

SPILOVERS DE CONHECIMENTO NA OCDE: UMA ANÁLISE COM MGM-SYSTEM

KNOWLEDGE SPILOVERS IN THE OECD: AN ANALYSIS USING THE MGM-SYSTEM

DOI: 10.29327/2293200.14.2-9

José Alderir da Silva¹

Departamento de Engenharias
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Angicos- Rio Grande do Norte - Brasil.

Resumo: Na teoria do crescimento endógeno, a inovação e o avanço tecnológico desempenham um papel crucial no crescimento econômico. Essa teoria enfatiza os fatores econômicos internos, sendo os *spillovers* um dos principais mecanismos que impulsionam o progresso tecnológico e, portanto, o crescimento econômico. Os países ricos são economias que estão próximas da fronteira tecnológica, mas que podem disseminar o conhecimento para países que se encontram atrasados tecnologicamente. Assim, este artigo visa analisar as relações entre a criação de novas ideias e algumas variáveis que podem gerar transbordamento do conhecimento tecnológico entre as economias da OCDE. Os resultados encontrados, por meio do método generalizado de momentos (MGM-System) mostram que as importações, o investimento direto estrangeiro e, principalmente, o *gap* tecnológico são importantes canais de transbordamento de conhecimento entre as economias estudadas.

Palavras-chave: MGM-system. Fronteira Tecnológica. Patentes. OCDE. Inovação.

Abstract: In the theory of endogenous growth, innovation and technological advancement play a crucial role in economic growth. This theory emphasises internal economic factors, with spillovers being one of the primary mechanisms driving technological progress and, consequently, economic growth. Wealthy countries are economies close to the technological frontier, but they can disseminate knowledge to technologically lagging countries. Hence, this article aims to analyse the relationships between the generation of new ideas and some variables that can generate the overflow of technological knowledge among OECD economies. The results obtained, through the Generalised Method of Moments (MGM-System), show that imports, foreign direct investment, and, most importantly, the technological gap are important channels for the overflow of knowledge among the economies under study.

Key-words: MGM-system. Technological Frontier. Patents. OCDE. Innovation.

Recebido: 18/09/2023

Aprovado: 20/10/2023

Introdução

O crescimento econômico sustentado de um país está intrinsecamente relacionado com o processo de acumulação de conhecimento, tornando-se um fator de produção crucial para qualquer economia. O conhecimento e a produção de novas ideias impulsionam a produtividade e a

¹ jose.silva@ufersa.edu.br.

Orcid: 0000-0002-1514-6999

capacidade de inovação do país, que, por sua vez, torna as empresas mais competitivas nos mercados domésticos e internacionais e, assim, estimulando o crescimento econômico.

O conhecimento é um recurso que abrange avanços tecnológicos, habilidades, experiências, pesquisas científicas e inovações que permitem desenvolver novos produtos e serviços e, portanto, aumentando o bem-estar da população.

Esse conhecimento pode ser adquirido diretamente por meio do investimento em capital humano. Entretanto, dado que os países ricos respondem pela maior parte da criação de novas tecnologias no mundo, países em desenvolvimento também podem absorver esse conhecimento pelo processo de difusão de tecnologia dos países industrializados.

Em um contexto global com comércio internacional de bens e serviços, Investimento Direto Estrangeiro (IDE) e intercâmbio de informações e conhecimento, a produtividade de um país, segundo Coe e Helpman (1995), não é influenciada apenas por seus próprios esforços de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), mas também pelos esforços de seus parceiros comerciais.

A P&D estrangeira pode proporcionar benefícios diretos e indiretos. Os diretos incluem a possibilidade de aprender sobre novas tecnologias, materiais, processos de produção ou métodos organizacionais desenvolvidos no exterior. Já os benefícios indiretos, são absorvidos pelas importações de bens e serviços que foram desenvolvidas por seus parceiros comerciais.

Em ambas as situações, a P&D estrangeira exerce influência na produtividade de um país. A absorção e aplicação dos novos conhecimentos e tecnologias adquiridos pelos *spillovers* internacionais podem aumentar a eficiência e a capacidade de inovação das empresas domésticas, resultando em ganhos de produtividade e competitividade. Entende-se por *spillovers* os fenômenos nos quais os efeitos/transbordamentos de uma ação, inovação ou mudança em uma área afetam outras áreas ou setores adjacentes. Esses efeitos podem ser benéficos ou prejudiciais, ou seja, eles podem ser tanto positivos quanto negativos.

Nas décadas de 1980-1990 surgiram os primeiros modelos teóricos de crescimento endógeno, que mostraram a importância da inovação para o crescimento econômico (Jones, 1995) e também o papel dos transbordamentos de tecnologias no crescimento da produtividade das economias (Grossman & Helpman, 1993; Aghion & Howitt, 1992). Portanto, além de incorporar o progresso técnico como interno ao sistema econômico, eles modelaram o processo de difusão de conhecimento entre os países (Keller, 2004).

Apesar da previsão desses modelos de crescimento endógenos, de que os países em desenvolvimento se beneficiarão significativamente com os transbordamentos de tecnologia, as

evidências empíricas, contudo, permanecem relativamente escassas e inconclusas no que diz respeito as variáveis comumente adotadas como canais de *spillovers*.

Com relação aos transbordamentos de tecnologia, é importante mencionar que essa transferência de tecnologia não é realizada de forma simples, livre e espontânea. Ela possui externalidades positivas e negativas para o exportador e para o importador de tecnologia, assim como condicionantes políticos, econômicos e, principalmente, geopolíticos. Em muitas situações, esses modelos não conseguem endogenizar de forma significativa esses efeitos.

Assim, o objetivo principal deste artigo é analisar as relações entre as variáveis relacionadas com a inovação que podem provocar transbordamentos de tecnologia e a produção de novas ideias para os países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) no período de 1980 a 2020.

Como resultado, este estudo busca gerar pelo menos duas contribuições principais: i) ampliar a análise para um número maior de países da OCDE e período mais recente e ii) empregar quatro canais de difusão de conhecimento, IDE, importações, gastos em P&D e *gap* tecnológico. Entre essas variáveis, existe um consenso apenas acerca das importações como promotora de transbordamentos positivos sobre o crescimento econômico.

No caso do IDE, tem-se uma indefinição, que este artigo busca contribuir para o debate. As variáveis “gastos em P&D” e “*gap* tecnológico” são pouco exploradas na literatura e seus resultados inconclusos. Portanto, este estudo também visa avançar nessa discussão.

Para alcançar o objetivo proposto, a primeira seção deste artigo revisa os principais resultados empíricos, destacando variáveis de *spillovers* adotadas, metodologias e grupos de países que foram analisados nesses trabalhos, de modo que permita comparar com os resultados encontrados na presente pesquisa.

Na segunda seção é desenvolvida a estratégia empírica, na qual é formalizado o modelo a ser estimado por meio do método MGM-*system*. Na seção seguinte é realizada a descrição das variáveis para evidenciar as relações que as variáveis de *spillovers* podem ter sobre a inovação. Na quarta seção, encontra-se a análise dos resultados, em que se tenta quantificar as relações entre as variáveis descritas na seção anterior, utilizando o método MGM-*system*, de modo que se possa sinalizar quais variáveis são significativas no processo de difusão de conhecimento entre os países da OCDE. Por fim, há as considerações finais.

1. Revisão da Literatura Empírica

Os estudos sobre o processo de difusão de tecnologia entre os países tiveram início no final da década de 1980, com os trabalhos de Romer (1986, 1990), Jones (1995), Grossman e Helpman (1991) e Aghion e Howitt (1992), e se intensificaram com o surgimento de novas técnicas econométricas, nos anos 1990, com os trabalhos de Coe e Helpman (1995).

Desde então, a literatura tem explorado cada vez mais o tema, com o objetivo de encontrar explicações para a contribuição dos *spillovers* no processo de inovação e, portanto, no crescimento econômico. A revisão da literatura empírica a seguir buscou selecionar os principais trabalhos sobre ao tema, tendo como critério variáveis e métodos utilizados, permitindo a comparação com os achados empíricos. Essa revisão não se restringiu apenas aos países da OCDE, mas também a outros grupos de economias, de modo a observar se as relações entre as variáveis são similares ou não, ao grupo de países adotados nessa pesquisa.

O primeiro trabalho de grande impacto, sendo referência para inúmeros estudos, que tentou analisar os efeitos dos *spillovers* internacionais sobre a Produtividade Total dos Fatores (PTF) foi o de Coe e Helpman (1995).

A PTF é uma medida econômica que avalia a eficiência com que os insumos de produção, como trabalho e capital, são combinados e utilizados na produção de bens e serviços, ou ainda, é um indicador crucial para entender o crescimento econômico e a eficiência produtiva de uma economia, sendo calculada como a diferença entre o crescimento da produção total e a contribuição dos insumos de produção (trabalho, capital, terra etc.). Em outras palavras, a PTF representa o aumento da produção que não pode ser atribuído ao aumento da quantidade de insumos utilizados. Isso pode ser resultado de melhorias tecnológicas, avanços na gestão, maior eficiência e outras formas de otimização na produção.

Coe e Helpman (1995) analisaram os dados para uma amostra de 22 países da OCDE, dos quais sete foram considerados desenvolvidos. O período de análise abrange de 1971 a 1990 e a cointegração em dados em painel foi o método utilizado. O gasto em P&D estrangeiro e as importações em razão do PIB foram as *proxys* adotadas como *spillovers* no estudo. Os resultados encontrados mostraram que existe um transbordamento de tecnologia, dos países ricos para as economias em desenvolvimento, derivado das variáveis de *spillovers*.

Porter e Stern (2000) estimaram a função de produção de ideias em nível internacional para 16 países da OCDE, como o mesmo objetivo de Coe e Helpman (1995), ou seja, verificar os efeitos dos *spillovers* entre os países, no período de 1973 a 1993. Os resultados encontrados, por meio de dados em painel, mostraram que o estoque de conhecimento estrangeiro tem efeito positivo sobre a produção de novas ideias entre os países analisados.

Já o trabalho de Falvey, Foster e Greenaway (2004), analisaram os *spillovers* derivado do comércio internacional entre 21 países da OCDE, no período de 1975 a 1990, com o objetivo de verificar se as importações e, principalmente, as exportações são canais de difusão tecnológica entre os países da amostra. Os resultados encontrados, por meio de um painel dinâmico, identificaram que as importações têm efeitos de transbordamentos significativamente positivos. Mas, no que diz respeito às exportações, apesar de positivo, não tiveram significância estatística.

Krammer (2010) também analisou os *spillovers* de conhecimento entre 47 países, sendo 20 desenvolvidos e 27 em processo de desenvolvimento, no período de 1990 a 2006. Ele tentou verificar o impacto das importações e do IDE como canais principais de transbordamentos sobre a PTF. Os resultados mostraram que o IDE tem impacto pouco relevante na produtividade dos países anfitriões e que as importações continuam sendo o principal canal de difusão de conhecimento entre os países analisados. Todavia, observou-se que países com maior estoque de capital humano obtiveram ganhos maiores dos *spillovers*.

Já Silajdzic e Mehic (2015), procuraram investigar os *spillovers* do IDE sobre o crescimento econômico, para uma amostra de países em transição. Eles encontraram evidências de que o IDE é um importante canal de transmissão de conhecimento entre as economias estudadas. Utilizando de dados em painel, os autores também identificam que a capacidade de absorção está associada ao nível de conhecimento existente nas economias receptoras, o que corrobora com o trabalho de Krammer (2010).

Pietrucha et al. (2018) analisaram os efeitos de transbordamentos do IDE e do comércio internacional sobre a produtividade total dos fatores para um grupo de 41 países desenvolvidos e em desenvolvimento. Os resultados encontrados, por meio do método de autorregressão espacial dinâmico (SAR), sinalizaram que as duas variáveis são importantes canais de transferência de tecnologia e que o grau de importância depende da capacidade de absorção, como a qualidade das instituições, por exemplo.

Diferentemente de Pietrucha et al. (2018), o estudo de Madsen e Farhadi (2018) analisou o transbordamento de conhecimento das importações, considerando a proximidade genética entre 31 países com diferentes trajetórias de desenvolvimento no período de 1870 a 2011. Os resultados mostraram que, quanto mais próximos são os países em termos de cultura, hábitos, costumes, instituições, crenças, valores e outras proximidades genéticas, maior e mais rápido serão os ganhos de produtividade decorrentes dos *spillovers* tecnológicos. Além disso, as importações são um canal importante de transmissão de conhecimento, tendo um efeito permanente no crescimento dos países analisados.

Lee (2020) explora os efeitos dos gastos em P&D e do comércio de fatores de produção no crescimento da produtividade de 25 economias avançadas e emergentes. Utilizando dados intra e inter-indústria em um painel, o autor chega à conclusão de que os ganhos de produtividade provenientes dos *spillovers* do comércio de fatores de produção são maiores nos países que se encontram próximos a fronteiras tecnológica.

Razzaq, Na e Delpachitra (2021) estudaram os efeitos do IDE da China para outras economias subdesenvolvidas com o objetivo de mensurar os *spillovers* do IDE chinês sobre o crescimento desses países, considerando a lacuna tecnológica entre os países em análises. O método adotado foi o dos estimadores de mínimos quadrados generalizados, que identificaram evidências de que o IDE chinês tem um efeito positivo sobre o crescimento da produtividade dos países em desenvolvimento selecionados, mas a magnitude desse transbordamento de conhecimento se torna menor conforme maior seja a diferença do *gap* tecnológico.

Ali et al. (2023) também investigaram os *spillovers* derivados do IDE entre os BRICs, no período de 2000 a 2020, por meio de testes de cointegração de painel. Além do IDE, os autores estimaram os efeitos de outras variáveis. Os resultados mostraram que o IDE, a abertura comercial e os gastos em P&D afetam positivamente a inovação tecnológica nos BRICs.

O Quadro 1 resume a metodologia, a amostra, o período e as principais variáveis utilizadas como canais de transbordamento de conhecimento presente nos estudos mencionados. Em termos gerais, observa-se que a variável importação tem um efeito positivo no processo de difusão de tecnologia, independentemente do grupo de economias, método e período analisado. Por outro lado, as demais variáveis apresentam resultados diferentes, principalmente a variável IDE.

Quadro 1 - Compilação das metodologias, amostra e principais variáveis de *spillovers* utilizadas nas pesquisas empíricas sobre difusão de conhecimento

Autores	Método	Amostra/Período	Canais de <i>Spillovers</i>
Coe & Helpman (1995)	Cointegração de Dados em Painel	22 países da OCDE 1971 a 1990	Gasto em P & D e Importações
Porter & Stern (2000)	Dados em Painel	16 países da OCDE 1973 a 1993	Estoque de Patentes Estrangeiro
Falvey et al. (2004)	Painel Dinâmico	21 países da OCDE 1975 a 1990	Importações e Exportações
Krammer (2010)	Dados em Painel	47 países 1990 a 2006	Importações e IDE
Silajdzic & Mehic (2015)	Mínimos Quadrados Generalizados	10 países da Europa Central e Oriental 2000 a 2013	IDE e Abertura comercial

Pietrucha et al. (2018)	SAR	41 países 1995 a 2014	IDE e Comércio Internacional
Madsen & Farhadi (2018)		31 países 1870 a 2011	Importações e proximidade genética e geográfica
Lee (2020)	Dados em Painel	25 países 1995 a 2009	Gastos em P&D e Comércio de fatores de produção
Razzaq, Na & Delpachitra (2021)	Mínimos Quadrados Generalizados	China e 58 países anfitriões 2003 a 2016	IDE e gap
Ali et al. (2023)	Cointegração de Dados em Painel	BRICs 2000 a 2020	IDE, Abertura Comercial e Gasto em P&D

Fonte: Elaboração do autor, a partir dos autores acima mencionados.

A literatura empírica sobre o efeito dos *spillovers* em relação a criação de novas ideias, exceto para as importações, é, contudo, escassa e tem conclusões mistas, o que abre espaço para novas contribuições que buscam analisar essa dinâmica entre as economias da OCDE. Com efeito, este estudo busca contribuir nesse sentido.

2. Modelo Teórico e Estratégia Empírica

Nesse artigo, os *spillovers* serão estudados a partir de um modelo de crescimento endógeno baseado na variedade de produtos, conforme Aghion e Howitt (1992) e Krammer (2010). Nesses modelos, o crescimento econômico é impulsionado pelo processo de acumulação de capital, que aumenta a produtividade e cria uma base para o desenvolvimento e a incorporação de novas tecnologias e inovações no processo produtivo. Nos modelos de crescimento endógeno baseados na variedade de produtos, o progresso técnico ocorre como resultado de um processo de aprofundamento do capital na forma de aumento dos bens de capital disponíveis, isto é:

$$A_t = N_t^\gamma \tag{1}$$

Em que A_t é a eficiência tecnológica, N representa o número de bens intermediários, γ é um parâmetro positivo. Assim, a taxa de variação dos bens intermediários pode ser representada pela equação:

$$\dot{N}_t = \eta R D_t \tag{2}$$

Na qual η é um parâmetro estritamente positivo, RD mostra o esforço de P&D para desenvolver novos produtos. Portanto, isso implica que o crescimento da inovação é uma função linear dos esforços de P&D de um país, ou seja:

$$\frac{\dot{A}_t}{A} = \theta RD_t \quad (3)$$

Em que $\theta = \eta\gamma$.

A produção final, contudo, é realizada com uma variedade de insumos intermediários fabricados por empresas domésticas e estrangeiras, de modo que a eficiência técnica depende dos esforços domésticos e estrangeiros de P&D. Portanto, a equação três (3) deve incorporar os *spillovers* de outros países:

$$\frac{\dot{A}_t}{A} = \theta^d RD_{it} + \theta_1^f RD_{j1t} + \theta_2^f RD_{j2t} + \dots + \theta_n^f RD_{jnt} \quad (4)$$

Em que n representa o número de países estrangeiros (j) que fornece bens intermediários ao país i. Os *spillovers* ocorrem por meio da transferência de bens intermediários, por meio dos canais de importações, IDE, gastos em P&D e *gap* tecnológico.

Parte-se da suposição de que as importações e o IDE são bens complementares. Além disso, supõe-se que as empresas que entram no país i possuem tecnologia superior e produzem uma variedade de bens intermediários a um custo menor. Diante disso, a eficiência técnica de um país i depende também dos *spillovers* de conhecimento dos países estrangeiros derivados das importações (S^m), do IDE (S^f), dos gastos em P&D (S^g) e do *gap* tecnológico (S^h), ou seja, assume a seguinte forma:

$$\frac{\dot{A}_i}{A_i} = \theta^d RD_{it} + S_i^m + S_i^f + S_i^g + S_i^h \quad (5)$$

Para a estimação empírica será utilizado o Método dos Momentos Generalizados (MGM-*system*), o qual relaciona as variáveis umas com as outras e com seus valores passados, o que justifica sua utilização. Diferentemente do painel estático, o método MGM-*system* considera a variável dependente defasada como uma das variáveis explicativas. Desse modo, aplicando o logaritmo natural na equação cinco (5), há a equação geral do modelo dinâmico MGM-*system*:

$$\ln A_{it} = \alpha_i + \alpha_1 \ln A_{it-1} + \alpha_2 \ln S_{it}^m + \alpha_3 \ln S_{it}^f + \alpha_4 \ln S_{it}^g + \alpha_5 \ln S_{it}^h + \phi_i + \mu_{it} \quad (6)$$

Na qual A_{it} é a eficiência tecnológica defasada, α são as elasticidades dos *spillovers*, μ_{it} é o componente aleatório idiossincrático e ϕ_i são os efeitos fixos individuais constantes no tempo.

A variável dependente defasada, contudo, se relaciona positivamente com o efeito fixo do modelo e, assim, com o termo de erro. Como resultado, as estimativas por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para a variável dependente defasada se tornam inconsistentes e viesadas para cima, uma vez que a endogeneidade pode gerar coeficientes sobre-estimados. Isto confere um falso poder preditivo que se encontra presente nos efeitos individuais não observados.

A estimação da equação seis (6) por *Within Groups* corrige a presença de efeitos fixos, mas gera coeficientes enviesados para baixo da variável dependente defasada no caso de painéis com dimensão temporal pequena.

Com o objetivo de resolver esse problema, Arellano e Bond (1991) sugeriram transformar a equação seis (6) em primeira diferença, eliminando os efeitos fixos individuais ϕ_i do modelo. Com isso, considerando Δ como operador de diferenças, a equação 6 pode ser reescrita como:

$$Ln\Delta A_{it} = \alpha_i + \alpha_1 Ln\Delta A_{it-1} + \alpha_2 ln\Delta S_{it}^m + \alpha_3 ln\Delta S_{it}^f + \alpha_4 ln\Delta S_{it}^g + \alpha_5 ln\Delta S_{it}^h + \Delta\mu_{it} \quad (7)$$

A variável dependente defasada, A_{it} , por estar correlacionada com μ_{it-1} , continua, contudo, apresentando um componente endógeno. Assim, deve-se considerar problemas de endogeneidade dos demais regressores do modelo, cuja solução passa pela utilização de variáveis instrumentais.

Inicialmente, Arellano e Bond (1991) utilizaram os valores em *lags* de A_{it-1} como instrumento para a variável dependente defasada, dada a hipótese de ausência de correlação serial em μ_{it} . Assim, A_{it-2} se torna correlacionado com ΔA_{it-1} , mas não com o termo de erro em primeira diferença. Dessa forma, à medida que o painel avança no tempo, são adicionados sucessivos *lags*, criando um conjunto de instrumentos válidos para cada período disponível. O mesmo procedimento é aplicado aos outros regressores, que são considerados potencialmente endógenos.

Já a solução encontrada por Blundell e Bond (1998), consiste em instrumentalizar A_{it-1} e outros regressores endógenos usando variáveis ortogonais ao efeito fixo. Com o objetivo de obter um estimador de máxima eficiência e menor viés possível, os autores combinam a solução em primeira diferença com a equação em nível em um único sistema, mas usando técnicas de instrumentalização. Esse método resulta em um estimador conhecido como *MGM-system* que será utilizado neste artigo para estimar os coeficientes que representam os *spillovers* de conhecimento.

3. Descrição das Variáveis

O objetivo desta pesquisa é o de estimar e analisar as relações entre as variáveis relacionadas com a inovação que podem provocar transbordamentos de tecnologia e, conseqüentemente, a produção de novas ideias para os países da OCDE no período de 1980 a 2020.

A escolha dos países da OCDE se deve ao fato de constituir uma amostra com economias em níveis de desenvolvimento, renda *per capita*, estrutura econômica, inovação e desafios distintos. Alguns países, como EUA, Alemanha e Japão são economias altamente desenvolvidas e com setores de alta tecnologia. Já México e Turquia, estão longes de alcançarem o nível de desenvolvimento e tecnológico desses três países.

Assim, a análise será realizada em duas amostras, uma com todos os países da OCDE e uma segunda apenas com as economias não inovadoras, o que corresponde a 38 e 30 unidades transversais, respectivamente. O critério para país não inovador foi a pequena participação no número de pedidos de patentes no total da OCDE no ano de 2020, o que equivale a retirar os seguintes países que detém o maior número de patentes nesse ano, que são: Japão, EUA, Alemanha, Coreia do Sul, França, Reino Unido, Holanda e Suíça.

Para alcançar o objetivo da pesquisa, foi necessário utilizar algumas *proxies*. O número de pedidos de patentes triádicas depositadas a cada ano será a *proxy* para a variável dependente, que representa a produção de novas ideias, ou seja, a inovação que, em parte, pode ser decorrente dos *spillovers* internacionais.

A utilização das patentes se justifica por representar um índice de tecnologia geral e amplamente utilizada nos trabalhos empíricos, constituindo o indicador que melhor representa a capacidade de utilizar as inovações para fins econômicos (Pessoa & Silva, 2009). Neste estudo, serão utilizadas as patentes triádicas, que representam uma categoria de patentes registradas simultaneamente nos escritórios de patentes do Japão (JPO), dos Estados Unidos (USPTO) e na Europa (EPO), com base em datas prioritárias.

A preferência por esse tipo de patente decorre da resolução de problemas que frequentemente surgem ao considerar ideias patenteadas em escritórios individuais. As patentes triádicas solucionam certas questões, como a contagem duplicada da mesma invenção em diferentes escritórios, eliminando o viés nacionalista no processo de patenteamento da invenção, por exemplo, já que as mesmas regras e regulamentos são aplicáveis a todos os países.

Além disso, as ideias patenteadas por meio desse método tendem a possuir um valor intrínseco superior, uma vez que a escolha por esse tipo de patenteamento implica em custos mais elevados. Como resultado, as patentes triádicas se estabelecem como uma medida comparável de

inovação entre os países, caracterizando-se por serem inovações de alta qualidade e com ampla abrangência geográfica, como destacado por Michel e Bettels (2001).

O número de patentes triádicas pode ser impactado por novas ideias decorrentes dos *spillovers* de conhecimento. Esses *spillovers* podem ser derivados do IDE que, segundo Hymer (1960), não é apenas uma simples troca de ativos entre países, mas também de produção industrial, que inclui transferência de recursos, como capital, gestão e tecnologia.

Wang (1990) sugeriu que o aumento do IDE pode gerar mais investimento em capital humano, elevando o potencial de crescimento das economias em desenvolvimento. A sugestão de Wang (1990) corrobora com a teoria de Caves (1974) que, ao estudar as externalidades provenientes do IDE, chegou à conclusão de que esse tipo de investimento aumentava o bem-estar geral, tornando-se forma importante de transferência de conhecimento dos países ricos para os países em desenvolvimento.

Assim, o IDE também é uma variável que foi inserida no modelo com o propósito de verificar os efeitos de transbordamento de conhecimento entre os países da OCDE. Apesar de não existir um consenso², espera-se um sinal positivo para essa variável, uma vez que os *spillovers* podem ocorrer por diversos canais, como aquisição de habilidades, movimento da força de trabalho de multinacionais para empresas locais, movimento de tecnologia e concorrência saudável (Javorcik, 2004; Dasgupta, 2012; Baltabaev, 2014; Jiang, Luo, & Zhou, 2020). Assim, a expectativa é que o aumento do IDE aumente o número de pedidos de patentes.

A segunda variável é a distância que os países se encontram da fronteira tecnológica. Fronteira tecnológica é um conceito que descreve o estado da arte ou o limite do conhecimento tecnológico em um determinado campo ou setor, ou seja, o ponto mais avançado em que a tecnologia, a P&D, estão atualmente e representa o nível mais alto de inovação e eficiência tecnológica alcançado em uma área específica. Todavia, ela é dinâmica, uma vez que a tecnologia e a inovação continuam avançando ao longo do tempo. À medida que há novas descobertas e novas tecnologias são desenvolvidas, a fronteira tecnológica se move, expandindo as possibilidades de avanço e crescimento em diversos setores.

Segundo Findlay (1978) e Wang e Blomström (1992), o processo de difusão de conhecimento tende a ser maior quanto mais distante o país se encontrar da fronteira tecnológica. O

² A decisão de investimento de uma empresa no exterior não se limita ao acesso a mercados e redução de custos, por exemplo, mas envolve também uma lógica de Estado que atende a objetivos políticos e estratégicos, como Chesnais (1996) já chamava a atenção. Assim, essa decisão é um processo complexo de tentar antecipar as ações dos concorrentes, seja penetrando no país para depois esvaziar os concorrentes locais, seja para extrair as tecnologias do país hospedeiro.

crescimento da produtividade e, portanto, o PIB *per capita* passa a ser função do *gap* tecnológico do país (Girma, 2005; Aghion et al., 2009). Desse modo, quanto maior o hiato tecnológico entre os países líderes e os países atrasados, maior o potencial de difusão de tecnologia.

Howitt (2000) mostra que quanto maior o *gap* tecnológico de um país, maior será o crescimento da produtividade e, portanto, do PIB desse país em relação a um país que se encontre próximo da fronteira. Assim, o *gap* tecnológico permite aos países o que Gerschenkron (1962) denominou de vantagem do atraso.

O *gap* tecnológico, no entanto, também pode ser um obstáculo para o transbordamento de conhecimento. A tecnologia construída nas economias inovadoras pode ser menos favorável aos padrões das economias em desenvolvimento, o que pode dificultar o transbordamento da tecnologia. Há, também, desvantagens do atraso tecnológico, uma vez que quanto maior o atraso, maior a exigência de um nível de qualificação da força de trabalho para que o país alcance a fronteira, segundo Aghion et al. (2005).

O *gap* tecnológico é construído a partir da razão do número de patentes de cada país e da soma dos três países com o maior número de pedidos de patentes em cada ano, mostrando que quanto menor a participação do país, maior é seu *gap* tecnológico.

Já as importações são obtidas da relação das importações de bens e serviços e o PIB. A direção esperada para essa variável é positiva, pois o aumento da competição expõe as empresas domésticas a práticas e tecnologias mais avançadas, estimulando a inovação e, conseqüentemente, o surgimento de novas ideias.

Por outro lado, embora a literatura (Aghion & Jaravel, 2015) tenha consagrado as importações como um canal importante de difusão de conhecimento, ela pode revelar a vulnerabilidade das empresas nacionais, levando não a um processo de inovação, mas a um aumento na participação de produtos importados na estrutura produtiva do país.

Como resultado, ao invés da geração de novas ideias, observa-se uma redução na capacidade de inovação da economia, o que significa que o coeficiente estimado para essa variável pode ser negativo ou ter um impacto modesto na produção de novas ideias.

Quanto aos gastos em P&D, Grossman e Helpman (1991) mostram que o gasto em P&D doméstico aumenta o conhecimento na economia, mas a formação tecnológica de um país pode também ser influenciada pelo gasto em P&D de outros países. Desse modo, o gasto total da OCDE foi incluído no modelo também como variável de *spillover*, cujo impacto esperado sobre a produção de novas ideias é positivo.

Essas formas de transbordamentos de tecnologia entre os países não ocorrem de forma automática, mas gerada por diversas condições que o país receptor deve possuir para absorver a tecnologia de outros países. Essas condições envolvem esforços técnicos, experiência anterior, acúmulo de conhecimento, capital humano, intensidade de P&D e instituições sólidas, por exemplo (Girma 2005; Crespo & Fontoura, 2007).

A Tabela 1 apresenta um resumo das variáveis e suas respectivas fontes. Foram realizadas transformações logarítmicas em todas as variáveis, cujos coeficientes podem ser interpretados como elasticidades da variável dependente em relação as variáveis explicativas.

Tabela 1 – Descrição das Variáveis

Variáveis	Descrição das Variáveis	Fonte
A_{it}	Número de novos pedidos de patentes triádicas.	O C D E - Date
m	Índice calculado a partir da razão das importações em relação ao PIB.	B a n c o Mundial
f	Participação do fluxo de IDE na Formação Bruta de Capital Fixo.	O C D E - Date
h	Índice calculado a partir da razão entre o número de patentes de cada país e o número total de patentes triádicas dos três maiores países patenteadores.	O C D E - Date
g	Gasto em P&D total na OCDE.	O C D E - Date

Fonte: Elaboração própria.

Embora o período de análise compreenda os anos de 1980 a 2020, para atender as propriedades de consistência do estimador MGM, que demanda um conjunto de dados em painel com um número curto de períodos (T) e um grande número de unidades transversais (N), optou-se por calcular a média a cada cinco anos. Isso resulta em sete períodos que serão submetidos a análise, ou seja, T = 7 para amostras com 38 e 30 unidades transversais, respectivamente. Na próxima seção serão estimados e analisados os coeficientes para as duas amostras.

4. Resultados Empíricos

Com o propósito de analisar a criação de novas ideias em relação as variáveis explicativas do modelo representado na equação sete (7), os resultados dos métodos *OLS-Pooled* e *within groups* também serão apresentados ao lado dos achados pelo *MGM-system*. Saliente-se que o teste de

Hausman, que visa determinar a escolha entre os modelos de efeitos fixos ou aleatórios, apontou que para todas as estimativas realizadas, o modelo de efeito fixo foi considerado o mais apropriado.

A especificação utilizada foi a mesma nas três estimativas, adotando a variável dependente defasada e ignorando a presença de problemas de endogeneidade relacionados a um componente autorregressivo e a omissão de variáveis não observadas nos dois primeiros métodos.

Como visto na terceira seção, as estimativas *OLS-Pooled* tendem a mostrar viés positivo, enquanto as estimativas *within groups* tendem a apresentar viés negativo. Isso proporciona um intervalo de confiança para as estimativas do *MGM-system*. Encontrar um valor para o coeficiente da variável dependente defasada dentro desse intervalo indica que as estimativas do *MGM-system* são eficazes, consistentes e mitigam o viés.

As estimativas do *MGM-system* foram obtidas em dois estágios que, conforme Roodman (2006), são assintoticamente eficientes e robustos em relação à presença de heterocedasticidade e autocorrelação no termo de erro do modelo. Embora o estimador *MGM-system* apresente ganhos de eficiência, ele pode enfrentar problemas relacionados ao excesso de instrumentos.

Para corrigir esse problema, optou-se por usar a opção *collapse* do comando *xtabond2* no *STATA*, evitando situações de proliferação de instrumentos que poderiam comprometer a eliminação da endogeneidade e os resultados dos testes de Sargan e Hansen, para validade conjunto de instrumentos. Além disso, a “*rule of thumb*”, que exige um número de instrumentos menor ou igual ao número de países em cada amostra, foi respeitada.

O teste de autocorrelação, de Arellano e Bond (1991), foi aplicado para identificar autocorrelação de primeira e segunda ordens nos resíduos. Os resultados indicaram que se deve rejeitar a hipótese nula de ausência de autocorrelação de primeira ordem e aceitar a hipótese nula de ausência de autocorrelação de segunda ordem para assegurar a consistência das estimativas.

As Tabelas 2 e 3 evidenciam que os coeficientes da variável dependente defasada, obtidos pelo método *MGM-system*, situam-se dentro dos intervalos estabelecidos pelos métodos de efeito fixo e *OLS-Pooled*. Isso resulta em uma redução do viés dos estimadores. Além disso, os resultados relativos à validade dos instrumentos adicionais empregados se demonstram sólidos, conforme indicado pelos valores dos testes de Sargan e Hansen. Por último, é importante notar que a hipótese nula de ausência de autocorrelação de segunda ordem nos resíduos foi aceita, o que reforça a consistência dos resultados.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados para a amostra com todos os países da OCDE. Para essa amostra, todos os coeficientes estimados pelo método *MGM-system* apresentaram uma

relação positiva, exceto para a variável dependente defasada e a variável gastos em P&D. No entanto, estas variáveis não apresentaram significância estatística.

Embora não significativo, o coeficiente para a variável dependente defasada mostra que pode existir uma persistência da inovação no tempo. Isso indica que a criação de novas ideias no período t pode influenciar positivamente a inovação no período t+1. Esse resultado é comum aos métodos apresentados na Tabela 2 e 3.

Tabela 2: Coeficientes Estimados para todos os países da OCDE, 1980-2020.

	Efeito Fixo	OLS-Pooled	MGM-System
A(1)	0.0306926 (0.0187)	0.0707038*** (0.0229)	0.0571774 (0.0714)
g	0.0099619 (0.0355)	0.0254916** (0.0016)	-0.0588268 (0.1246)
m	0.267626*** (0.0419)	0.0849525*** (0.0056)	0.0889797** (0.0439)
f	0.0412072*** (0.0094)	0.0293449*** (0.0081)	0.0314922*** (0.0066)
h	0.9615481** (0.0176)	0.9049226*** (0.0100)	0.9833178*** (0.0279)
Constante	8.65782*** (0.3770)	8.130995*** (0.0010)	9.289278*** (0.9057)
R2	0.9968	0.9814	-
Teste F	0.0000	0.0000	-
Teste Wald	-	-	0.0000
Arellano e Bond AR(1)	-	-	0.002
Arellano e Bond AR(2)	-	-	0.640
Teste de Sargan	-	-	0.251
Teste de Hansen	-	-	0.385
Nº instrumentos	-	-	8

Fonte: elaboração própria, a partir de dados do Banco Mundial e OCDE-Date.

No que diz respeito as variáveis de *spillovers*, o coeficiente para as importações (m) mostra que um aumento de 10% nas importações gera uma contribuição de 0,8% na criação de novas ideias. Já para os países inovadores, a contribuição é de 1,1%. Esses resultados mostram que existe um transbordamento de conhecimento via importações, o que corrobora com outros estudos que

utilizaram *proxies* e métodos distintos, como os de Coe e Helpman (1995), Krammer (2010) e Lee (2020).

Já a variável de *spillover* gasto em P&D total da OCDE (g) teve significância estatística apenas na amostra de países não inovadores, no qual o aumento de 10% eleva a produção de novas ideias em 0,6%. Assim, os gastos em P&D realizados por países inovadores podem resultar em uma maior criação de novas ideias nesses países, ocorrendo um transbordamento de tecnologia também por esse canal.

Em relação a variável IDE (f), o coeficiente estimado foi de 0,03 e 0,02 para as amostras completas e de países não inovadores, respectivamente. Como explicado na terceira seção, não se tem um consenso dos efeitos dessa variável, mas os coeficientes estimados indicam que os transbordamentos do IDE estão sendo positivos para os países não inovadores, embora pouco relevante, como também encontrado por Krammer (2010), e diferentemente dos resultados de Silajdzic e Mehic (2015).

Tabela 3: Coeficientes Estimados por MGM-System: países não inovadores, 1980-2020.

	Efeito Fixo	OLS-Pooled	MGM-System
A(1)	0.0234177 (0.0227)	0.0758355*** (0.0187)	0.0274343 (0.0414)
g	0.0567323 (0.0415)	0.0171514 (0.0136)	0.0610521* (0.0362)
m	0.223028*** (0.0467)	0.0758297*** (0.0185)	0.1144139*** (0.0254)
f	0.0296537*** (0.0111)	0.0294202*** (0.0087)	0.0227493*** (0.0073)
h	0.96076*** (0.0194)	0.9047065*** (0.0192)	0.9342015*** (0.0310)
Constante	8.514743*** (0.3984)	8.171278*** (0.2348)	8.354036*** (0.2492)
R2	0.9963	0.9975	-
Teste F	0.0000	0.0000	-
Teste Wald	-	-	0.0000
Arellano e Bond AR(1)	-	-	0.056
Arellano e Bond AR(2)	-	-	0.536
Teste de Sargan	-	-	0.174
Teste de Hansen	-	-	0.111

Nº instrumentos

-

-

8

Fonte: elaboração própria, a partir de dados do Banco Mundial e OCDE-Date.

Dentre os *spillovers* estudados, a distância dos países em relação a fronteira tecnológica é o que se apresentou como mais importante. Os coeficientes estimados foram de 0,98 e 0,93 para a amostra total e para a amostra com os países não inovadores, sinalizando que estes últimos países podem tirar proveito do hiato tecnológico para alavancar o crescimento econômico e convergir para uma renda *per capita* próxima dos países que estão sobre a fronteira tecnológica, conforme apontado também por Lee (2020).

Em suma, os resultados sugerem pelo menos três conclusões gerais acerca dos coeficientes estimados: i) de que as estimativas MGM-*system* reduzem o viés de estimação diante da inclusão da variável dependente defasada em um período e da presença dos efeitos fixos não observáveis entre as variáveis explicativas; ii) de que as importações e o IDE provocam transbordamentos de conhecimentos entre as economias da OCDE; e iii) de que a distância dos países em relação à fronteira tecnológica é um importante canal de transbordamento de tecnologia, sugerindo que quanto maior a distância do país da fronteira tecnológica, maior será o efeito dos *spillovers*.

Considerações Finais

Este artigo teve por objetivo estimar a relação entre a criação de novas ideias e as variáveis de *spillovers* para um conjunto de países da OCDE, no período de 1980 a 2020, procurando observar as variáveis mais importantes no processo de difusão de conhecimento entre as economias da OCDE, tendo como plano de fundo a teoria do crescimento endógeno de variedade de produtos.

Para alcançar esse objetivo, foi realizada uma ampla revisão da literatura empírica, descrevendo os principais trabalhos com o mesmo objetivo, mas utilizando variáveis e métodos distintos. Em seguida foi apresentada a metodologia na terceira seção, ou seja, o Método Generalizado de Momentos (MGM-*system*) e a estratégia empírica adotada.

As estimativas foram obtidas para duas amostras de países da OCDE, uma para todos os países, uma segunda para os países não inovadores. Os resultados encontrados, por meio do método MGM-*system*, mostram que o número de patentes defasado pode ter um efeito persistente no tempo sobre o próprio número de patentes, mesmo não apresentando significância estatística. De modo semelhante, o gasto em P&D total se apresentou positivamente relacionado com a criação de novas ideias apenas nos países não inovadores.

Já o coeficiente estimado para a variável importações foi positivo e significativo estatisticamente, conforme já amplamente aceito pela literatura empírica. Por outro lado, não se tem

um consenso em relação aos efeitos da variável IDE, no que este trabalhou buscou contribuir. O coeficiente estimado para essa variável mostrou que existe uma relação positiva entre o IDE e o número de patentes, de modo que seu aumento se traduz no transbordamento de conhecimento entre as economias analisadas. Todavia, o transbordamento de tecnologia ocorre de forma mais expressiva quanto maior for o distanciamento do país em relação à fronteira tecnológica, o que contribui para que se construa um consenso em torno dos efeitos dessa variável.

Apesar de sua contribuição este artigo, contudo, apresenta algumas limitações, que podem ser exploradas por pesquisas futuras. Por exemplo, procurar incorporar outras variáveis que permita verificar os *spillovers*, realizar o mesmo exercício para uma amostra de países inovadores, não apenas da OCDE, mas também de outros países igualmente importantes e analisar o comportamento dessas variáveis de *spillovers* considerando instituições, capital humano ou outra variável relevante. Todos esses estudos, também pode ser realizado aplicando outros métodos.

Referências

- AGHION, P.; HOWITT, P. (1992). A Model of Growth through Creative Destruction. **Econometrica**, 60 (2): 323-351.
- AGHION, Philippe; HOWITT, Peter; MAYER-FOULKES, David. (2005). The effect of financial development on convergence: theory and evidence. **The Quarterly Journal of Economics**, 120 (1): 173-222.
- AGHION, Philippe, et al., 2009. The effects of entry on incumbent innovation and productivity. **The Review of Economics and Statistics**, 91 (1): 20-32.
- AGHION, Philippe; JARAVEL, Xavier. (2015). Knowledge spillovers, innovation and growth. **The Economic Journal**, 125 (583): 533-573.
- ALI, Najabat, et al. (2023). Does FDI foster technological innovations? Empirical evidence from BRICS economies. **Plos One**, 18 (3): e0282498.
- ARELLANO, Manuel; BOND, Stephen. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. **The Review of Economic Studies**, 58 (2): 277-297.
- BALTABAEV, Botirjan (2014). Foreign direct investment and total factor productivity growth: new macro-evidence. **The World Economy**, 37 (2): 311-334.
- BLUNDELL, Richard; BOND, Stephen. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. **Journal of Econometrics**, 87 (1): 115-143.
- CAVES, Richard E. (1974). Causes of direct investment: foreign firms' shares in Canadian and United Kingdom manufacturing industries. **The Review of Economics and Statistics**, 56 (3): 279-293.
- CHESNAIS, François. (1996). **Mundialização do capital**. São Paulo: Scrita.

- COE, David T.; HELPMAN, Elhanan. (1995). International R&D spillovers. **European Economic Review**, 39 (5): 859-887.
- CRESPO, Nuno; FONTOURA, Maria Paula. (2007). Determinant factors of FDI spillovers—what do we really know?. **World Development**, 35 (3): 410-425.
- DASGUPTA, Kunal. (2012). Learning and knowledge diffusion in a global economy. **Journal of International Economics**, 87 (2): 323-336.
- FALVEY, Rod; FOSTER, Neil; GREENAWAY, David. (2004). Imports, exports, knowledge spillovers and growth. **Economics Letters**, 85 (2): 209-213.
- FINDLAY, Ronald. (1978). Relative backwardness, direct foreign investment, and the transfer of technology: a simple dynamic model. **The Quarterly Journal of Economics**, 92 (1): 1-16.
- GERSCHENKRON, Alexander. (1962). **Economic backwardness in historical perspective**. Cambridge: Harvard University Press.
- GIRMA, Sourafel. (2005). Absorptive capacity and productivity spillovers from FDI: a threshold regression analysis. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, 67 (3): 281-306.
- GROSSMAN, G. M.; HELPMAN, E. (1993). **Innovation and growth in the global economy**. Cambridge: MIT Press.
- GROSSMAN, Gene M.; HELPMAN, Elhanan. (1991). Trade, knowledge spillovers, and growth. **European Economic Review**, 35 (2-3): 517-526.
- HOWITT, Peter. (2000). Endogenous growth and cross-country income differences. **American Economic Review**, 90 (4): 829-846.
- HYMER, Stephen H. (1960). **The international operations of national firms, a study of direct foreign investment**. Tese de Doutorado em Economia Industrial, apresentada ao Departamento de Economia do Massachusetts Institute of Technology (Orientador: Charles P. Kindleberger).
- JAVORCIK, Beata Smarzynska. (2004). Does foreign direct investment increase the productivity of domestic firms? in search of spillovers through backward linkages. **American Economic Review**, 94 (3): 605-627.
- JIANG, Mingrui; LUO, Sumei; ZHOU, Guangyou., 2020. Financial development, OFDI spillovers and upgrading of industrial structure. **Technological Forecasting and Social Change**, 155, 119974.
- JONES, Charles I. (1995). Time series tests of endogenous growth models. **The Quarterly Journal of Economics**, 110 (2): 495-525.
- KELLER, Wolfgang. (2004). International technology diffusion. **Journal of Economic Literature**, 42 (3): 752-782.
- KRAMMER, Sorin M. S. (2010). International R&D spillovers in emerging markets: the impact of trade and foreign direct investment. **The Journal of International Trade & Economic Development**, 19 (4): 591-623.
- LEE, Dongyeol. (2020). The role of R&D and input trade in productivity growth: innovation and technology spillovers. **Journal of Technology Transfer**, 45, 908-928.
- MADSEN, Jakob B.; FARHADI, Mino. (2018). International technology spillovers and growth over the past 142 years: the role of genetic proximity. **Economica**, 85 (338): 329-359.
- MICHEL, Jacques; BETTELS, Bernd. (2001). Patent citation analysis. A closer look at the basic input data from patent search reports. **Scientometrics**, 51 (1): 185-201.

- PESSOA, Argentino; SILVA, Mário Rui. (2009). Environment based innovation: policy questions. **Finisterra**, 44 (88): 53-78.
- PIETRUCHA, Jacek, et al. (2018). Import and FDI as channels of international TFP spillovers. **Equilibrium, Quarterly Journal of Economics and Economic Policy**, 13 (1): 55-72.
- PORTER, Michael E., STERN, Scott. (2000). **Measuring the " ideas" production function: evidence from international patent output**. Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- RAZZAQ, Asif; AN, Hui; DELPACHITRA, Sarath. (2021). Does technology gap increase FDI spillovers on productivity growth? Evidence from Chinese outward FDI in Belt and Road host countries. **Technological Forecasting and Social Change**, 172, 121050.
- ROMER, Paul M. (1986). Increasing returns and long-run growth. **Journal of Political Economy**, 94 (5): 1002-1037.
- ROMER, Paul M. (1990). Endogenous technological change. **Journal of Political Economy**, 98 (5, Pt 2): S71-S102.
- ROODMAN, David. (2006). How to Do xtabond2. *In 2006 North American Stata Users' Group Meetings* (No. 8). College Station: Stata Users Group.; 24-25 de julho de 2006; Mimeo.
- SILAJDZIC, Sabina; MEHIC, Eldin. (2015). Knowledge spillovers, absorptive capacities and the impact of FDI on economic growth: empirical evidence from transition economies. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, 195: 614-623.
- WANG, Jian-Ye; BLOMSTRÖM, Magnus. (1992). Foreign investment and technology transfer: a simple model. **European economic review**, 36 (1): 137-155.
- WANG, Jian-Ye. (1990). Growth, technology transfer, and the long-run theory of international capital movements. **Journal of international Economics**, 29 (3-4): 255-271.