

# TRANSFERÊNCIA TECNOLÓGICA ATRAVÉS DAS EXPORTAÇÕES: evidências empíricas para o caso chinês<sup>1</sup>

João Gabriel Pio<sup>2</sup>, Eduardo Gonçalves<sup>3</sup> e Claudio R. Foffano Vasconcelos<sup>4</sup>

**Resumo:** O comércio internacional configura-se como um dos principais canais de difusão tecnológica, pois permite que países, no processo de compra e venda de insumos intermediários e bens de capital, tenham acesso à tecnologia desenvolvida por outros. Nos anos 90, a China iniciou o processo de grandes incentivos ao desenvolvimento de novas tecnologias e foram intensificados nos anos 2000. Isso coloca esse país como um potencial doador de tecnologia, o que contribui para difusão tecnológica mundial. Portanto, o principal objetivo desse artigo é analisar os efeitos dos transbordamentos tecnológicos oriundos da China por meio do comércio internacional. A análise considerou 14 países membros da OCDE, incluindo a China, e 13 setores com representatividade para toda economia no período de 2008 a 2012. Os resultados indicam que a China colabora para o processo de difusão tecnológica, sendo o setor de manufatureira o principal condutor.

**Palavras-Chave:** Transbordamentos tecnológicos, Comércio internacional e Difusão da tecnologia.

**Abstract:** International trade is one of the main channels of technological diffusion, since it allows countries, in the process of buying and selling intermediate inputs and capital goods, to have access to the technology developed by others. In the 1990s, China began the process of major incentives for the development of new technologies and were intensified in the 2000s. This places China as a potential technology donor, contributing to global technological diffusion. Therefore, the main objective of this article is to analyze the effects of technological spillovers from China through international trade. The analysis considered 14 OECD member countries, including China, and 13 sectors that are representative for the whole economy in the period 2008 to 2012. The results indicate that China is contributing to the process of technological diffusion, with the manufacturing sector as the main driver.

**Keywords:** Technological spillover, International trade and Technology diffusion..

Código JEL: F1, O33, O41

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento da China nas últimas décadas reposicionou a importância desse país no mundo, com grandes taxas de crescimento e importante participação no comércio mundial. Além disso, os grandes incentivos ao desenvolvimento de novas tecnologias, por meio da realização de P&D e engenharia reversa, colocam a China entre os países responsáveis pela difusão tecnológica mundial.

<sup>1</sup> Os autores agradecem à FAPEMIG, CNPq e CAPES pelo seu apoio.

<sup>2</sup> Doutorando em Economia, PPGE/UFJF.

<sup>3</sup> Professor Associado, PPGE/UFJF.

<sup>4</sup> Professor Associado, PPGE/UFJF

A industrialização da China iniciou-se com a modernização da agricultura e a reforma agrária, entre os períodos de 1949 e 1960, o que permitiu o acúmulo de capital, aumento da renda e ganho de produtividade (MILARÉ e DIEGUÊS, 2012). Denominada de segunda fase do processo de industrialização chinês, ocorreu nos anos 70 com a abertura econômica e criação das Zonas Econômicas Especiais (ZEEs). Diversas medidas protecionistas também foram adotadas nesse período, tais como: câmbio desvalorizado, benefícios fiscais, baixa taxa de juros e baixos custos de fatores de produção, entre outras, que possibilitaram a criação de diversas industriais nacionais e ampliaram a pauta de produção desse país (CARVALHO e CATERMOL, 2009).

A terceira fase do processo de industrialização da China ocorreu na segunda metade dos anos 90 e se intensificou no anos 2000, sendo que foram criados incentivos voltados para o desenvolvimento de tecnologia, como o incentivo a cópia, a engenharia reversa e a realização de P&D. Esses incentivos mudaram consideravelmente a produção chinesa, que passou de baixa tecnologia e valor agregado, com cerca de 57% do total de exportação associadas a produtos de vestuário em 1995, para produtos com alta intensidade tecnológica, representando 57% do total de exportações ligadas a eletroeletrônicos em 2015.

O comércio internacional é um dos principais canais de transbordamentos tecnológicos. Isto ocorre porque o processo de compra e venda de insumos intermediários e bens de capital permite que agentes (firmas, setores e economias) tenham acesso à tecnologia desenvolvida por outros (SILVERBERG, DOSI e ORSENIGO, 1988). Trabalhos como os de Coe Helpman (1995) e Acharya e Keller (2009) são exemplos de estudos que analisam o impacto do transbordamento tecnológico internacional sobre o produto mundial.

A literatura referente aos transbordamentos tecnológicos internacionais tem analisado constantemente os impactos do comércio internacional sobre a difusão da tecnologia, principalmente, os oriundos de países desenvolvidos, tais como EUA, Alemanha e Japão. No entanto, nenhum, até onde se pesquisou, analisou a China como um potencial doador de tecnologia via comércio internacional. Dessa forma, o principal objetivo desse artigo é analisar os efeitos da China como doador de tecnologia e seus efeitos sobre o produto mundial. Além disso, pretende-se identificar os principais setores chineses condutores de transferência tecnológica.

A análise é conduzida para 13 países desenvolvidos membros da OCDE (Alemanha, Áustria, Bélgica, Canadá, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Holanda, Inglaterra, Itália, Japão, Suécia), mais a China, de 2008 a 2012, considerando 13 setores com representatividade para a economia inteira. A metodologia utilizada é a de dados em painel, e os principais resultados indicam que a China contribui para a difusão da tecnologia mundial.

Além desse introdução, o artigo contém mais 5 seções. Na segunda seção é discutido o processo de desenvolvimento chinês, sendo que é apresentado os principais pontos que levaram a China a se torna uma das maiores economias do mundo. A terceira seção apresenta uma breve revisão de literatura sobre comércio internacional e transbordamentos tecnológicos setoriais. Na quarta e quinta seção é realizado a especificação empírica do modelo, metodologia e base de dados. Por fim, na sexta são apresentados os resultados.

## **2. O CRESCIMENTO CHINÊS**

Existem diversas vertentes (NAUGHTON, 1996; OLIVEIRA, 2003 e STORY, 2004) que buscam compreender quais fatores e quem foram os personagens que possibilitaram a existência da China de hoje, com grandes taxas de crescimento, importante participação no comércio mundial e influente poder político. Oliveira (2003) argumenta que a industrialização

chinesa e seu posterior crescimento teve origem na Revolução Comunista em 1949 com Mao Tsé Tung (1949 a 1976). O apoio das diversas classes sociais, que eram tradicionalmente separadas, devido aos costumes e religião, possibilitou interação política e econômica. Com esse apoio, a revolução agrária foi realizada, dando início ao processo de desenvolvimento chinês (PAGOTTO, 2006).

O avanço da agricultura trouxe ganhos de produtividade e acúmulo de capital necessários para dar início da industrialização chinesa. A partir dos planos quinquenais, iniciado em 53, ainda na era Mao Tsé Tung, o planejamento e a participação estatal tornaram-se características desse processo. Iniciava-se a montagem de indústrias pesadas e de bens de consumo, o que reduziu a necessidade de importação de máquinas e equipamentos (OLIVEIRA 2005).

A segunda fase da industrialização chinesa ocorre com Deng Xiaoping em 1978, com a abertura comercial (CARVALHO e CATERMOL, 2009). O favorecimento a entrada de multinacionais e da criação de um maior número de indústrias chinesas, com o alto investimento estrangeiro direto, em grande parte voltada para exportação, se deu, principalmente, pelo *yuan* desvalorizado, benefícios fiscais, baixa taxa de juros e baixos custos de fatores de produção (MILARÉ e DIEGUÊS, 2012).

Na Figura 1 é possível ver o aumento no volume das exportações e importações chinesas e sua participação no mundo. As exportações passaram de,9 US\$ 620bilhões de dólares em 1990 para US\$ 22,7 trilhões em 2015, assim como sua participação no mundo aumentou de 1,8% em 1990 para 14% em 2015. Já as importações, passaram de US\$533,5 bilhões para US\$ 16,8 trilhões e sua participação no mundo de 1,5% para 10,2% no mesmo período.

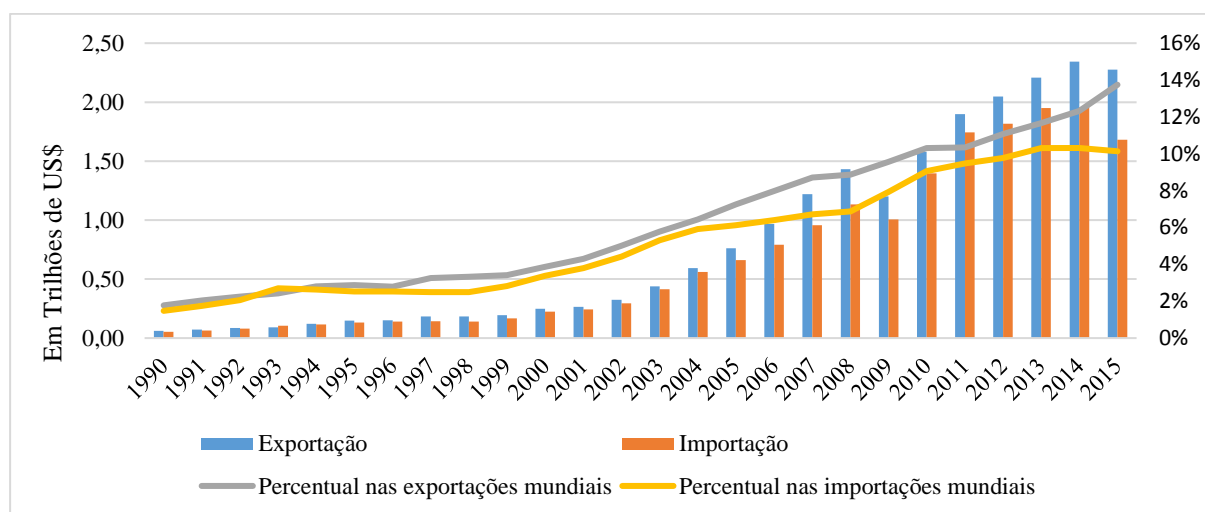


Figura 1 - Evolução das Exportações e Importações da China

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da *Unctadstat*.

Outra reforma importante nesse período foi a criação das Zonas Econômicas Especiais (ZEEs), que são regiões nas quais as empresas nelas instaladas possuem diversas vantagens, as principais são liberdade cambial e isenção fiscal (LAZZARI, 2005). Além disso, foram criados incentivos voltados para o desenvolvimento de tecnologia, como o incentivo a cópia, a engenharia reversa e a realização de P&D (MILARÉ e DIEGUÊS, 2012). Todos esses incentivos mudaram consideravelmente a produção chinesa, de produtos de baixa tecnologia e valor agregado para produtos de maior tecnologia. É possível ver essa mudança a partir da Tabela 1, que mostra a pauta de exportação chinesa em 1995, 2005 e 2015.

Tabela 1 - Pauta de Exportação da China (%)

Produtos	1995	2005	2015
Primários	9,99	4,38	3,01
Baixa tecnologia: têxtil, vestuário e calçado	30,66	17,86	15,18
Baixa tecnologia: outros produtos	15,97	13,79	16,22
Média tecnologia: automotiva	0,95	1,91	2,51
Média tecnologia: processo	6,87	5,65	5,38
Média tecnologia: engenharia	10,82	14,38	16,76
Alta tecnologia: eletrônicos e elétricos	10,79	30,55	29,65
Alta tecnologia: outros	2,23	2,68	2,98

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da *Unctadstat*.

Percebe-se, na Tabela 1, que a pauta de exportações da China sofreu grandes mudanças ao longo do tempo, passando de produtos de baixa intensidade tecnológica para produtos intensivos em tecnologia. Em 1995, cerca de 57% dos produtos exportados eram de baixa tecnologia, principalmente, associados a vestuários e produtos primários. Apenas 13% as exportações, nesse período, eram considerados de alta tecnologia. Em 2005, ocorreu uma mudança significativa, 56% das exportações eram considerados de alta e média tecnologia, sendo o principal produto eletroeletrônicos. Já em 2015, o padrão de mudança da pauta de exportação se manteve, sendo 57% do total de exportações foram de produtos intensivos em tecnologia.

Na Figura 2 são apresentados os investimentos em P&D, considerando os países do G7 mais China no período de 2000 a 2013. A evolução do dispêndio em P&D chinês foi significativa, passando de US\$ 41.000 milhões em 2000 para US\$ 317.000 milhões em 2013. Esses valores superaram os de países desenvolvidos, estando atrás apenas do EUA. De modo geral, a evolução do dispêndio em P&D chinês ao longo da primeira década dos anos 2000, coloca a China entre os países que mais investem na produção de novas tecnologias.

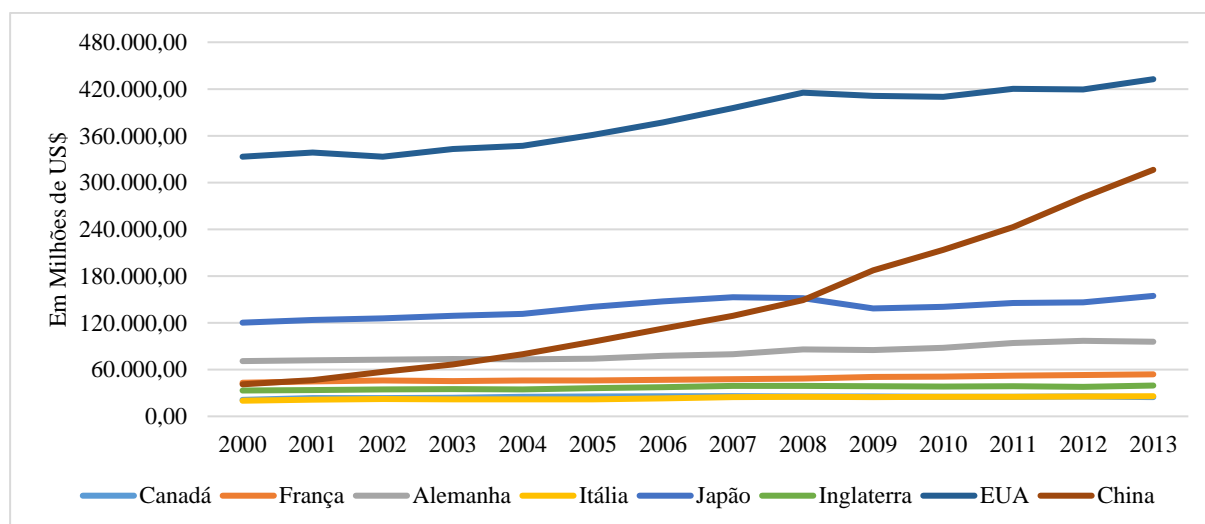


Figura 2- Dispendio em P&D, países do G7 mais a China

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da OCDE *statistic*.

\*Note os valores de P&D estão em milhões de dólares em paridade de poder de compra (ppp) a preços constantes.

O processo de desenvolvimento tecnológico chinês, movido, principalmente, por incentivos à realização de P&D e engenharia reversa, faz com que a China passe de um país receptor de tecnologia, via transbordamentos tecnológicos internacionais, para um país que contribui para a difusão tecnológica mundial. Nesse artigo, portanto, pretende-se analisar os efeitos da China como doador de tecnologia, uma vez que esse país passa a ter grandes participações no desenvolvimento tecnológico mundial.

### 3. TRANSBORDAMENTOS SETORIAIS E O PAPEL DO COMÉRCIO INTERNACIONAL

A literatura sobre crescimento endógeno do início dos anos 1990 (ROMER, 1990; GROSSMAN E HELPMAN, 1991 e AGHION E HOWITT, 1992) é a base para o desenvolvimento das teorias sobre transbordamentos tecnológicos internacionais e enfatiza dois pontos centrais sobre a tecnologia; i) A tecnologia é não rival, no sentido de que os custos marginais para um agente adicional usar a tecnologia são insignificantes; ii) O retorno aos investimentos tecnológicos é uma mistura de público e privado.

O primeiro aspecto pode ser considerado como uma expansão da tecnologia, indicando que a tecnologia pode ser usada por outros agentes (empresas, setores e economias) por um custo adicional mínimo. Ao contrário do capital humano e físico, que só podem ser usados por um agente em um período, a tecnologia tem um potencial ilimitado para ser simultaneamente adaptada por inúmeras agentes (SHIH e CHANG, 2009).

Já o segundo aspecto destaca que, embora os retornos privados devam ser rentáveis o suficiente para manter a inovação em curso, os investimentos tecnológicos muitas vezes criam benefícios maiores para outros agentes do que para o inventor. Esses efeitos externos são chamados de efeito transbordamento da tecnologia (KELLER, 2004).

O transbordamento da tecnologia é definido como sendo o conhecimento tecnológico aprendido e absorvido em competição, de tal maneira que os benefícios não são apropriados integralmente pelo proprietário original da tecnologia (MASKUS, 2004). Isso ocorre porque o principal insumo do desenvolvimento de novas tecnologias, o investimento em P&D, possui características de bens públicos, sendo não-rival e parcialmente excludente (DIETZENBACHER e LOS, 2002). Dessa forma, a tecnologia desenvolvida é capaz de gerar externalidades positivas que beneficiam outros agentes além do investidor inicial. Isso causa um processo de difusão do conhecimento, uma vez que a tecnologia se expande por toda a sociedade.

No contexto de transbordamentos tecnológicos internacionais, a transferência de tecnologia opera por vários canais, conforme apontado por Hall *et al.*, (2010): i) comércio internacional de bens finais, insumos intermediários e bens de capital (COE HELPMAN, 1995); ii) Investimento direto externo (DE LA POTTELSBERGHE E LICHTENBERG, 2001); iii) Migração de cientistas, engenheiros, ou sua participação em oficinas, seminários, feiras comerciais e afins (ALMEIDA E KOGUT, 1999); iv) Publicações em revistas técnicas e artigos científicos (ADAMS, 1990); v) Colaborações em pesquisa ou fusões e aquisições internacionais (HALL, 1999); e vi) Pagamentos de tecnologia estrangeira que incluem *royalties*, taxas de licenciamento e vendas de patentes (LÓPEZ, 2008).

Como o objetivo principal do artigo é avaliar os efeitos do P&D setorial chinês sobre o produto setorial mundial, isto é, os transbordamentos tecnológicos que sucedem nas relações intersetoriais, entre os setores domésticos (chinês) e externos ( restante do mundo), concentra-se na abordagem referente ao comércio internacional de bens finais e insumos intermediários.

A partir dessa perspectiva, Coe Helpman (1995), Keller (2004) e Acharya e Keller (2009) especificam, matematicamente, uma forma de representar os transbordamentos tecnológicos internacionais com base as teorias de crescimento endógeno. Os autores consideram uma função de produção Cobb-Douglas no país  $c$  para o setor  $i$  no tempo  $t$ , definido como;

$$Y_{cit} = A_{cit} L_{cit}^{\beta_1} K_{cit}^{\beta_2} \quad (1)$$

Em que  $Y$  é o produto setorial,  $L$  trabalho,  $K$  estoque de capital e os parâmetros  $\beta_1$  e  $\beta_2$  são as elasticidades desses fatores. O termo  $A$  é um índice que representa a tecnologia. Na forma logarítmica a Equação (1) é representada como;

$$y_{cit} = \beta_1 l_{cit} + \beta_2 k_{cit} + a_{cit} \quad (2)$$

Em que para alguma variável  $Z$ ,  $z = \ln Z$ . Coe Helpman (1995) e Keller (2004) argumentam que vários fatores podem afetar a variável tecnológica,  $a_{cit}$ , sendo que a realização de P&D é o principal elemento.

Na Equação (2), a realização de P&D por uma firma gera dois tipos de retorno: (1) retorno privado, no qual o investimento em P&D possibilita aumentos de produtividade; (2) retorno “público”, em que a realização de P&D produz externalidade positivas para outras firmas.

No contexto da literatura sobre transbordamentos tecnológicos internacional, o retorno público pode ser dividido em quatro formas: i) *spillover* tecnológicos intrasetorial domésticos: em que beneficia firmas no próprio setor; ii) *spillover* tecnológicos intersetorial doméstico: beneficia firmas de outros setores; iii) *spillover* tecnológicos intrasetorial externo: os benefícios da realização de P&D transbordam para outros países, porém, concentram-se no mesmo setor; iv) *spillover* tecnológicos intersetorial externo: nesse caso, os transbordamentos tecnológicos geram benefícios para outros setores. Todos os *spillovers* descritos ocorrem via transações econômicas de compra e venda de insumos intermediários e bens de capital (ACHARYA, 2015).

Sob essa perspectiva, o termo  $a_{cit}$ , na Equação (2) é definido como;

$$a_{cit} = \sum_i \beta_{ii'}^D (r_{cit}^d) + \sum_i \beta_{ii'}^{Ex} (r_{cit}^{ex}) \quad (3)$$

Em que  $r_{cit}^d$  representa os *spillovers* intrasetorial e intersetorial doméstico,  $r_{cit}^{ex}$  os *spillovers* intrasetoriais e intersetoriais externos e os parâmetros  $\beta_{ii'}^D$  e  $\beta_{ii'}^{Ex}$  são as elasticidades das respectivas variáveis. De modo geral, o modelo proposto por Coe Helpman e Keller (2004) para representar os transbordamentos tecnológicos internacionais é definido pela Equação (4).

$$y_{cit} = \beta_1 l_{cit} + \beta_2 k_{cit} + \sum_i \beta_{ii'}^D (r_{cit}^d) + \sum_i \beta_{ii'}^{Ex} (r_{cit}^{ex}) \quad (4)$$

A partir da especificação acima, Acharya (2015) analisaram os transbordamentos tecnológicos internacionais, considerando os 18 países mais desenvolvidos pertencentes a OCDE. Os resultados obtidos mostram que os *spillovers* internacionais concentram-se nos setores de máquinas e equipamentos, de modo geral, nos setores de manufatureira, uma vez que possuem maior intensidades tecnológicas. Resultado semelhante foi obtido por Coe Helpman (1995).

Xu e SHENG (2012) mostram que China se beneficiou dos transbordamentos internacionais promovidos pelos países desenvolvidos no período de 2000 a 2003. Fu e Gong (2009) analisaram os transbordamentos tecnológicos internacionais e intranacional no contexto da China. Os resultados mostram que os setores de Equipamentos elétricos e maquinarias, Eletrônicos e Telecomunicações foram os que obtiveram os maiores incrementos tecnológicos devido aos transbordamentos internacionais.

Xing e Pradhananga (2013), por sua vez, argumentam que o produto chinês é extremamente dependente da demanda externa e que os investimentos diretos externos (FDI) correspondem a 40% do PIB, isto é, o transbordamento, movido pelo FDI, é o principal fator que explica o avanço tecnológico da China. Lin, Liu e Zhang, (2009) também encontraram evidências empíricas de os setores domésticos chineses se beneficiaram dos transbordamentos tecnológicos do FDI no período de 1998 a 2005.

Observa-se, acima, que muitos trabalhos analisaram os transbordamentos tecnológicos internacionais que beneficiaram o desenvolvimento chinês. No entanto, até onde se pesquisou, nenhum trabalho avaliou os efeitos da China como fornecedor de tecnologia via comércio internacional. É nesse ponto, que o presente trabalho tem sua contribuição para as evidências empíricas no caso chinês. Uma vez que a China intensificou seus investimentos em P&D no período de 2008 a 2012, espera-se que os setores intensivos em tecnologia produzam externalidades positivas que ultrapassem as fronteiras nacionais, isto é, produza transbordamentos internacionais.

#### 4. BASE DE DADOS E CONSTRUÇÃO DAS VARIÁVEIS EXPLICATIVAS

##### *Dados*

O conjunto de dados compõe 14 países (Alemanha, Áustria, Bélgica, Canadá, China, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Holanda, Inglaterra, Itália, Japão, Suécia), analisados em 5 anos (2008-2012). Os dados referentes aos insumos intermediários foram obtidos da *World Input-Output Tables* (WIOT). Esses dados, inicialmente, contêm 56 setores, baseados na *International Standard Industrial Classification* (ISIC) rev. 4, que representam a economia como um todo para cada país. No entanto, devido à compatibilidade com os demais dados necessários para análise, realizaram-se agregações setoriais. Portanto, os dados analisados nesse trabalho correspondem a 13 setores com representatividade para economia inteira<sup>5</sup>.

O emprego é mensurado pelo número de trabalhadores (em milhares) e o capital físico setorial em milhões de dólares convertidos para a paridade do poder de compra (PPP) a preços constantes de 2010. Ambos dados foram obtidos da base de dados do *Bureau of Economic Analysis* (BEA) *EU KLEMS* e *Statistic Canada*. Para mensuração do produto setorial é utilizado o valor adicionado. De acordo com Acharya e Keller (2009), a utilização do valor adicionado como medida para produção permite uma maior comparabilidade entre os setores. Os dados sobre o investimento P&D foram obtidos da OCDE *Analytical Business Expenditure on Research and Development* (ANBERD) e são baseados na (ISIC) rev. 4.

No Quadro 1 é apresentado o nível de agregação (setores), a compatibilização e o código indicado na base de dados. Ressalta-se que os setores r3 (*Low-technology* e *Medium-low-technology industries*) e r4 (*Medium-high-technology* e *High-technology industries*) seguem a classificação (ISIC) rev. 4 e foram agregados pela intensidade tecnológica, conforme definido pela OCED (2011)<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> No processo de agregação setorial seguiu-se as especificações de Miller e Blair (2009).

<sup>6</sup> No anexo é apresentado a tabela com os correspondentes setores compatibilizados e agregados.

Quadro 1 - Nível de agregação e compatibilização setorial

Seto r	Agregação	Código setor ISIC Rev. 4
r1	Agriculture, forestry and fishing	A
r2	Mining and quarrying	B
r3	Low-technology e Medium-low-technology industries	C10-C19, C22-C25 e C31-C33
r4	Medium-high-technology e High-technology industries	C20-C21 e C26-C30
r5	Electricity, gas and steam e Water supply	E-D
r6	Construction	F
r7	Wholesale and retail trade; repair of motor vehicles and motorcycles	G
r8	Transportation and storage	H
r9	Accommodation and food service activities e Information and communication	I-J
r10	Financial and insurance activities e Real estate activities	K-L
r11	Professional, scientific and technical activities e Administrative and support service activities	M-N
r12	Public administration and defence; compulsory social security e Education	O-P
r13	Community, social and personal services	QtU

Fonte: Elaboração própria.

### Variáveis de *spillover* tecnológico

Tomando como base as especificações de Coe e Helpman (1995) para definição dos transbordamentos tecnológicos internacionais, a quantidade de P&D obtida nas transações econômicas é definida como uma proporção da quantidade de produtos, ou insumos intermediários, adquiridos por um país via importação. Dessa forma, para o país  $c$  e setor  $i$ , o *spillover* tecnológico intrasetorial e intersetorial externo é definido como;

$$r_{cit}^{Ex} = \ln\left(\sum_{i' \in I; i' \neq i} \sum_{c' \neq c, c' \in C} m_{cc'it} R_{c'it}\right) \quad (5)$$

Em que o estoque de P&D para o país  $c$  no setor  $i$  obtido do país  $c'$  é a parcela do total de importações do país  $c$ ,  $m_{cc'it}$ , multiplicado pelo total de P&D realizado pelo país  $c'$  no setor  $i$ ,  $R_{c'it}$ . Isto é, o estoque de P&D externo é mensurado por meio da soma de todo P&D realizado por outros países  $c'$  no setor  $i$  no ano  $t$ .

Para um dado país e ano, a parcela de importação de  $c$  do país  $c'$  é dado por;

$$m_{cc'it} = \frac{M_{cc'it}}{\sum_{c' \in C, c' \neq c} M_{cc'it}} \quad (6)$$

Em que  $M_{cc'it}$  é o total de importação e  $c$  do país  $c'$ . Além disso,  $\sum_{c' \in C} m_{cc'it} = 1$ . Isso significa que o transbordamento internacional ocorre no comércio de insumos intermediários por meio das relações intersetoriais (Coe e Helpman, 1995).

O *spillover* tecnológico intrasetorial e intersetorial doméstico é definido como;

$$r_{cit}^d = \ln\left(\sum_{i' \in I; i' \neq i} \sum_{c \in C} m_{cit} R_{cit}\right) \quad (7)$$



Sendo que as relações domésticas também são estabelecidas por meio de um peso no total de compra de insumos intermediários domésticos,  $m_{cit}$ , multiplicado pela realização de P&D,  $R_{cit}$ , de cada setor doméstico. Isso significa que a parcela de P&D realizada por um setor é “transferida” para outro setor através das transações econômicas (Griliches, 1979).

Como objetivo principal desse artigo é mensurar a contribuição da China nos transbordamentos internacionais, separou-se os setores chineses do total de setores externos, permitindo assim, avaliar especificamente a contribuição da China nos transbordamentos tecnológicos. Dessa forma, para o país  $c$  e setor  $i$ , o *spillover* tecnológico intrasetorial e intersetorial externo produzido, especificamente pela China, é definido como;

$$r_{cit}^{Ch} = \ln\left(\sum_{i' \in I; i' \neq i} \sum_{c' \neq c, c' \in C} m_{cc'it} R_{cit}\right) \quad (8)$$

A partir das descrições anteriores, no Quadro 2 são especificadas as variáveis utilizadas nesse artigo, o sinal esperado e a fonte de dados. O estoque de capital e trabalho devem apresentar sinal positivo, estando de acordo com a literatura, uma vez que são os insumos essenciais no processo de produção setorial. Além disso, trabalhos tais como os de Tang e Koveos (2008), Acharya (2015) encontraram relações positivas para essas variáveis.

Quadro 2 - Descrição das variáveis e fonte de dados

	Variável	Descrição	Sinal esperado	Fonte de Dados
<b>Variável dependente</b>	$y_{cit}$	Produto setorial (milhões de US\$ a preços de 2010 e ppp)		EU KLEMS + BEA
<b>Variáveis Explicativas</b>	$k_{cit}$	Estoque de capital setorial (milhões de US\$ a preços de 2010 e ppp)	+	EU KLEMS + BEA
	$l_{cit}$	Trabalho (em milhares)	+	EU KLEMS + BEA
	$r_{cit}^{Ex}$	<i>Spillover</i> intrasetorial e intersetorial externo (Para os 13 setores)	+/-	WIOT e (ANBERD)
	$r_{cit}^d$	<i>Spillover</i> Intrasetorial e intersetorial Setores doméstico (Para os 13 setores)	+/-	WIOT e (ANBERD)
	$r_{cit}^{Ch}$	<i>Spillover</i> Intrasetorial e intersetorial Setores externos (China) (Para os 13 setores)	+/-	WIOT e (ANBERD)

Fonte: Elaboração própria.

Com relação às variáveis de interesse (*spillovers*), espera-se um sinal positivo, em concordância com o referencial teórico. No entanto, é possível que alguns setores apresentem uma relação negativa, conforme encontrado em trabalhos Acharya e Keller (2009) e Acharya (2015). Uma possível explicação é que setores menos intensivos em tecnologia produzam um impacto negativo na produção de outros setores, na medida em que se utilize uma proporção maior desses insumos. Ou ainda, que a subutilização de insumos intensivos em tecnologia não produz os resultados esperados sobre o produto.

## 5. METODOLOGIA

A construção da estratégia empírica e a definição das relações causais das variáveis segue o desenvolvimento da literatura sobre transbordamento internacional e *spillover* setorial.

Especificamente, esse artigo segue os trabalhos propostos por Griliches (1979), Coe Helpman (1995), Keller (2004) e Acharya (2015).

### ***Estratégia Empírica***

A metodologia implementada utilizará a técnica de dados em painel. Particularmente, serão apresentadas as estimações por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) (*pooled OLS*), efeito aleatório, efeito fixo. Além disso, será utilizada a metodologia de painel dinâmico (ARELLANO e BOND, 1991; ARELLANO e BOVER, 1995) com o objetivo de capturar os efeitos do produto setorial passados sobre os atuais.

Os modelos de regressão com dados em painel são também chamados de dados longitudinais, por combinar séries temporais e observações em corte transversal (*cross section*) por períodos de tempo. Nesse caso, há muito mais informação sobre o fenômeno e graus de liberdade adicionais que proporcionam vantagens em relação ao uso específico do corte transversal ou das séries temporais (BALTAGI, 2008).

Há duas possibilidades para a modelagem dos efeitos não observados: os efeitos fixos e os efeitos aleatórios. No modelo de efeitos fixos considera-se que o intercepto específico, constante no tempo, de cada indivíduo pode estar correlacionado com um ou mais regressores no modelo. Matematicamente,  $E(c_i X_{it})$  é uma função de  $X$ , sendo  $c_i$  o efeito não observado constante no tempo e  $X$  a matriz de variáveis explicativas. Dessa forma, a transformação de efeito fixo elimina o efeito não observado do modelo, permitindo a estimação consistente dos estimadores (WOOLDRIDGE, 2010).

No que se refere ao modelo de efeitos aleatórios, pressupõe-se que o intercepto (aleatório) de uma unidade individual não estão correlacionados com as variáveis explicativas. Isso significa, matematicamente, que  $Cov(X_{it} c_i) = 0 \forall t$ , em que  $X$  é matriz de variáveis explicativas (WOOLDRIDGE, 2010).

Portanto, a especificação do modelo de efeitos não observados pode ser representado pela equação;

$$y_{cit} = \alpha_0 + \beta_1 l_{cit} + \beta_2 k_{cit} + \sum_{i=1}^{10} \beta_{ii}^D (r_{cit}) + \sum_{i=1}^{10} \beta_{ii}^{Ex} (r_{cit}) + \sum_{i=1}^{10} \beta_{ii}^{Ch} (r_{cit}) + c_i + \varepsilon_{cit} \quad (9)$$

Para testar a presença ou não de efeitos não observados utiliza-se o teste de *Breusch Pagan*, através de um multiplicador de *Lagrange*, sendo que a hipótese nula indica a não existência de efeitos não observados. Para a seleção do método, será realizado o teste de *Hausman*, cuja hipótese nula é que ambas as estimativas não são diferentes sistematicamente, e dessa forma, o estimador mais indicado é o de efeitos aleatórios (BALTAGI, 2008).

### ***Painel dinâmico***

A estimação de dados em painel dinâmico está associada aos trabalhos de Arellano e Bond (1991) e Arellano e Bover (1995), em que é incluída a variável depende defasada como um regressor. A utilização de modelos dinâmicos para dados em painel se justifica pelo fato de que muitas séries econômicas se relacionam com seus valores passados. Nessa pesquisa, é possível que o produto setorial dependa da produção do período passado. Dessa forma, a inclusão dessa variável permite capturar a dinâmica do crescimento da produção setorial de forma mais robusta.

Nesse sentido, diferentemente das estimativas em painel estático (Efeitos Fixos ou Efeitos Aleatórios) onde ocorre viés nos coeficientes estimados quando se incluem variáveis dependentes defasadas como regressores, o método desenvolvido por Arellano e Bond (1991)

e Arellano e Bover (1995) podem fornecer estimadores não viesados. Portanto, o modelo de painel dinâmico toma a seguinte forma<sup>7</sup>;

$$y_{cit} = \alpha_0 + \beta_1 l_{cit} + \beta_2 k_{cit} + \sum_{i=1}^{10} \beta_{ii}^D (r_{cit}) + \sum_{i=1}^{10} \beta_{ii}^{Ex} (r_{cit}) + \sum_{i=1}^{10} \beta_{ii}^{Ch} (r_{c'it}) + c_i + \delta y_{cit-1} + u_{cit} \quad (10)$$

O estimador do Método dos Momentos Generalizados (GMM) de Arellano e Bond (1991) instrumentaliza as variáveis explicativas em diferença que não são estritamente exógenas com suas defasagens disponíveis em nível. No entanto, neste estimador GMM de primeira diferença, as defasagens em nível disponíveis podem ser instrumentos fracos para as variáveis não estritamente exógenas (ARELLANO E BOVER, 1995).

Arellano e Bover (1995) e Blundell e Bond (1998) com objetivo de solucionar o problema de instrumentalização fraca, desenvolveram o *System* GMM, que adiciona ao GMM em diferença, a equação original em nível, aumentando, portanto, a eficiência devido à presença de mais instrumentos.

A escolha do modelo será feita por meio do teste de *Sargan*, que é aplicado no modelo Arellano e Bover (1995). A hipótese nula diz que as restrições sobre identificadas são válidas, isto é, testa a validade dos instrumentos utilizados.

### Estatística descritiva

Nessa seção será realizada a análise descritiva dos dados. Na Tabela 2 é apresentado a média, o desvio padrão, o valor mínimo e o valor máximo de cada variável utilizado no modelo, separado pelo conjunto de variáveis referentes ao *spillover* doméstico,  $r_{cit}^d$ , *spillover* externo,  $r_{cit}^{Ex}$ , e o *spillover* da China,  $r_{cit}^{Ch}$ .

Tabela 2 - Estatística descritivas

Variável	Spillover Doméstico				Spillover Externo				Spillover China			
	Média	Std.	Min.	Max.	Média	Std.	Min.	Max.	Média	Std.	Min.	Max.
Y	11.62	2.17	5.7	18.69								
trab	6.51	1.8	0.92	10.86								
cap	10.53	2.26	3.58	18.16								
r1	-3.15	3.38	-12.18	4.13	0.65	1.99	-4.88	5.86	-5.72	4.17	-22.09	2.86
r2	-3.13	4.05	-14.72	6.47	2.60	1.89	-0.49	7.30	-0.12	1.89	-5.51	6.89
r3	5.61	1.43	2.12	9.20	9.20	0.62	7.27	10.40	5.78	1.59	0.16	10.12
r4	6.32	1.82	2.09	11.17	11.03	0.85	8.02	12.66	7.29	1.55	0.87	10.85
r5	0.63	3.13	-11.51	5.45	3.76	1.50	-1.35	7.45	-1.91	1.44	-6.40	1.85
r6	-0.27	3.67	-11.51	5.30	1.93	1.69	-2.38	7.06	-5.28	3.99	-14.77	2.19
r7	3.42	2.15	-11.51	6.71	5.75	0.65	3.49	7.13	-21.22	3.26	-27.96	-11.51
r8	0.70	2.04	-11.51	4.54	3.56	1.04	0.89	6.43	-0.70	1.82	-4.77	4.36
r9	4.06	2.59	-11.51	9.60	7.35	1.41	2.80	10.15	-0.29	2.21	-13.82	5.64
r10	1.96	2.52	-11.51	7.46	4.15	1.36	0.24	7.70	-9.44	1.76	-13.34	-3.48
r11	4.81	3.23	-11.51	9.10	8.11	1.11	3.13	10.71	-19.30	2.55	-29.89	-15.29
r12	-5.69	5.35	-11.51	3.06	1.33	1.07	-1.78	4.06	-25.68	3.72	-32.98	-11.51
r13	-4.15	5.44	-11.51	4.34	1.24	1.35	-1.99	5.88	-7.39	2.95	-14.39	1.00
Nº de Obs.	845											
Período	2008-2012											

Fonte: Elaboração própria.

\*\* Os valores estão apresentados em log.

<sup>7</sup>O termo de erro,  $u_{cit} = \mu_{ci} + v_{cit}$ , segue um modelo de componente de erro tal que  $\mu_{ci} \sim IID(0, \sigma_\mu^2)$  e  $v_{cit} \sim IID(0, \sigma_v^2)$  (WOOLDRIDGE, 2010).

Na Figura 3 é apresentado a intensidade tecnológica como proporção de P&D realizado em relação ao valor adicionado setorial por país para o ano 2012. Os setores com maior intensidade de P&D são os setores 3 (Baixa e Média baixa tecnologia), o setor 4 (Alta e Média alta tecnologia), setor 9 (Informação e Comunicação, e Acomodação e serviços de alimentação) e setor 11 (Atividades profissionais, científicas e técnicas, e Atividades de serviços administrativos e de apoio) para todos os países.

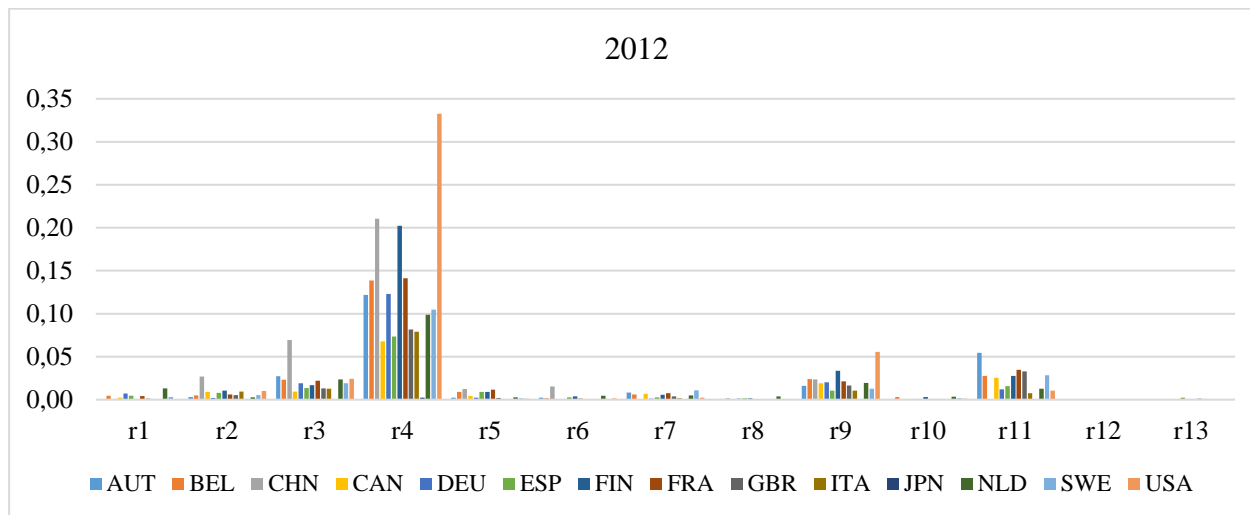


Figura 3 - Intensidade P&D setorial (P&D/VA) por país

Fonte: Elaboração própria.

\*AUT-Áustria, BEL-Bélgica, CHN-China; CAN-Canadá, DEU-Alemanha, ESP-Espanha, FIN-Finlândia, FRA-França, GBR-Inglaterra, ITA-Itália, JPN-Japão, NLD-Holanda, SWE-Suécia e USA-Estados Unidos.

## 6. RESULTADOS

Na Tabela 4 são apresentados os resultados separados por *spillover* doméstico, *spillover* externo e *spillover* da China para cada estimação. O primeiro modelo estimando foi *Pooled OLS*. O teste de *Breusch Pagan* rejeitou a hipótese nula de não existência de efeito não observado,  $\chi^2(01) = 812.72$ . Isso indica que deve ser utilizado outros estimadores para controlar os efeitos não observados.

O teste de *Hausman*,  $\chi^2(32) = 669.36$ , aponta que o estimador mais eficiente é o FE. Observa-se que ao considerar o FE, o coeficiente do estoque de capital reduz, de 0,51 para 0,05. Isso indica que, quando os efeitos não observados não são controlados no modelo, os coeficientes estimados não são consistentes. Resultados semelhantes são encontrados em Griffith *et. all*, (2004). No entanto, ao se aplicar o teste de heterocedasticidade de Wald, cuja hipótese nula é presença de homocedasticidade, rejeitou-se H0. Além disso, o teste Wooldridge, que tem como hipótese nula que os erros são não serialmente correlacionados, também obteve o H0 rejeitado, conforme indicado na Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados para as Estimções dos Modelos OLS, FE, RE e Prais Winsten, (Período: 2008-2012)

Variáveis	OLS	FE	RE	Prais Winsten
trab	0.32***	0.79***	0.67***	0.38***
cap	0.51***	0.05***	0.10***	0.38***
cons.	-3.83***	3.50***	4.51***	-1.22
$r_1^d$	-0.01	0.00	0.00	0.00
$r_2^d$	-0.04***	0.01***	-0.01	-0.04***
$r_3^d$	0.05	-0.08***	-0.03	0.06*
$r_4^d$	0.15***	-0.02	0.09***	0.15***
$r_5^d$	0.02**	0.00	0.00	0.02**
$r_6^d$	0.09***	-0.02**	0.01	0.07***
$r_7^d$	0.07**	0.04***	0.03**	0.04
$r_8^d$	-0.08***	-0.01	0.02*	-0.04**
$r_9^d$	0.05	-0.03**	-0.04***	0.01
$r_{10}^d$	-0.09***	-0.01	-0.02*	-0.05**
$r_{11}^d$	0.02*	0.00**	0.00	0.01
$r_{12}^d$	0.00	0.00	0.00	0.00
$r_{13}^d$	-0.02**	0.00	-0.01***	-0.02***
$r_1^{ex}$	0.03	-0.02*	-0.02	0.04**
$r_2^{ex}$	-0.03	-0.04***	-0.02	-0.02
$r_3^{ex}$	0.10*	0.10***	-0.04	-0.02
$r_4^{ex}$	-0.05	0.03	-0.05	-0.11**
$r_5^{ex}$	-0.07***	-0.01	-0.03*	-0.08***
$r_6^{ex}$	0.09***	0.00	-0.01	0.03
$r_7^{ex}$	0.09*	-0.04**	-0.05**	-0.03
$r_8^{ex}$	-0.03	0.04*	-0.04	-0.08**
$r_9^{ex}$	-0.19***	0.09***	0.06*	-0.05
$r_{10}^{ex}$	0.14***	0.01	0.08***	0.16***
$r_{11}^{ex}$	0.29***	-0.05***	-0.02	0.25***
$r_{12}^{ex}$	0.07**	-0.01	-0.05***	-0.01
$r_{13}^{ex}$	-0.04	0.01	-0.02	-0.02
$r_1^{ch}$	0.04***	-0.01***	-0.01**	0.01
$r_2^{ch}$	-0.01	0.03***	0.03**	0.01
$r_3^{ch}$	0.05	-0.02	0.04	0.08**
$r_4^{ch}$	-0.02	0.01	-0.02	-0.03
$r_5^{ch}$	0.13***	0.00	0.01	0.09***
$r_6^{ch}$	-0.05***	-0.01	-0.03***	-0.04***
$r_7^{ch}$	-0.10***	-0.07***	0.02	-0.03
$r_8^{ch}$	0.05*	0.00	0.05***	0.05
$r_9^{ch}$	0.13***	0.00	0.08***	0.13***
$r_{10}^{ch}$	-0.05*	-0.01	-0.04***	-0.07***
$r_{11}^{ch}$	-0.08***	0.01	-0.11***	-0.14***
$r_{12}^{ch}$	-0.01	-0.00*	-0.00***	-0.01***
$r_{13}^{ch}$	-0.01	-0.01*	0.00	-0.02
Nº de Obs.	845	845	845	845
R2	0.96	0.6	-	0.98
B-P (heter.)	chi(01) = 812.76 Prob>chi2 = 0.000		Teste Wald	chi(05) = 17419.85 Prob>chi2 = 0.000
Hausman	chi(32) = 669.36 Prob>chi2 = 0.000		Teste Wooldridge	chi(05) = 36.687 Prob>chi2 = 0.000

Fonte: Elaboração própria.

\* p<.1; \*\*p<.05; \*\*\* p<.01. Nota:  $r_i^d$  - setores domésticos;  $r_i^{ex}$  - setores externos; e  $r_i^{ch}$  - setores da China.

Na tentativa de corrigir o problema de auto correlação serial e heterocedasticidade, foi utilizado o método PCSE (*Panel Corrected Standard Errors*) desenvolvido por Beck e Katz (1995) com transformação de *Prais-Winsten* para correções AR(1). De acordo com Politi *et al.* (2012), os coeficientes do PCSE são os mesmos coeficientes do Painel de Efeito Fixo, o que muda é o cálculo do erro padrão, pois, estes, devem ser corrigidos segundo o método desenvolvido por Beck e Katz (1995)<sup>8</sup>.

Ao analisar a Tabela 3, observa-se que os resultados da transformação *Prais-Winsten* foram mais significativos, dado que a transformação visa corrigir os problemas causados pela autorrelação e heterocedasticidade. Além disso, ocorreu uma melhora no R<sup>2</sup>. Portanto, o modelo que melhor se adéqua aos dados em questão é o com transformação *Prais-Winsten*.

O primeiro ponto a se destacar é a proporção de capital e trabalho, ambos contribuem na mesma magnitude para explicação do produto no período analisado. Esse resultado difere dos encontrados em Acharya e Keller (2009) e Acharya (2015), no qual obtêm magnitudes maiores para o trabalho. No entanto, a periodicidade utilizada nesses trabalhos é relativamente maior, 1973-2002 e 1974-2002 respectivamente, o que permite uma análise mais acurada da composição do trabalho e capital ao longo do tempo.

Os resultados mostram que, para o *spillover* doméstico, os setores intensivos em tecnologia r3 (*Low-technology e Medium-low-technology industries*) e r4 (*Medium-high-technology e High-technology industries*) foram estaticamente significativos ao nível de 10% e 1% respectivamente. Além disso, a magnitude do setor r4 mostra a importância deste para difusão tecnológica no país. Esses resultados estão de acordo com os trabalhos empíricos de Bernstein e Nadiri (1988), Branconier e Sjöholm (1998) e Acharya e Keller (2009) e Acharya (2015), no qual evidenciam que as relações intersetoriais são mais intensas dentro dos limites do território nacional, o que propicia maiores transbordamentos, principalmente, dos setores intensivos em tecnologia.

Considerando ainda o *spillover* doméstico, os setores r5 (Fornecimento de eletricidade, gás e água) e r6 (Construção) também foram estatisticamente significativos e positivos. Outro aspecto importante, é que os setores r2 (Minas e pedreiras), r8 (Transporte e armazenamento), r10 (Atividades financeiras e de seguros e Atividades imobiliárias) e r13 (Serviços comunitários, sociais e pessoais) apresentaram sinal negativo e estatisticamente significativos. Resultados semelhantes também foram obtidos por Acharya (2015). Uma possível explicação é que são setores com baixa intensidade tecnológica ou não possuem *linkages* suficientes para conduzirem o transbordamento tecnológica de forma significativa.

Para as variáveis de *spillover* externo, os setores r1 (Agriculture, forestry and fishing), r10 (Atividades financeiras e de seguros e Atividades imobiliárias), r11 (Atividades profissionais, científicas e técnicas e Atividades de serviços administrativos e de apoio) apresentaram sinal positivo e estatisticamente significativo. Os resultados mostram que os setores ligados as atividades que envolvem a utilização de capital humano qualificado são os principais responsáveis pelos transbordamentos externos no período analisado.

Cabe destacar, que o setor com maior intensidade tecnológica, r4, apresentou sinal negativo e foi estatisticamente significativo para o *spillover* externo. Esse resultado não condiz com a abordagem adotada na literatura (Bernstein e Nadiri (1988), Branconier e Sjöholm (1998) e Acharya (2015)), que aponta os setores com maior intensidade tecnológica como os responsáveis pelos *spillovers* internacionais. No entanto, o período analisado (2008-2012) corresponde a um

---

<sup>8</sup> Vide Beck e Katz (1995, pp. 638).

período de diminuição da atividade econômica mundial, devido à crise econômica<sup>9</sup>, é possível que isso afete os resultados do setor tecnológico. Hiebert e Vansteenkiste (2010) analisaram os efeitos dos choques internacionais sobre os *spillovers*, os principais resultados mostram que uma recessão econômica mundial produz efeitos negativos sobre os transferências tecnológicas.

Com relação a variável de interesse, *spillover* da China, observar-se que o setor r3 (*Low-technology e Medium-low-technology industries*) foi positivo e estatisticamente significativo ao nível de 5%. Além disso, os setores r5 (Fornecimento de eletricidade, gás e água) e r9 (*Accommodation and food service activities e Information and communication*) também obtiveram sinal positivo. Esses resultados indicam que os setores chineses são importantes para transbordamentos tecnológicos internacionais, principalmente, por estarem associados aos setores com alta intensidade em P&D, tais como r3 que é composto por setores ligados a manufatureira. Embora, até onde se pesquisou, nenhum trabalho tenha abordado a contribuição da China para os transbordamentos internacionais a nível setorial, trabalhos como os de Chen, Li e Shapiro (2008) e Fu e Gong (2009) encontraram resultados positivos para o *spillover* chinês, considerando as relações intersetoriais domésticas.

Os dois últimos estimadores referem-se ao painel dinâmico realizado a partir das abordagens de Arellano e Bond (1991) e Arellano e Bover (1995)<sup>10</sup>. Embora o coeficiente da variável dependente (y) defasada temporalmente tenha sido positivo e significativo, o teste de *Sargen* rejeitou a hipótese nula, ao nível de 1%, de que os instrumentos utilizados na estimação A-Bond e A-Bover sejam válidos.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados das estimações considerando apenas os setores r3 e r4, os mais intensivos em tecnologia de acordo com OCDE. O objetivo dessas especificações é realizar um teste de robustez para comprovar o nível de significância das estimativas anteriores, além de avaliar o ajustamento dos modelos. A mesma estratégia foi utilizada por Acharya e Keller (2009).

Tabela 4 - Resultados para as estimações dos Modelos FE, RE, *Prais-Winsten*, *A-Bond* e *A-Bover*, para os setores mais intensivos em tecnologia (r3 e r4)

Variável	FE	RE	<i>Prais Winsten</i>	<i>A-Bond</i>	<i>A-Bover</i>
L1.				-0.16***	0.66***
Trabalho	0.87***	0.79***	0.41***	0.68***	0.16**
Capital	0.06***	0.12***	0.40***	0.04***	0.09***
cons.	4.26***	4.06***	6.33***	8.20***	2.03***
$r_3^d$	-0.08***	-0.02	0.12***	-0.06***	0.13***
$r_4^d$	-0.01	0.05**	0.07***	-0.03	0.07*
$r_3^{ex}$	0.11***	0.04	-0.22***	0.11***	-0.14**
$r_4^{ex}$	0.09***	0.08***	-0.19***	0	-0.08
$r_3^{ch}$	-0.06***	-0.01	0.19***	-0.07***	-0.02
$r_4^{ch}$	0	-0.02	0.02	0.05**	0.13***
Nº de Obs.	845	845	845	507	676
R2	0.4	-	0.98		
Teste Hausman	chi(32) = 223.30 Prob>chi2 = 0.000			Teste de Sargan A- <i>Bond</i>	chi(05) = 87.53 Prob>chi2 = 0.000
Teste Wald	chi(05) = 24737.26 Prob>chi2 = 0.000			Teste de Sargan A- <i>Bover</i>	chi(05) = 220.62 Prob>chi2 = 0.000
Teste Wooldridge	chi(05) = 24.24				

<sup>9</sup> Para maiores informações sobre efeito da “crise” economia de 2008 ver Kotz (2009).

<sup>10</sup> Tabela com os valores encontra-se no anexo.

Prob&gt;chi2 = 0.000

Nota:  $r_3^d$  e  $r_4^d$  indicam setores domésticos;  $r_3^{ex}$  e  $r_4^{ex}$  setores externos; e  $r_3^{ch}$  e  $r_4^{ch}$  setores da China. L1 é a variável depende defasada nos modelos A-Bond e A-Bover

## CONCLUSÕES

Os resultados apresentados nesse artigo apontam que *spillovers* tecnológicos concentram-se, especialmente, nos setores domésticos. No entanto, os transbordamentos externos têm impactos significativos do produto setorial. Além disso, dado o objetivo principal desse artigo, os resultados mostram que os setores chineses contribuem de forma significativa para o transbordamentos tecnológicos internacionais.

Ademais, foram encontrados que os *spillovers* intersetoriais variam substancialmente entre os setores, sendo o setor de manufatureira, associados aos setores mais intensivos em tecnologia ( $r_3$  e  $r_4$ ), o principal condutor dos transbordamentos tecnológicos. Nesse ponto, os setores chineses com maior contribuição concentram-se nos setores intensivos em P&D, indicando que os investimentos em P&D chineses geram efeitos significativos no produto setorial mundial.

No entanto, embora a China tenha direcionado esforços para produção e exportação de produtos de Alta e Média alta tecnologia, seus *spillovers* concentram nos setores de Baixa e Média baixa tecnologia. Como destacado na Figura 3, a China é o país, dentre os analisados nessa pesquisa, que mais investe em P&D no setor  $r_3$  (*Low-technology e Medium-low-technology industries*), que tem como destaque produtos como: Fabricação de coque e de produtos petrolíferos refinados; Fabricação de mobiliário; e Outras indústrias transformadoras.

Dessa forma, os investimentos em P&D e incentivos ao desenvolvimento tecnológico chinês, intensificados nos últimos anos, colocam a China como um dos principais responsáveis pelas transbordamentos internacionais de produtos de Baixa e Média baixa tecnologia (que são intensivos em P&D) e um dos potenciais futuros líderes na criação e difusão tecnológica mundial de bens e produtos de Alta tecnologia.

Alguns pontos sobre as limitações desse trabalho merecem ser destacadas: Primeiro, o número de observações pode não ser suficientes para garantir as propriedades assintóticas. Embora, os resultados possam apontar para direção dos efeitos; Segundo, o nível de agregação setorial não permite identificar setores específicos que poderiam ter efeitos significativos nos *spillovers* tecnológicos. Dessa forma, como sugestões para trabalhos futuros, seria interessante abordar essas questões.

De modo geral, os resultados desse artigo apontam para evidências empíricas do *spillover* chinês, indicando que a China passa a ser um potencial doador de tecnologia, por meio de suas exportações, contribuindo para a difusão da tecnologia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHARYA, Ram C.; KELLER, Wolfgang. (2009). Technology transfer through imports. **Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique**, v. 42, n. 4, p. 1411-1448.

ACHARYA, Ram C. (2015). Revisiting measure of R&D spillovers: empirical evidence on OECD countries and industries. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 24, n. 4, p. 360-400.

ADAMS, James D. (1990). Fundamental stocks of knowledge and productivity growth. **Journal of Political Economy**, p. 673-702.



AGHION, Philippe; HOWITT, Peter. (1992). A model of growth through creative destruction. **National Bureau of Economic Research**.

ALMEIDA, P., KOGUT, B. (1999). Localization of knowledge and the mobility of engineers in regional networks. **Management science**, v. 45, n. 7, p. 905-917.

ARELLANO, M., BOND, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. **The Review Economic Studies**, 58, pag 277-297.

ARELLANO, M., BOVER, O. (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error component models". **Journal of Econometrics**, 68, pag 29-615.

BALTAGI, B. (2008). **Econometric analysis of panel data**. John Wiley & Sons.

BECK, N., KATZ, J. N. (1995). What to do (and not to do) with time-series cross-section data. **American political science review**, v. 89, n. 03, p. 634-647.

BERNSTEIN, J. I., NADIRI, M. (1988). Ishaq. Interindustry R&D Spillovers, Rates Of Return, And Producti. **The American Economic Review**, v. 78, n. 2, p. 429.

BLUNDELL, R., BOND, S. (1988). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. **Journal of econometrics**, v. 87, n. 1, p. 115-143.

BRACONIER, H., SJÖHOLM, F. National and international spillovers from R&D: Comparing a neoclassical and an endogenous growth approach. **Weltwirtschaftliches Archiv**, v. 134, n. 4, p. 638-663, 1998.

CARVALHO, C., CATERMOL, F. (2009). As relações econômicas entre China e EUA: resgate histórico e implicações. *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 31, p. 215-252.

CHEN, D., LI, J., SHAPIRO, D. (2008). FDI knowledge spillovers and product innovations of Chinese firms. In: conference on "Confronting the Challenges of Technology for Development," May, **University of Oxford**.

COE, D. T., HELPMAN, E. (1995). International r&d spillovers. **European economic review**, v. 39, n. 5, p. 859-887.

COHEN, W. M., LEVINTHAL, D. A. (1989). Innovation and Learning: The Two Faces of R&D Source. **The Economic Journal**, v. 99, n. 397, p. 569-596.

DE LA POTTERIE, B. P., LICHTENBERG, F. (2001). Does foreign direct investment transfer technology across borders?. **Review of Economics and Statistics**, v. 83, n. 3, p. 490-497.

DIETZENBACHER, E., LOS, B. (2009). Externalities of R&D expenditures. *Economic Systems Research*, v. 14, n. 4, p. 407-425.

FU, X., GONG, Y. (2009). International and intranational technological spillovers and productivity growth in China. **Asian Economic Papers**, v. 8, n. 2, p. 1-23.

GRIFFITH, R., REDDING, S., VAN REENEN, J. (2004). Mapping the two faces of R&D: Productivity growth in a panel of OECD industries. **Review of economics and statistics**, v. 86, n. 4, p. 883-895.

GRILICHES, Z. (1979). Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. **The bell journal of economics**, p. 92-116.

GROSSMAN, G., HELPMAN, E. (1991). Innovation and Growth in the World Economy, **Cambridge, MA.: MIT Press.**

HALL, B. (1999). Mergers and R&D revisited. In: Prepared for the Quasi Experimental Methods Symposium, **Econometrics Laboratory**, US Berkeley.

HALL, B. H., MAIRESSE, J., MOHNEN, P. (2010). Measuring the Returns to R&D. **Handbook of the Economics of Innovation**, v. 2, p. 1033-1082.

HIEBERT, P., VANSTEENKISTE, I. (2010). International trade, technological shocks and spillovers in the labour market: a GVAR analysis of the US manufacturing sector. **Applied Economics**, v. 42, n. 24, p. 3045-3066.

KELLER, W. (2004). International technology diffusion. **Journal of economic literature**, v. 42, n. 3, p. 752-782.

LAZZARI, R. M. (2005). Investimento direto Estrangeiro e inserção externa da China nos anos 90. **Revista Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 32, n. 4, pg. 169-204.

LIN, P., LIU, Z., ZHANG, Y. (2009). Do Chinese domestic firms benefit from FDI inflow?: Evidence of horizontal and vertical spillovers. **China Economic Review**, v. 20, n. 4, p. 677-691.

LOPEZ, R. A. (2008). Foreign technology licensing, productivity, and spillovers. **World Development**, v. 36, n. 4, p. 560-574.

MASKUS, E. K. (2004). Encouraging international technology transfer. **International Centre for Trade and Sustainable Development**, Geneva, Switzerland. Disponível em: <<http://www.isn.ethz.ch>>. Acesso em: 05 mai. 2017.

MILARÉ, L., DIEGUES, A. C. (2012). As contribuições da era Mao Tsé-Tung para a industrialização chinesa. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, p. 359-378.

MILLER, R. E., BLAIR, P. D. (2009). **Input-output analysis: foundations and extensions**. Cambridge University Press.

NAUGHTON, B.,; LARDY, N. R. (1996). China's emergence and prospects as a trading nation. **Brookings papers on economic activity**, v. 1996, n. 2, p. 273-344.

OLIVEIRA, C. B. A. (2003). Processo de industrialização: do capitalismo originário ao atraso. São Paulo: UNESP, Campinas: Unicamp.

OLIVEIRA, C. B. A. (2005). **Reformas econômicas na China. Economia Política Internacional: análise estratégica**, Campinas, n.5, pg. 3-8, abr./jun.

PAGGOTO, C. (2006). Apontamentos acerca das principais formas de cooperação na China entre 1950 as 1966. **Novos Rumos**, n. 46.

POLITI, R.; MATTOS, ENLINSON, H. (2012). Uma nota sobre estimativas de carga fiscal e incidência de ICMS usando dados em painel. **Rev. Bras. Econ.** vol.66 no.3 Rio de Janeiro Jul/Set.

ROMER, P. (1990). Endogenous Technological Change, **Journal of Political Economy**. 98: S71-S102.

SHIH, H. Y., CHANG, T. S. (2009). International diffusion of embodied and disembodied technology: A network analysis approach. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 76, n. 6, p. 821-834.

SILVERBERG, G., DOSI, G., ORSENIGO, L. (1988). Innovation, diversity and diffusion: a self-organisation model. **The Economic Journal**, p. 1032-1054.

STORY, J. (2004). China: a corrida para o mercado. São Paulo: **Futura**, 2004.

TANG, L., KOVEOS, P. E. (2008) Embodied and disembodied R&D spillovers to developed and developing countries. **International Business Review**, v. 17, n. 5, p. 546-558.

XING, Y., PRADHANANGA, M. (2013). How Important are Exports and Foreign Direct Investment for Economic Growth in the People's Republic of China?.

XU, X., SHENG, Yu. (2012). Productivity spillovers from foreign direct investment: firm-level evidence from China. *World Development*, v. 40, n. 1, p. 62-74.

WOOLDRIDGE, J. M. (2010). **Econometric analysis of cross section and panel data**. MIT press.

## ANEXO

Tabela 5 - Resultados para as Estimações dos Modelos A-Bond e A-Bover

Variável	Spillover doméstico		Spillover externo		Spillover China	
	Bond	Bover	Bond	Bover	Bond	Bover
L1.	0.23**	0.80***				
Trabalho	0.38***	0.06				
Capital	0.03***	0.03***				
cons.	5.84***	4.53***				
r1	0.01	0.02*	0.00	0.04	-0.02***	-0.03***
r2	0.00	-0.01	-0.01	-0.01	0.02*	0.05***
r3	-0.04*	0.05	-0.02	-0.14**	0.01	0.06
r4	-0.10***	-0.11***	-0.04	-0.08	0.06**	0.03
r5	0.01	0.02***	0.03	0.05*	0.00	0.01
r6	-0.02**	-0.03**	-0.02	-0.02	-0.01	-0.02
r7	0.03	0.07**	0.00	-0.04	-0.04	0.02
r8	-0.03**	-0.03*	0.01	-0.09**	-0.02	0.05*
r9	0.01	-0.01	-0.03	-0.13**	0.02	0.07***
r10	0.00	-0.02	0.12***	0.12***	-0.01	0.00
r11	-0.09***	-0.11***	0.00	-0.03	-0.01	-0.01
r12	0.00*	0.00	-0.06***	-0.09***	-0.01***	-0.02***
r13	-0.00*	-0.01*	0.02	0.02	-0.01	-0.02*
Nº de Obs.	507	676				
Teste de Sargan Bond	chi(05) = 26.90 Prob>chi2 = 0.000		Teste de Sargan Bover		chi(05) = 46.15 Prob>chi2 = 0.000	

Fonte: Elaboração própria.

\* p<.1; \*\*p<.05; \*\*\* p<.01.