

TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 1090

ANÁLISE SETORIAL E REGIONAL DOS TRANSBORDAMENTOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D) NA INDÚSTRIA PAULISTA

Alexandre Messa Silva

Brasília, maio de 2005

TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 1090

ANÁLISE SETORIAL E REGIONAL DOS TRANSBORDAMENTOS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO (P&D) NA INDÚSTRIA PAULISTA

Alexandre Messa Silva*

Brasília, maio de 2005

* Técnico de Planejamento e Pesquisa do Ipea.

Governo Federal

Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão

Ministro – Paulo Bernardo Silva

Secretário-Executivo – Nelson Machado



Fundação pública vinculada ao Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

Glauco Arbix

Diretora de Estudos Sociais

Anna Maria T. Medeiros Peliano

Diretor de Administração e Finanças

Celso dos Santos Fonseca

Diretor de Cooperação e Desenvolvimento

Luiz Henrique Proença Soares

Diretor de Estudos Regionais e Urbanos

Marcelo Piancastelli de Siqueira

Diretor de Estudos Setoriais

Mario Sergio Salerno

Diretor de Estudos Macroeconômicos

Paulo Mansur Levy

Chefe de Gabinete

Persio Marco Antonio Davison

Assessor-Chefe de Comunicação

Murilo Lôbo

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

ISSN 1415-4765

JEL O31, O32, O33

TEXTO PARA DISCUSSÃO

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos direta ou indiretamente desenvolvidos pelo Ipea, os quais, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou o do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

A produção editorial desta publicação contou com o apoio financeiro do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), via Programa Rede de Pesquisa e Desenvolvimento de Políticas Públicas – Rede-Ipea, o qual é operacionalizado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (Pnud), por meio do Projeto BRA/97/013.

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO **7**

2 O MODELO EMPÍRICO **8**

3 RESULTADOS **13**

4 CONCLUSÕES **16**

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS **17**

SINOPSE

Este texto objetiva a identificação dos transbordamentos de investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) na indústria de transformação do Estado de São Paulo. Além disso, pretende-se caracterizá-los por meio de duas dimensões: a geográfica e a tecnológica. Em outras palavras, será verificado se a inserção de duas empresas em uma mesma região e em um mesmo setor de atividade constitui um fator de influência para o transbordamento de P&D entre elas.

A partir disso, chegou-se às seguintes conclusões: *i)* ao considerarem-se firmas de uma mesma região, os transbordamentos são mais intensos na direção de firmas de outros setores industriais; *ii)* dentro de um determinado setor, a distância geográfica é indiferente para a intensidade dos fluxos de transbordamento; *iii)* os fluxos com destino a diferentes regiões são maiores para firmas do mesmo setor da fonte de transbordamento; e *iv)* restringindo-se a fluxos cujo destino são setores distintos aos da origem, a proximidade geográfica é um ponto intensificador do fenômeno do transbordamento.

ABSTRACT

This paper aims to identify the Research and Development (R&D) spillovers inside the manufacturing industries from the São Paulo State. Moreover, it intends to characterize these spillovers through both geographical and technological dimensions. In other words, the intention is to verify if the presence of a couple of firms in the same region or in the same industrial sector would influence the R&D spillovers between them.

From that, this study has achieved the following conclusions: *i)* considering firms from the same region, spillovers are more intense towards other industrial sectors; *ii)* inside a certain sector, the geographic distance is indifferent to the spillovers flows intensity; *iii)* the flows to other regions will be more intense if their destinies are firms from the same industrial sector; *iv)* restricting ourselves to flows into different sectors, the geographic proximity tends to intensify the spillover phenomenon.

1 INTRODUÇÃO

As inovações tecnológicas – entendidas como melhorias nas instruções para se transformarem insumos em produto, desde Schumpeter (1982), passando pela Teoria de Crescimento Endógeno construído a partir de Romer (1986) – têm sido entendidas como o fator determinante do crescimento econômico. No entanto, ao considerarem-se essas inovações antes de tudo como idéias, duas características inerentes a elas devem ser indicadas, conforme salientado por Arrow (1962). Primeiramente, essas inovações nada mais são que conseqüências de ações tomadas sob incentivos de mercado. Em segundo lugar, há um custo marginal nulo no empreendimento dessas idéias. Essas observações imprimem à tecnologia um caráter de bem cujo consumo é não-rival, mas deve ser ao menos parcialmente excludente.

Por essa lógica, chega-se à conclusão de que o crescimento econômico é fruto da acumulação de bens não-rivais e ao menos parcialmente excludentes. Contudo, essa característica constitui a fonte de dois principais problemas para inovadores privados (mas não para a sociedade). O primeiro é o conseqüente transbordamento dos benefícios da inovação (externalidades positivas) – o fato de que o retorno social da inovação é normalmente superior aos retornos privados (benefícios aos consumidores e aos competidores a partir da inovação de uma firma). O segundo problema é um outro aspecto do primeiro: a impossibilidade de apropriação do conhecimento. Em tal caso, as demais firmas irão capturar grande parte dos benefícios gerados por aquela inovação, enfraquecendo o incentivo às atividades inovadoras.

Nesse ponto, será apresentada a distinção realizada por Jacobs (1969) entre informação e conhecimento tácito: enquanto aquela é passível de ser codificada e formalizada, o mesmo fato não pode ser dito deste. Feita essa diferenciação, pode-se dizer que o custo marginal da transmissão de informações é independente da distância geográfica (ao menos considerando a infra-estrutura de telecomunicações hoje presente). Entretanto, o custo marginal da transmissão do conhecimento tácito deve decair de acordo com a freqüência da interação, da observação e da comunicação. Ainda pode-se generalizar, afirmando que essa freqüência deve aumentar conforme se diminui a distância geográfica. Portanto, estende-se a lógica e afirma-se que a proximidade geográfica deverá diminuir os custos relativos à adaptação do fluxo de conhecimentos provenientes dos transbordamentos.

Ainda buscando explicar a influência da proximidade geográfica para a ocorrência dos transbordamentos, porém por um caminho distinto, Feldman (1994) argumenta que a concentração geográfica de determinadas firmas seria um fator de redução das incertezas em torno de desenvolvimentos em novos campos, uma vez que a proximidade entre elas aprimoraria suas capacidades em relação ao intercâmbio de idéias e à constante ciência de conhecimentos incipientes. Além disso, as inovações se aglomerariam geograficamente em localidades onde eventuais externalidades seriam capazes de reduzir seus custos de desenvolvimento e comercialização de novos produtos em razão da existência, nestes locais, de determinados recursos necessários à inovação.

Uma segunda dimensão de análise, a questão tecnológica, também surgiu com o intuito de fornecer subsídios para o entendimento do fenômeno. Uma teoria central em relação a essa questão é a chamada MAR – abreviatura de Marshall (1890), Arrow

(1962) e Romer (1986) –, segundo a qual os transbordamentos entre duas firmas seriam mais intensos quanto mais homogêneas fossem elas. Isso ocorreria, por exemplo, em decorrência do fato de a acumulação de conhecimento por parte dessas firmas elevar o número de pessoas mais bem treinadas no seu campo de especialização e, conseqüentemente, gerar um maior número de indivíduos, visando ao aprimoramento técnico desse setor.

Contrariamente, Jacobs (1969) afirma que a heterogeneidade interfirmas favoreceria o fenômeno dos transbordamentos, uma vez que algumas indústrias se desenvolveriam no rastro de outras, graças às necessidades destas últimas por novos produtos e serviços provenientes de distintos setores.

A partir desse contexto, traçou-se, como foco deste trabalho, a identificação dos transbordamentos de investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) na indústria de transformação do Estado de São Paulo. Além disso, pretende-se caracterizar esse transbordamento por meio de duas dimensões: a geográfica e a tecnológica. Em outras palavras, será verificado se a inserção de duas empresas em uma mesma região e em um mesmo setor de atividade constitui fator de influência para o transbordamento de P&D entre elas.

Dessa forma, na seção seguinte, será apresentado o modelo empírico utilizado, para, na seção 3, serem expostos os resultados obtidos. Finalmente, na seção 4, serão apresentadas as considerações finais.

2 O MODELO EMPÍRICO

Será desenvolvido, então, o modelo empírico¹ que possibilitará a avaliação da importância da inserção regional e setorial para a ocorrência de transbordamentos de conhecimento na indústria paulista. Entre os esforços inovadores por parte de uma firma, o único realmente gerador de acumulação do estoque de conhecimento é o investimento em Pesquisa e em Desenvolvimento, o que constituirá foco deste trabalho. Além disso, assume-se uma especificação da função de produção do tipo Harrod-neutral, em que a tecnologia atua somente sobre a produtividade do trabalho, de tal forma que:

$$Y = K_i^\alpha (AP_i^\pi L_i)^\beta e^{\varepsilon_i} \quad (1)$$

onde K_i representa o capital; L_i o trabalho; α e β seus respectivos parâmetros; ε_i um distúrbio Independente e Identicamente Distribuído (i.i.d.); e a expressão AP_i^π , o estoque de conhecimento à disposição da firma i no período t . Este é função de um fator exógeno A e de seu estoque de P&D gerador de conhecimento, P_i^π . Foi visto na seção anterior que o produto dos esforços de P&D pode tomar características ao menos parcialmente não-rivais, o que exige que o estoque de P&D disponível a cada firma seja um agregado dos estoques acumulados por meio de esforços próprios e de terceiros. Ao representarem-se, então, esses esforços respectivamente como C_i e C_j , pode-se expressar:

1. Com base em Orlando (2000), este construído a partir de Hall e Mairesse (1995).

$$P_i = \gamma C_i^{-\rho} + \sum_{j \neq i}^I \theta_{ij} C_j^{-\rho} \quad (2)$$

Em outras palavras, o estoque de P&D disponível a cada firma será uma combinação do seu esforço de P&D, com peso γ , e dos estoques de P&D de outras firmas j , cada uma com seu peso θ_{ij} . Ao considerar-se indiferente à firma se o conhecimento utilizado em seu processo produtivo fora gerado interna ou externamente, pode-se assumir uma elasticidade de substituição constante entre essas duas fontes, com $\pi = -1/\rho$ apresentando:

$$Y = K_i^\alpha \left[A \left(\gamma C_i^{-\rho} + \sum_{j \neq i}^I \theta_{ij} C_j^{-\rho} \right)^{\frac{1}{\rho}} L_i \right]^\beta e^{\varepsilon_i} \quad (3)$$

Ao extraírem-se os logaritmos naturais das variáveis e ao realizar-se uma expansão de série de Taylor de segunda ordem de (3) em torno de $\rho = 0$, tem-se:

$$y_i = a + \alpha k_i + \beta l_i + \beta \left[\gamma c_i + \sum_{j \neq i}^I \theta_{ij} c_j - \frac{\rho}{2} \sum_{j \neq i}^I \gamma \theta_{ij} (c_i - c_j)^2 - \frac{\rho}{2} \sum_{h \neq i}^I \sum_{j \neq i}^I \theta_{ih} \theta_{ij} (c_h - c_j)^2 \right] + \varepsilon_i \quad (4)$$

onde as variáveis indicadas com letras minúsculas representam os logaritmos naturais das respectivas variáveis com letras maiúsculas. Supondo-se um valor de $\rho = 0$, em que a função CES corresponderia a uma função Cobb-Douglas:

$$y_i = a + \alpha k_i + \beta l_i + r c_i + s_{ij} \sum_{j \neq i}^I c_j + \varepsilon_i \quad (5)$$

em que as estimativas dos pesos de transbordamentos s_{ij} podem ser interpretadas como elasticidades do produto em relação ao estoque de P&D da respectiva firma j .

Aquele estoque de P&D externo será, então, a fonte de transbordamentos disponível a cada firma. A partir disso, pode-se trabalhar com a suposição de que a produtividade deste transbordamento varie de acordo com a distância entre as firmas doadoras e receptoras. Portanto, criam-se duas novas variáveis, C_n e C_z , representando, respectivamente, os investimentos em P&D de firmas de mesmas regiões ou distintas. Assim, a equação seria:

$$s_{ij} \sum_{j \neq i}^I c_j = s_N \sum_{n \neq i}^{G_N i} C_n + s_Z \sum_{z \neq i}^{G_Z i} C_z$$

A partir disso, a equação (5) pode, então, ser expressa como:

$$y_i = a + \alpha k_i + \beta l_i + r c_i + s_N \sum_{n \neq i}^{G_N i} C_n + s_Z \sum_{z \neq i}^{G_Z i} C_z + \varepsilon_i \quad (6)$$

Pode-se ainda enriquecer essa análise ao combiná-la com a análise setorial, fornecendo um fundo total de transbordamento disponível, a cada firma, dividido em quatro subconjuntos, por meio da classificação exposta na tabela 1.

Pelo mesmo raciocínio que se chegou à equação (6), pode-se determinar uma nova, seguindo a classificação proposta na tabela 1:

$$y_i = a + \alpha k_i + \beta l_i + r c_i + s_{NN} \sum_{n \neq i}^{G_N T N i} C_n + s_{NZ} \sum_{u \neq i}^{G_N T Z i} C_u + s_{ZN} \sum_{v \neq i}^{G_Z T N i} C_v + s_{ZZ} \sum_{z \neq i}^{G_Z T Z i} C_z + \varepsilon_i \quad (7)$$

onde $G_n T_{ni}$, $G_n T_{zi}$, $G_z T_{ni}$ e $G_z T_{zi}$ são os respectivos subconjuntos definidos anteriormente, e n , u , v e z , seus respectivos índices.

TABELA 1

Os fundos de transbordamento

		Regiões	
		Mesmas	Outras
Setores	Mesmos	$G_n T_{nn}$	$G_z T_{nz}$
	Outros	$G_n T_{nz}$	$G_z T_{zz}$

Elaboração do autor.

Dessa forma, por meio da equação (6), poderá ser avaliada a influência das distâncias geográficas e tecnológicas para o fenômeno do transbordamento. Por sua vez, a equação (7) possibilitará que se trace um quadro complementar, permitindo analisar:

- a influência das distâncias tecnológicas (geográficas), concentrando-se apenas nas firmas próximas geograficamente (tecnologicamente); e
- a influência das distâncias tecnológicas (geográficas), utilizando-se somente as firmas distantes geograficamente (tecnologicamente).

2.1 O PROBLEMA DA SIMULTANEIDADE

Ao retornar-se ao termo do erro na equação (7), pode-se expressá-lo como:

$$\varepsilon_i = \omega_i + \nu_i + \mu_i$$

onde ω e ν são componentes conhecidos pelo produtor, mas não pelo econometrista, enquanto μ representa o erro líquido introduzido por procedimentos computacionais e de mensuração (líquido na medida em que inclui tanto os efeitos dos erros de mensuração do produto quanto dos insumos contidos na especificação). A característica marcante do termo μ é que se trata de um problema apenas do econometrista, não dos produtores. Em outras palavras, tal termo não produz qualquer efeito sobre as tomadas de decisão destes, seja no momento presente, seja no futuro.

Os componentes ω e ν , por sua vez, são identificáveis pelo produtor, mas não são observáveis pelo econometrista. Os componentes ω representam as falhas de especificação feitas pelo econometrista ao descrever a situação do produtor. Eles contêm tanto variáveis importantes omitidas quanto erros de aproximação da forma funcional, e são conhecidos no tempo, afetando a atual decisão das variáveis de estado (estoques de capital e de P&D). Isto é, ω pode afetar as tomadas de decisão atuais, enquanto ν não terá essa mesma influência.

Entretanto, o componente ν representa choques não-previsíveis, tal como condições do tempo não-usuais e condições de demanda não-esperadas, independentes das decisões de momento presente das variáveis explicativas. Assim, ν revela-se apenas posteriormente, não sendo um componente previsível.

Dessa forma, o principal ponto acerca do componente ω é que ele é conhecido pelo produtor e, portanto, é transmitido temporalmente, à medida que seja relevante, à escolha da variável trabalho e, com alguma diferença temporal, à escolha das variáveis

veis de estado. Essa é a essência do problema de simultaneidade para a estimação da função de produção.

2.2 O MÉTODO DE ESTIMAÇÃO

Para resolver o problema da simultaneidade, a equação (7) será reescrita como:²

$$y_i = a + \alpha k_i + \beta l_i + r c_i + S_{NN} \sum_{n \neq i}^{GNTNi} c_n + S_{NZ} \sum_{u \neq i}^{GNTzi} c_u + S_{ZN} \sum_{v \neq i}^{GzTni} c_v + S_{ZZ} \sum_{z \neq i}^{GzTzi} c_z + \omega_i + \eta_i \quad (8)$$

assumindo que ε_i possa ser separado em dois componentes aditivos, ω_i e η_i , conforme foi explicitado na subseção 2.1, sendo que $\eta_i = \nu_i + \mu_i$.

A partir desse ponto, será feito uso de uma variável de controle³ – insumo intermediário (que pode vir a ser gastos em eletricidade, combustível, matéria-prima etc.) – que será função de três variáveis de estado: *i*) o estoque de capital (k_i); *ii*) o estoque de P&D (c_i); e *iii*) o choque de produtividade (ω_i):

$$i_i = i_i(\omega_i, k_i, c_i).$$

Assim, faz-se necessária a imposição da condição de monotonicidade: condicionadas aos estoques de capital e de P&D e a um comportamento maximizador de lucros, firmas mais produtivas farão uso de mais insumos intermediários. Isso porque uma vez que um aumento na produtividade leve a uma maior produtividade marginal de determinado insumo, uma firma otimizadora, em ambiente competitivo, desejará uma utilização mais intensa deste, até que aquela produtividade marginal caia ao ponto de igualdade com seu preço. Assim, caso determinado choque torne certo insumo intermediário mais produtivo, então, por essa mesma lógica, seu uso se tornará mais intenso. Da mesma forma, se o choque vir a aumentar a produtividade marginal de algum outro insumo que seja complementar a esse insumo intermediário, novamente será visto um aumento na utilização deste último. Finalmente, se choques de maiores magnitudes, em relação a de menores, levarem a aumentos superiores na receita marginal do produto, condicionado ao estoque de capital e de P&D, firmas mais produtivas demandarão mais insumos intermediários que as menos produtivas.

Essa condição é necessária para que se possa inverter a função de demanda do insumo intermediário, expressando o choque de produtividade em razão deste e dos estoques de capital e de P&D:

$$\omega_i = \omega_i(i_i, k_i, c_i).$$

A partir disso, para estimar os parâmetros dos transbordamentos de P&D, será reescrita a equação (8) como:

$$y_i = \beta l_i + \phi_i(i_i, k_i, c_i) + S_{NN} \sum_{n \neq i}^{GNTNi} c_n + S_{NZ} \sum_{u \neq i}^{GNTzi} c_u + S_{ZN} \sum_{v \neq i}^{GzTni} c_v + S_{ZZ} \sum_{z \neq i}^{GzTzi} c_z + \eta_i \quad (9)$$

em que:

$$\phi_i(i_i, k_i, c_i) = a + \alpha k_i + r c_i + \omega_i(i_i, k_i, c_i)$$

2. Recorre-se, nesse ponto, a Levinsohn e Petrin (2003) e a Olley e Pakes (1996).

3. Seguiu-se, neste trabalho, o método de Levinsohn e Petrin (2003); Olley e Pakes (1996), por sua vez, fizeram uso do fluxo anual de investimentos como a variável de controle em questão.

A expectativa da equação (9) condicional a i_i , k_i e c_i , será assim construída:

$$E[y_i | i_i, k_i, c_i] = E[l_i | i_i, k_i, c_i] + \phi_i(i_i, k_i, c_i) \quad (10)$$

uma vez que $E[\phi_i | i_i, k_i, c_i] = \phi_i(i_i, k_i, c_i)$. Essas expectativas são construídas projetando-se y_i e l_i em i_i , k_i e c_i , por meio de *Ordinary Least Squares* (OLS). Ao subtrair-se (10) de (9), tem-se:

$$y_i - E[y_i | i_i, k_i, c_i] = \beta(l_i - E[l_i | i_i, k_i, c_i]) + S_{NN} \sum_{n \neq i}^{GNTN_i} c_n + S_{NZ} \sum_{u \neq i}^{GNTZ_i} c_u + S_{ZN} \sum_{v \neq i}^{GZTN_i} c_v + S_{ZZ} \sum_{z \neq i}^{GZTZ_i} c_z + \eta_i \quad (11)$$

Um vez que, conforme foi exposto na subseção 2.1, η_i é independente de l_i e c_i , pode-se estimar a equação (11) fazendo uso de OLS sem intercepto, que fornece os parâmetros desejados.

2.3 CONSTRUÇÃO DAS VARIÁVEIS

A fim de estimar a equação (11), será feito uso da Pesquisa da Atividade Econômica Paulista (Paep), da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade), ano-base 1996. Nessa base de dados, as atividades das empresas estão classificadas de acordo com a Classificação Nacional de Atividade Econômica (Cnae) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Assim, entre as dezessete seções existentes, a ênfase será dada à seção D, que agrupa as indústrias de transformação.

Esta seção ainda é dividida em 23 divisões, conforme é explicitado na tabela 2 a seguir:

TABELA 2

Divisões da seção D da Cnae

15	Fabricação de produtos alimentícios e bebidas
16	Fabricação de produtos do fumo
17	Fabricação de produtos têxteis
18	Confecção de artigos do vestuário e acessórios
19	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados
20	Fabricação de produtos de madeira
21	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel
22	Edição, impressão e reprodução de gravações
23	Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool
24	Fabricação de produtos químicos
25	Fabricação de artigos de borracha e plástico
26	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos
27	Metalurgia básica
28	Fabricação de produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos
29	Fabricação de máquinas e equipamentos
30	Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática
31	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos
32	Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações
33	Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios
34	Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias
35	Fabricação de outros equipamentos de transporte
36	Fabricação de móveis e indústrias diversas
37	Reciclagem

Fonte: IBGE.

Na Paep, as empresas ainda são classificadas de acordo com a região administrativa em que se encontram suas sedes, em um total de quinze. Essas regiões são divididas em: Região Metropolitana de São Paulo, Registro, Santos, São José dos Campos, Sorocaba, Campinas, Ribeirão Preto, Bauru, São José do Rio Preto, Araçatuba, Presidente Prudente, Marília, Central, Barretos e Franca.

Além disso, para o produto, o trabalho, o investimento e o insumo intermediário, será feito uso, respectivamente, do valor adicionado da empresa (em reais), do número total de pessoal ocupado na empresa, do investimento total realizado pela empresa (em reais) e da compra de insumos (em reais), todos esses no ano-base de 1996. Para a construção da variável de P&D – e, conseqüentemente, dos fundos de transbordamento –, será utilizada a soma das despesas em Pesquisa e Desenvolvimento com as despesas em *royalties* e assistência técnica, científica e administrativa, no Brasil e no exterior.

3 RESULTADOS

Uma vez calculados os fundos de transbordamento disponíveis a cada firma, de acordo com a metodologia exposta anteriormente, o passo seguinte é a estimação do modelo, que será feita por meio de três abordagens diferentes, explicadas a seguir.

3.1 DIMENSÃO REGIONAL

Nesta primeira abordagem, será analisada a influência dos transbordamentos de investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento sobre a produtividade das firmas levando-se em conta apenas a inserção regional. Para tal, a equação (11) será reescrita como:

$$y_i - E[y_i | i_i, k_i, c_i] = \beta (l_i - E[l_i | i_i, k_i, c_i]) + S_N \sum_{n \neq i}^{G_N} c_n + S_Z \sum_{z \neq i}^{G_Z} c_z + \eta_i \quad (12)$$

em que C_n e C_z representam, respectivamente, os fundos de transbordamentos das empresas de mesmas e distintas regiões, conforme definidos anteriormente. Na tabela seguinte, encontram-se os parâmetros estimados:

TABELA 3

Dimensão geográfica*

	Valor	se	t	Sig.
β	0,757	0,043	17,454	0,000
S_N	0,047	0,010	4,793	0,000
S_Z	-0,047	0,010	-4,887	0,000

Elaboração do autor.

Obs.: *R² ajustado = 0,354;

n = 507.

Os coeficientes de ambos os fundos são altamente significativos, possuindo idêntica magnitude, porém com sinais opostos. Esse resultado é consistente com a intuição de que investimentos em P&D de empresas geograficamente próximas trarão externalidades positivas sobre determinada firma. Assim, fundos de transbordamento

dessas empresas deverão levar esta última a apresentar um crescimento de seu produto em relação à esperança do produto da população.

Entretanto, investimentos por parte de empresas distantes levarão outras firmas próximas a estas a incrementarem seu produto, provocando acréscimo da esperança do produto populacional. Dessa forma, com esses investimentos tendo impacto menor na produção de firmas distantes, esta cairá em relação à sua esperança, explicando o coeficiente negativo obtido.

3.2 DIMENSÃO SETORIAL

Agora, os transbordamentos serão analisados apenas em relação aos setores industriais, de forma semelhante ao que foi feito anteriormente. Assim, a equação (11) será dada como:

$$y_i - E[y_i | l_i, k_i, c_i] = \beta (l_i - E[l_i | l_i, k_i, c_i]) + S_N \sum_{n \neq i}^{T_{Ni}} C_n + S_Z \sum_{z \neq i}^{T_{Zi}} C_z + \eta_i \quad (12)$$

em que C_n e C_z representam, respectivamente, os fundos de transbordamentos das empresas tecnologicamente próximas e distantes. Ao estimarem-se os parâmetros, então, obtêm-se os resultados apresentados na tabela a seguir:

TABELA 4

Dimensão tecnológica*

	Valor	se	t	Sig.
β	0,732	0,044	16,540	0,000
S_N	0,034	0,017	1,984	0,048
S_Z	-0,029	0,014	-2,044	0,041

Elaboração do autor.

Obs.: *R² ajustado = 0,322;

n = 507.

Assim, percebe-se que os coeficientes de ambos os fundos de transbordamento são significativos a 5%, indicando que eles realmente exercem influências sobre a produtividade das empresas. Nesse caso, também os coeficientes apresentam sinais opostos e magnitudes semelhantes. Assim, a mesma análise feita em relação à dimensão regional também aplica-se à setorial.

3.3 DIMENSÕES REGIONAL E SETORIAL

Esta subseção apresenta as estimativas para o modelo que compreende tanto a dimensão regional quanto a setorial. Portanto, novamente em relação à equação (11), contendo os quatro fundos de transbordamentos que combinam ambas as distâncias:

$$y_i - E[y_i | l_i, k_i, c_i] = \beta (l_i - E[l_i | l_i, k_i, c_i]) + S_{NN} \sum_{n \neq i}^{GNT_{Ni}} C_n + S_{NZ} \sum_{u \neq i}^{GNT_{Zi}} C_u + S_{ZN} \sum_{v \neq i}^{GZT_{Ni}} C_v + S_{ZZ} \sum_{z \neq i}^{GZT_{Zi}} C_z + \eta_i \quad (11)$$

em que C_n , C_u , C_v e C_z representam, respectivamente, os fundos de transbordamento definidos na tabela 1. A tabela 5 apresenta, então, os resultados obtidos:

TABELA 5

Dimensões geográfica e tecnológica*

	Valor	se	T	Sig.
β	0,771	0,046	16,702	0,000
S_{NN}	0,015	0,015	1,010	0,313
S_{NZ}	0,038	0,018	2,079	0,038
S_{ZN}	0,025	0,017	1,523	0,128
S_{ZZ}	-0,069	0,019	-3,580	0,000

Elaboração do autor.

Obs.: *R² ajustado = 0,335;

n = 507.

Assim, obtêm-se apenas dois coeficientes significativos a pelo menos 10% (além de β), sendo eles os referentes a fundos de transbordamentos provenientes de firmas de mesmos setores. Esses resultados permitem que se trace um quadro complementar a ser providenciado pelas restrições encontradas nas duas subseções anteriores: considerando exclusivamente as empresas de distintos setores industriais, vê-se que os investimentos em P&D por parte de uma determinada firma levam outras da mesma região administrativa a incrementarem seu produto em relação à esperança da população; contrariamente, investimentos de firmas de outras regiões levam a uma queda do produto das firmas de mesma região administrativa em relação à esperança – em razão do incremento desta. Diferentemente, focalizando empresas de mesmos setores, percebe-se que os investimentos em P&D de uma determinada firma levam outras da mesma região administrativa a incrementarem seu produto em magnitude semelhante à esperança da população, o que ocorre também com as firmas de outras regiões administrativas. A fim de clarificar os resultados do modelo, serão resumidos na tabela a seguir os sinais dos parâmetros obtidos:

TABELA 6

Sinais dos parâmetros

		Regiões	
		Mesmas	Outras
Setores	Mesmos	0	0
	Outros	+	-

Elaboração do autor.

A partir desses resultados, pode-se chegar a quatro conclusões:

- ao considerarem-se firmas de uma mesma região, os transbordamentos são mais intensos na direção de firmas de outros setores industriais;
- em um determinado setor, a distância geográfica é indiferente para a intensidade dos fluxos de transbordamento;
- os fluxos com destino a diferentes regiões são maiores para firmas do mesmo setor da fonte de transbordamento; e

- restringindo-se a fluxos cujo destino são setores distintos aos da origem, a proximidade geográfica é um fator intensificador do fenômeno do transbordamento.

4 CONCLUSÕES

Os resultados apresentados anteriormente ajudam a construir o entendimento acerca da influência dos fatores tecnológicos e geográficos nos transbordamentos de investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) na indústria paulista. As estimativas dos parâmetros obtidas por meio da função de produção indicam a significância dos transbordamentos e seu comportamento do ponto de vista geográfico e tecnológico.

Os resultados das regressões apresentados são consistentes com outros estudos sobre a influência exercida pelas distâncias tanto geográficas quanto tecnológicas sobre os transbordamentos de conhecimento. Realmente, a teoria MAR, segundo a qual a homogeneidade entre as firmas favoreceria a ocorrência de transbordamentos, é corroborada pelo modelo restrito apenas à dimensão setorial.

Os resultados do modelo que isola a dimensão regional também corroboram os diversos autores – como Jacobs (1969), Von Hippel (1994) e Feldman (1994) – que procuraram explicar a influência da distância geográfica no fenômeno do transbordamento. É importante, nesse caso, considerar o fato de que empresas do mesmo setor tendem a se aglomerar geograficamente, o que leva à possibilidade de que a real força motriz por detrás desses transbordamentos seja, na realidade, a proximidade tecnológica.

A análise bidimensional, porém, permitiu que se isolasse essa questão e se constatasse que a proximidade geográfica realmente é um catalisador dos transbordamentos quando se toma apenas as firmas de distintos setores. Esse resultado vai de encontro a Jacobs (1969), que salienta a importância da aglomeração urbana para a produtividade industrial, uma vez que firmas heterogêneas seriam beneficiadas pelos fluxos de transbordamento entre elas em razão da necessidade destas últimas por novos produtos e por serviços provenientes de distintos setores, exigindo que diferentes indústrias se desenvolvam no rastro de outras.

Mais ainda, os resultados da análise bidimensional apresentam conclusões interessantes ao indicarem, dentro de uma mesma região, fluxos de transbordamentos mais intensos na direção intersetorial e uma irrelevância da distância geográfica no que diz respeito a transbordamentos intra-setoriais.

É digno de nota ainda que se a importância dos transbordamentos de conhecimento para o crescimento econômico é um fenômeno que tem sido amplamente identificado, o mesmo fato não pode ser dito em relação aos mecanismos pelos quais esse conhecimento é difundido entre firmas e indivíduos. Os estudos com base na função de produção, em razão das limitações desse instrumental, têm se focado em aspectos quantificáveis da inovação. Assim, faz-se necessária a identificação dos mecanismos pelos quais o conhecimento se propaga, é posto em prática e se concentra geograficamente para a devida focalização de políticas públicas, objetivando o crescimento e o desenvolvimento econômico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARROW, K. J. The economic implications of learning by doing. *Review of Economic Studies*, v. 29, p. 155-173, 1962.

FELDMAN, M. P. Knowledge complementarity and innovation. *Small Business Economics*, v. 6, n. 3, p. 363-372, 1994.

HALL, B.; MAIRESSE, J. Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms. *Journal of Econometrics*, v. 65, 263-293, 1995.

JACOBS, J. *The economy of cities*. New York: Random House, 1969.

LEVINSOHN, J.; PETRIN, A. K. Estimating production functions using inputs to control for unobservables. *Review of Economic Studies*, v. 70, n. 2, p. 317-342, 2003.

MARSHALL, A. *Principles of economics*. London: Macmillan, 1890.

OLLEY, S.; PAKES, A. The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry. *Econometrica*, v. 64, p. 1263-1297, 1996.

ORLANDO, M. J. On the importance of geographic and technological proximity for R&D spillovers: an empirical investigation. *Federal Reserve Bank of Kansas City Research Working Papers* n. 00-02, 2000.

ROMER, P. M. Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, v. 94, p. 1002-1037, 1986

SCHUMPETER, J. A. *Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico*. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

VON HIPPLE, E. Sticky information and the locus of problem solving: implications for innovation. *Management Science*, v. 40, p. 429-439, 1994.

EDITORIAL

Coordenação

Silvânia de Araujo Carvalho

Supervisão

Iranilde Rego

Revisão

Gisela Viana Avancini Rojas

Valdineia Pereira da Silva

Elizabete Antunes de Souza (estagiária)

Raquel do Espírito Santo (estagiária)

Editoração

Aeromilson Mesquita

Elidiane Bezerra Borges

COMITÊ EDITORIAL

Secretário-Executivo

Marco Aurélio Dias Pires

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES,
9º andar, sala 904

70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 315-5374

Fax: (61) 315-5314

Correio eletrônico: madp@ipea.gov.br

Brasília

SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES, 9º andar

70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 315-5090

Fax: (61) 315-5314

Correio eletrônico: editbsb@ipea.gov.br

Rio de Janeiro

Av. Presidente Antônio Carlos, 51, 14º andar

20020-010 – Rio de Janeiro – RJ

Fone: (21) 3804-8118

Fax: (21) 2220-5533

Correio eletrônico: editrj@ipea.gov.br

Tiragem: 130 exemplares