos para painel, no qual é possível captar se a variável dependente apresenta persistência temporal.

Os resultados mostraram que as instituições são importantes para o avanço do progresso técnico, de modo que países com instituições fortes e sólidas são também economias inovadoras e, portanto, economias com alta renda *per capita*.

Este fato sinaliza para os governantes de que as instituições são relevantes e, com isso, devem ter uma preocupação maior com a questão do arranjo institucional. Isto é, se os direitos de propriedade estão sendo garantidos, se a qualidade regulatória tem promovido e/ou permitido o desenvolvimento do setor privado, se a democracia está sólida, se o governo consegue implementar políticas de forma independente, se há um forte controle da corrupção no país, dentre outras instituições que possam facilitar o processo de produção e difusão de conhecimento.

A garantia de instituições fortes tem como resultado o aumento do investimento, o avanço tecnológico, a redução dos custos de transações, o aumento da produtividade, a criação de mercados e, assim, o crescimento econômico. A partir dos resultados encontrados neste trabalho, os países podem concentrar esforços e recursos no sentido de fortalecer suas instituições com o propósito de facilitar o processo de inovação e, com efeito, obter maior crescimento econômico e bem estar social de seus residentes.

Entretanto, apesar da contribuição que esta pesquisa gerou, diversos trabalhos podem ser explorados a partir de temas que foram sinalizados de forma indireta ao longo do texto. Por exemplo: i) estimar as mesmas funções através de outros métodos econométricos; ii) observar os efeitos das instituições na função de produção de ideias discriminando os países pela renda; iii) verificar empiricamente o papel das instituições exclusivamente no processo de difusão de conhecimento; iv) o efeito do IDE sobre a inovação se mostrou neutro, não significativo estatisticamente, de modo que se pode analisar a importância das instituições para atrair investimento estrangeiro. Ou seja, será que países com instituições sólidas atraem mais capital estrangeiro em relação a economias com instituições fracas? e, por fim, v) alguns autores afirmam, como Glaeser et al. (2004) e Chang (2011), que as instituições avançam conforme o país fique mais rico, de modo que a causalidade é do crescimento econômico para a qualidade das instituições e, não o contrário como foi verificado neste ensaio. Portanto, tem-se espaço para observar a validade dessa relação para os países da OCDE, como também para outros grupos de países.

3.7 APÊNDICE

Tabela 23 – Estatística Descritiva das Variáveis

	<i>Média</i>	<i>DP</i>	<i>Min</i>	<i>Máx</i>
GPD	36485.43	22349.61	4862.8	111968.3
INOV	35309	99986.68	10	606956
ESTD	65427	186750.7	60	1151831
PESQ	3651	3248.51	57	21030
FBKF	22.45	3.71	11.07	43.43
IDE	4.80	9.96	-58.32	86.58
LE	0.87	0.55	0.19	3.84
INST(Média)	11.15	0.608	9.33	11.96
QR	11.24	0.496	9.89	12.09
ED	11.23	0.696	9.11	12.10
CC	11.24	0.847	9.07	12.46
EG	11.28	0.630	9.54	12.35
VR	11.12	0.480	9.16	11.80
EP	10.73	0.709	7.62	11.76

Fonte: Elaboração própria.

Considerações Finais

Esta Tese teve por objetivo verificar as interações e estimar a função de produção de ideias que se encontra no centro da teoria do crescimento econômico endógeno, ou seja, estimar a função desenvolvida por Romer-Jones, mas adicionando outras variáveis importantes para a economia contemporânea.

No primeiro ensaio foi utilizado o método de Vetores Autorregressivos para dados em Painel (PVAR) para verificar as interações entre as variáveis clássicas da função de produção de ideias, mas foi adicionado as variáveis gastos em P&D de cada país e o gasto em P&D total da OCDE. Foi observada também a interação dessas variáveis com o PIB *per capita*.

No segundo ensaio foi estimado as mesmas funções, mas agora adicionando três variáveis importantes, além do gasto em P&D de cada país, que são: o IDE, o grau de abertura comercial e o *gap* tecnológico. Para alcançar o objetivo deste ensaio, foi utilizado o método MGM-*system*, que similar ao método PVAR, usa a variável dependente defasada como uma das variáveis explicativas.

No terceiro ensaio, foi utilizado o mesmo método do ensaio anterior, porém foi adicionado nas funções estimadas seis tipos de instituições e a sua média com o objetivo de verificar se as instituições importam no processo de inovação e crescimento da economia.

No que diz respeito aos resultados encontrados de uma forma geral, os dados sinalizaram que: i) há uma interação positiva entre os gastos em P&D e a inovação, assim como com o PIB *per capita*; ii) que os países não inovadores podem ser beneficiados pelo *gap* tecnológico, se beneficiando do conhecimento presente na fronteira tecnológica; ii) que um arranjo institucional forte e estabelecido tende a contribuir para a produção de novas ideias e para o crescimento econômico.

Como cada ensaio parte de uma mesma função base para o processo de produção de ideias, existem variáveis dependentes e explicativas comuns nos três ensaios. Todavia, embora sejam comuns, o período, a fonte dos dados ou a forma de cálculo não são necessariamente os mesmos, de modo que se pode utilizar pelo menos um ensaio como uma medida de robustez para cada outro ensaio ou utilizar os três ensaios como medida de robustez da própria Tese em foco.

Assim, dentre as diversas variáveis analisadas nos três ensaios, pode-se considerar que os coeficientes estimados são robustos de acordo com a análise que se segue. O sinal para a variável INOV defasada em um período, que representa a produção de novas ideias, foi positivo e significativo nos três ensaios. A base de dados para essa variável foi distinta nos três ensaios, o que confere certa confiabilidade a seus resultados.

O mesmo pode ser observado para a variável estoque doméstico (ESTD). Nesse caso, além de bases de dados diferentes, os estoques foram calculados a partir do método de inventário permanente considerando uma taxa de obsolescência de 5%, 10% e 15% nos três ensaios respectivamente. Para a variável capital físico (FBKF), além de métodos diferentes, foi utilizado uma *proxy* em proporção da força de trabalho no

primeiro ensaio e outra *proxy* em proporção do PIB no terceiro ensaio, cujas interações e coeficientes apresentaram uma relação positiva, em sua grande maioria, com as respectivas variáveis dependentes de ambos os ensaios.

Já a variável IDE apresentou uma relação também positiva e significativa estatisticamente, mas com um coeficiente pequeno no segundo e terceiro ensaios. Embora se utilize o mesmo método em ambos os ensaios, as variáveis foram calculadas de formas diferentes. No segundo ensaio, a variável em questão foi calculada em relação a formação bruta de capital fixo, enquanto no terceiro ensaio foi em relação ao PIB. No entanto, pode ser que tenha outras formas de se calcular o IDE ou outras relações desta variável com outros indicadores que possam mostrar um efeito maior do IDE nas economias da OCDE que não foram explorados nesta Tese, mas que podem ser trabalhadas em pesquisas futuras conforme sugerido nos respectivos ensaios.

Um achado não esperado, mas confirmado nos dois primeiros ensaios, foi o encontrado para a variável gastos em P&D de cada país. O primeiro ensaio mostrou que um choque positivo de um desvio padrão nessa variável gera efeitos positivos para a amostra completa e para a amostra de países de renda alta, mas apresentou um efeito positivo para os países de baixa renda. No entanto, no segundo ensaio apenas a amostra de países não inovadores apresentou uma relação positiva com a produção de novas ideias. Esse resultado divergente nos dois ensaios pode ser em decorrência dos países selecionados em cada amostra e do período analisado, bem como pela presença de diferentes variáveis explicativas e diferentes fontes de dados para as variáveis dependentes nos dois ensaios.

Por outro lado, outro resultado interessante e inverso do encontrado para os gastos em P&D, foi encontrado no segundo e terceiro ensaios e diz respeito a variável abertura comercial/liberdade econômica. No segundo ensaio, os coeficientes estimados para essa variável foi positivo, mas não significativo estatisticamente. No entanto, no terceiro ensaio o sinal apresentado foi positivo, embora não significativo nas regressões 1 e 7 da Tabela 21. Porém, como esse ensaio não distingue a análise diferenciando os países pela renda, não foi possível confirmar se esse resultado permanece quando tais países são separados por renda ou nível tecnológico, o que fica como sugestão de pesquisas futuras.

No entanto, nem todas as variáveis se pode conferir um grau de robustez elevado, como é o caso da variável capital humano envolvido diretamente com o setor de pesquisa da economia. Os coeficientes estimados para essa variável apresentaram sinais e significância estatística diferentes nos três ensaios e nas diversas amostras analisadas, o que talvez sinalize algum tipo de problema com a forma de cálculo ou com as *proxies* utilizadas para essa variável. Embora não seja um problema exclusivo deste trabalho, outras pesquisas também apresentaram dificuldades com esse tipo de capital humano, o que pode ser uma lacuna a ser melhor explorada por pesquisas futuras.

Diante do que foi exposto e encontrado nos três ensaios que compõem esta Tese e embora se acredite na sua contribuição para a literatura do crescimento econômico, outras pesquisas podem ser trabalhadas dentro da mesma perspectiva contribuindo para confirmar ou contradizer os resultados encontrados nos três ensaios. Neste sentido, diversas pesquisas foram sugeridas nas considerações finais de cada ensaio.

Referências

- ABRAMOVITZ, M. Catching up, forging ahead, and falling behind. *Journal of Economic history*, JSTOR, p. 385–406, 1986.
- ACEMOGLU, D.; JOHNSON, S.; ROBINSON, J. The rise of europe: Atlantic trade, institutional change, and economic growth. *American economic review*, v. 95, n. 3, p. 546–579, 2005.
- ACEMOGLU, D.; JOHNSON, S.; ROBINSON, J. A. The colonial origins of comparative development: An empirical investigation. *American economic review*, v. 91, n. 5, p. 1369–1401, 2001.
- ACEMOGLU, D.; ROBINSON, J. A. *Economic backwardness in political perspective*. [S.l.], 2002.
- ACEMOGLU, D.; ROBINSON, J. A. Persistence of power, elites, and institutions. *American Economic Review*, v. 98, n. 1, p. 267–93, 2008.
- AGHION, P.; HOWITT, P. *A model of growth through creative destruction*. [S.l.], 1990.
- AGHION, P.; HOWITT, P. The schumpeterian approach to technical change and growth. In: *Economic Growth in the World Economy: Symposium*. [S.l.: s.n.], 1992. v. 1993.
- AGHION, P.; JARAVEL, X. Knowledge spillovers, innovation and growth. *The Economic Journal*, Oxford University Press Oxford, UK, v. 125, n. 583, p. 533–573, 2015.
- AGHION, P. et al. *Endogenous growth theory*. [S.l.]: MIT press, 1998.
- AHN, S. C.; SCHMIDT, P. et al. Efficient estimation of models for dynamic panel data. *Journal of econometrics*, [Amsterdam: North-Holland Pub. Co.], 1973-, v. 68, n. 1, p. 5–28, 1995.
- ALVAREZ, J.; ARELLANO, M. The time series and cross-section asymptotics of dynamic panel data estimators. *Econometrica*, Wiley Online Library, v. 71, n. 4, p. 1121–1159, 2003.
- ANDREWS, D. W.; LU, B. Consistent model and moment selection procedures for gmm estimation with application to dynamic panel data models. *Journal of econometrics*, Elsevier, v. 101, n. 1, p. 123–164, 2001.
- ANG, J. B.; MADSEN, J. B. What drives ideas production across the world? *Macroeconomic Dynamics*, Cambridge University Press, v. 19, n. 1, p. 79, 2015.
- ANGUS, M. *Development Centre Studies The World Economy A Millennial Perspective: A Millennial Perspective*. [S.l.]: OECD Publishing, 2001.
- ARCHIBUGI, D.; IAMMARINO, S. The globalization of technological innovation: definition and evidence. *Review of International Political Economy*, Taylor & Francis, v. 9, n. 1, p. 98–122, 2002.

- ARELLANO, M.; BOND, S. Some tests of specification for panel data: Monte carlo evidence and an application to employment equations. *The review of economic studies*, Wiley-Blackwell, v. 58, n. 2, p. 277–297, 1991.
- ARELLANO, M.; BOVER, O. Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of econometrics*, Elsevier, v. 68, n. 1, p. 29–51, 1995.
- ARELLANO, M. et al. *Modelling optimal instrumental variables for dynamic panel data models*. [S.l.]: CEMFI Madrid, 2003.
- ASHRAF, A.; HERZER, D.; NUNNENKAMP, P. The effects of greenfield fdi and cross-border m&as on total factor productivity. *The world economy*, Wiley Online Library, v. 39, n. 11, p. 1728–1755, 2016.
- BALTAGI, B. *Econometric analysis of panel data*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2008.
- BARRO, R. J.; MARTIN, X. I. Sala-i. *Economic growth*. [S.l.]: MIT press, 2003.
- BARRO, R. J.; MARTIN, X. Sala-i. Convergence. *Journal of political Economy*, The University of Chicago Press, v. 100, n. 2, p. 223–251, 1992.
- BELAZREG, W.; MTAR, K. Modelling the causal linkages between trade openness, innovation, financial development and economic growth in oecd countries. *Applied Economics Letters*, Taylor & Francis, v. 27, n. 1, p. 5–8, 2020.
- BELSLEY, D. A.; KUH, E.; WELSCH, R. E. *Regression diagnostics: Identifying influential data and sources of collinearity*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2005. v. 571.
- BLACKBURN, K.; FORGUES-PUCCIO, G. F. Financial liberalization, bureaucratic corruption and economic development. *Journal of International Money and Finance*, Elsevier, v. 29, n. 7, p. 1321–1339, 2010.
- BLOOM, N. et al. Are ideas getting harder to find? *American Economic Review*, v. 110, n. 4, p. 1104–44, 2020.
- BLUNDELL, R.; BOND, S. Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of econometrics*, Elsevier, v. 87, n. 1, p. 115–143, 1998.
- BONNAL, M.; YAYA, M. E. Political institutions, trade openness, and economic growth: new evidence. *Emerging Markets Finance and Trade*, Taylor & Francis, v. 51, n. 6, p. 1276–1291, 2015.
- BUCHANAN, B. G.; LE, Q. V.; RISHI, M. Foreign direct investment and institutional quality: Some empirical evidence. *International Review of financial analysis*, Elsevier, v. 21, p. 81–89, 2012.
- CARKOVIC, M.; LEVINE, R. Does foreign direct investment accelerate economic growth. *Does foreign direct investment promote development*, v. 195, 2005.
- CHANG, H.-J. Institutions and economic development: theory, policy and history. *Journal of institutional economics*, Cambridge University Press, v. 7, n. 4, p. 473–498, 2011.
- CHOI, I. Unit root tests for panel data. *Journal of international money and Finance*, Elsevier, v. 20, n. 2, p. 249–272, 2001.

- COCCIA, M. How does institutional change of democratization affect the origin and diffusion of technological innovation across countries? *Journal of Economic and Social Thought*, v. 7, n. 2, p. 60–91, 2020.
- COE, D. T.; HELPMAN, E. International r&d spillovers. *European economic review*, Elsevier, v. 39, n. 5, p. 859–887, 1995.
- COE, D. T.; HELPMAN, E.; HOFFMAISTER, A. W. International r&d spillovers and institutions. *European Economic Review*, Elsevier, v. 53, n. 7, p. 723–741, 2009.
- D'AGOSTINO, G.; SCARLATO, M. Knowledge externalities, innovation and growth in european countries: the role of institutions. *Economics of innovation and new technology*, Taylor & Francis, v. 28, n. 1, p. 82–99, 2019.
- DAMIJAN, J. P. et al. The role of fdi, r&d accumulation and trade in transferring technology to transition countries: evidence from firm panel data for eight transition countries. *Economic systems*, Elsevier, v. 27, n. 2, p. 189–204, 2003.
- DAVIS, L. S. Institutional flexibility and economic growth. *Journal of Comparative Economics*, Elsevier, v. 38, n. 3, p. 306–320, 2010.
- DERNIS, H.; KHAN, M. Triadic patent families methodology. OECD, 2004.
- DOLLAR, D.; KRAAY, A. Institutions, trade, and growth. *Journal of monetary economics*, Elsevier, v. 50, n. 1, p. 133–162, 2003.
- ENDERS, C. K. *Applied missing data analysis*. [S.l.]: Guilford press, 2010.
- ENDERS, W. *Applied econometric time series*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2008.
- ENGERMAN, S. L.; SOKOLOFF, K. L. The evolution of suffrage institutions in the new world. *Journal of Economic History*, JSTOR, p. 891–921, 2005.
- GLAESER, E. L. et al. Do institutions cause growth? *Journal of economic Growth*, Springer, v. 9, n. 3, p. 271–303, 2004.
- GORODNICHENKO, Y.; SVEJNAR, J.; TERRELL, K. Globalization and innovation in emerging markets. *American Economic Journal: Macroeconomics*, v. 2, n. 2, p. 194–226, 2010.
- GRILICHES, Z. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *The bell journal of economics*, JSTOR, p. 92–116, 1979.
- GRILICHES, Z. *Patent statistics as economic indicators: 1990*. [S.l.]: National Bureau of Economic Research, 1990.
- GROSSMAN, G. M.; HELPMAN, E. *Innovation and growth in the global economy*. [S.l.]: MIT press, 1991.
- GROSSMAN, G. M.; HELPMAN, E. Endogenous innovation in the theory of growth. *Journal of Economic Perspectives*, v. 8, n. 1, p. 23–44, 1994.
- HALL, R. E. The relation between price and marginal cost in us industry. *Journal of political Economy*, The University of Chicago Press, v. 96, n. 5, p. 921–947, 1988.

- HALL, R. E.; JONES, C. I. Why do some countries produce so much more output per worker than others? *The quarterly journal of economics*, MIT Press, v. 114, n. 1, p. 83–116, 1999.
- HARRISON, A. Openness and growth: A time-series, cross-country analysis for developing countries. *Journal of development Economics*, Elsevier, v. 48, n. 2, p. 419–447, 1996.
- HE, J.; TIAN, X. Institutions and innovation: A review of recent literature. *Available at SSRN 3530214*, 2020.
- HOLMES, T. J.; JR, J. A. S. Competition at work: Railroads vs. monopoly in the us shipping industry. *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, Citeseer, v. 25, n. 2, p. 3–29, 2001.
- HOLTZ-EAKIN, D.; NEWHEY, W.; ROSEN, H. S. Estimating vector autoregressions with panel data. *Econometrica: Journal of the econometric society*, JSTOR, p. 1371–1395, 1988.
- HOWITT, P. Steady endogenous growth with population and r. & d. inputs growing. *Journal of Political Economy*, The University of Chicago Press, v. 107, n. 4, p. 715–730, 1999.
- HOWITT, P. Endogenous growth and cross-country income differences. *American Economic Review*, v. 90, n. 4, p. 829–846, 2000.
- JONES, C. R&d-based models of economic growth,"*journal of political economy*, 103, 759-84.(1995b). *Time Series Tests of Endogenous Growth Models," Quarterly Journal of Economics*, v. 110, p. 495–525, 1997.
- JONES, C. I. R & d-based models of economic growth. *Journal of political Economy*, The University of Chicago Press, v. 103, n. 4, p. 759–784, 1995.
- JUDSON, R. A.; OWEN, A. L. Estimating dynamic panel data models: a guide for macroeconomists. *Economics letters*, Elsevier, v. 65, n. 1, p. 9–15, 1999.
- KAUFMANN, D.; KRAAY, A.; MASTRUZZI, M. Governance matters vii: Aggregate and individual governance indicators, 1996-2007. *World Bank policy research working paper*, n. 4654, 2008.
- KELLER, W. International technology diffusion. *Journal of economic literature*, v. 42, n. 3, p. 752–782, 2004.
- KOENGGAN, M.; FUINHAS, J. A. The interactions between renewable energy consumption and economic growth in the mercosur countries. *International Journal of Sustainable Energy*, Taylor & Francis, v. 39, n. 6, p. 594–614, 2020.
- LIN, H. C. Technology diffusion and global welfare effects: Imitative r&d vs. south-bound fdi. *Structural Change and Economic Dynamics*, Elsevier, v. 21, n. 4, p. 231–247, 2010.
- LOVE, I.; ZICCHINO, L. Financial development and dynamic investment behavior: Evidence from panel var. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Elsevier, v. 46, n. 2, p. 190–210, 2006.

- LUCAS, R. E. J. On the mechanics of economic development. *Journal of monetary economics*, Elsevier, v. 22, n. 1, p. 3–42, 1988.
- LUIINTEL, K. B.; KHAN, M. Ideas production and international knowledge spillovers: digging deeper into emerging countries. *Research Policy*, Elsevier, v. 46, n. 10, p. 1738–1754, 2017.
- LUIINTEL, K. B. et al. Financial structure and economic growth. *Journal of Development Economics*, Elsevier, v. 86, n. 1, p. 181–200, 2008.
- LÜTKEPOHL, H. *New introduction to multiple time series analysis*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2005.
- MADDALA, G. S.; WU, S. A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, Wiley Online Library, v. 61, n. S1, p. 631–652, 1999.
- MADSEN, J. B.; FARHADI, M. International technology spillovers and growth over the past 142 years: the role of genetic proximity. *Economica*, Wiley Online Library, v. 85, n. 338, p. 329–359, 2018.
- MANCA, F. et al. Technology catching-up and the role of institutions. *Research Institute of Applied Economics Working Paper*, 2009.
- MATTHEWS, R. C. The economics of institutions and the sources of growth. *The Economic Journal*, JSTOR, v. 96, n. 384, p. 903–918, 1986.
- MICHEL, J.; BETTELS, B. Patent citation analysis. a closer look at the basic input data from patent search reports. *Scientometrics*, Akadémiai Kiadó, co-published with Springer Science+ Business Media BV ..., v. 51, n. 1, p. 185–201, 2001.
- NELSON, R. R.; PHELPS, E. S. Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. *The American economic review*, JSTOR, v. 56, n. 1/2, p. 69–75, 1966.
- NICKELL, S. Biases in dynamic models with fixed effects. *Econometrica: Journal of the econometric society*, JSTOR, p. 1417–1426, 1981.
- NORTH, D. C.; HART, E. *Custos de transação, instituições e desempenho econômico*. [S.l.]: Instituto Liberal Rio de Janeiro, 2006.
- NORTH, D. C. et al. *Institutions, institutional change and economic performance*. [S.l.]: Cambridge university press, 1990.
- PESARAN, M. H. General diagnostic tests for cross-sectional dependence in panels. *Empirical Economics*, Springer, p. 1–38, 2004.
- PESARAN, M. H. On the interpretation of panel unit root tests. *Economics Letters*, Elsevier, v. 116, n. 3, p. 545–546, 2012.
- PESSOA, A. “ideas” driven growth: the oecd evidence. *Portuguese Economic Journal*, Springer, v. 4, n. 1, p. 46–67, 2005.
- PORTER, M. E.; STERN, S. *Measuring the “ideas” production function: Evidence from international patent output*. [S.l.], 2000.

- PRITCHETT, L. Does learning to add up add up? the returns to schooling in aggregate data. *Handbook of the Economics of Education*, Elsevier, v. 1, p. 635–695, 2006.
- ROBINSON, J. A.; ACEMOGLU, D. *Why nations fail: The origins of power, prosperity and poverty*. [S.l.]: Profile London, 2012.
- RODRIK, D. Institutions for high-quality growth: what they are and how to acquire them. *Studies in comparative international development*, Springer, v. 35, n. 3, p. 3–31, 2000.
- ROMER, P. M. Endogenous technological change. *Journal of political Economy*, The University of Chicago Press, v. 98, n. 5, Part 2, p. S71–S102, 1990.
- ROODMAN, D. How to do xtabond2: An introduction to difference and system gmm in stata. *The stata journal*, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 9, n. 1, p. 86–136, 2009.
- ROODMAN, D. et al. How to do xtabond2. In: STATA USERS GROUP. *North American Stata Users' Group Meetings 2006*. [S.l.], 2006.
- SECK, A. International technology diffusion and economic growth: Explaining the spillover benefits to developing countries. *Structural Change and Economic Dynamics*, Elsevier, v. 23, n. 4, p. 437–451, 2012.
- SEGERSTROM, P. S. Endogenous growth without scale effects. *American Economic Review*, JSTOR, p. 1290–1310, 1998.
- SOLOW, R. M. Technical change and the aggregate production function. *The review of Economics and Statistics*, JSTOR, p. 312–320, 1957.
- TEBALDI, E.; ELMSLIE, B. Does institutional quality impact innovation? evidence from cross-country patent grant data. *Applied Economics*, Taylor & Francis, v. 45, n. 7, p. 887–900, 2013.
- ULKU, H. R&d, innovation and output: evidence from oecd and nonoecd countries. *Applied Economics*, Taylor & Francis, v. 39, n. 3, p. 291–307, 2007.
- VARSAKELIS, N. C. Education, political institutions and innovative activity: A cross-country empirical investigation. *Research policy*, Elsevier, v. 35, n. 7, p. 1083–1090, 2006.
- WESTPHAL, L.; KIM, L.; DAHLMAN, C. Reflections on the republic of south korea's acquisition of technological capacity. *International Technology Transfer*. Praeger, New York, 1985.