

## **INTENSIDADE TECNOLÓGICA INDUSTRIAL, EXTERNALIDADES LOCAIS E PRODUTIVIDADE URBANA: UMA ANÁLISE POR CIDADES BRASILEIRAS NO PERÍODO 2000-2010**

### **Technological intensity of sectors, local externalities and urban productivity: an analysis of the Brazilian municipalities during the period 2000-2010**

**Eduardo Gonçalves**

Economista, Doutor em Economia, Professor da Faculdade de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Universitário São Pedro, Juiz de Fora – MG. E-mail: eduardo.goncalves@uff.edu.br.

**Ronan Cunha**

Bacharel em Economia. Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Universitário, São Pedro, Juiz de Fora – MG. E-mail: cunha.ronan@gmail.com.

---

**Resumo:** O artigo investiga se externalidades de especialização e/ou diversificação em setores industriais de maior intensidade tecnológica influenciam a produtividade urbana brasileira, medida por salários por trabalhador, no período 2000-2010. A metodologia é baseada em análise exploratória de dados espaciais e modelos econométricos espaciais, que tratam simultaneamente a autocorrelação espacial na variável dependente e no termo de erro. Os principais resultados econométricos indicam que as externalidades de especialização, originárias de setores de alta e média-alta intensidades tecnológicas, são importantes condicionantes da produtividade urbana brasileira, mesmo após se controlar os transbordamentos espaciais de produtividade, efeitos fixos macrorregionais, nível de escolaridade da população, distância tecnológica da cidade líder e efeitos de economias de urbanização.

**Palavras-chave:** Produtividade; Externalidades; Especialização; Diversificação; Alta Tecnologia.

**Abstract:** The article investigates the role of specialization and diversification externalities stemming from technology-intensive manufacturing industries on the Brazilian urban productivity, measured by means of salary per worker in the period from 2000 to 2010. The methodology employs exploratory spatial data analysis technique and spatial econometrics with a model that deals with spatial autocorrelation in both dependent variable and error term of the regression model. The main results indicate that the specialization externalities from the high technology and medium-high technology industries are important determinants of the Brazilian urban productivity even after controlling for spatial productivity spillovers, regional fixed effects, level of human capital of the population, technological gap between the technology leader and other cities and effects stemming from urbanization economies.

**Key words:** Productivity; Externalities; Specialization; Diversification; High Technology.

## 1 Introdução

As vantagens da aglomeração de atividades econômicas no território são conhecidas de longa data. Autores pioneiros, como Marshall (1985), Lucas (1988), Romer (1986), destacaram que a aglomeração facilita o acesso a informações, a insumos e a clientes. Em geral, o custo de aquisição de insumos é menor se há grande quantidade de compradores e há maior diversidade de insumos à disposição dos compradores. A proximidade territorial entre os agentes facilita troca de informação intencional ou não. O último caso é conhecido como transbordamentos ou externalidades de conhecimento. Tais externalidades seriam motores do crescimento econômico (ROMER, 1986; LUCAS, 1988).

A questão posterior investigada pela literatura empírica é a respeito da composição dessa aglomeração. Marshall (1985), Arrow (1962) e Romer (1986) sugerem que a especialização industrial num mesmo setor beneficiaria o crescimento da produtividade devido à proximidade das empresas, que se beneficiariam por compartilhar a mesma base tecnológica. Porter (1990) também argumenta em favor da especialização, entretanto, a difusão do conhecimento seria maior quanto maior fosse a competição local entre as firmas. Por outro lado, Jacobs (1969) argumenta em favor da diversificação industrial, pois as indústrias poderiam se beneficiar com uma maior variedade de fontes de conhecimento.

De fato, as ideias de especialização e diversidade econômicas não são necessariamente excludentes (DURANTON; PUGA, 2000). Uma cidade pode ser simultaneamente especializada e diversificada industrialmente. O grau de especialização é uma característica referente ao setor econômico predominante em um sistema produtivo, enquanto que o grau de diversificação se refere à variedade de subsetores. Assim, é possível existir diferentes combinações de níveis de especialização e diversificação urbanos que gerariam efeitos positivos a produtividade urbana.

No Brasil, notam-se alguns trabalhos que investigam a relação entre externalidades e variáveis de desempenho urbano, como produção, salários e empregos. Galinari et al. (2007) e, posteriormente, Dalberto e Staduto (2013) relacionam medidas de concentração e de diversifi-

cação industrial a salários por trabalhador. Silva e Silveira Neto (2007) relacionam tais medidas ao crescimento do emprego estadual no período 1994-2002. Badia e Figueiredo (2007) estimam um painel para setores industriais selecionados do Brasil, entre 1985 e 2000. Catela, Gonçalves e Porcile (2010) avaliam o tema examinando o impacto das externalidades sobre municípios brasileiros no período 1997-2007, dividindo-os segundo a renda.

Nenhum destes trabalhos, no entanto, considera o nível tecnológico do setor industrial, mas apenas se a especialização ou a diversificação industrial, em seu conjunto, influenciam medidas de desempenho urbano. A proposta desse artigo é verificar se a especialização, competição local e/ou a diversificação em setores industriais de maior intensidade tecnológica influenciam a produtividade urbana brasileira, medida por salários por trabalhador, nos anos 2000-2010.

Esse trabalho se divide em quatro partes, além dessa introdução. Na segunda parte, é feita uma revisão da literatura teórica sobre a importância e efeito do transbordamento de conhecimento na produtividade urbana. Logo após, é realizada uma revisão dos trabalhos empíricos sobre o crescimento urbano e da produtividade. Na terceira parte, há a descrição dos dados, das variáveis e do modelo econométrico espacial utilizado. A quarta parte apresenta os resultados da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) e os resultados econométricos. A quinta e última parte apresenta as conclusões do artigo.

## 2 Revisão de literatura

### 2.1 Importância do transbordamento de conhecimento no crescimento econômico urbano

O transbordamento de conhecimento tecnológico é um fenômeno essencialmente urbano e ocorre à medida que ambientes populosos densos facilitam a troca de conhecimento, de conteúdo tácito, entre os agentes econômicos. Higgs (1971) argumenta que o custo da transferência e aquisição de informação é menor em centros urbanos, os quais aumentam as interações entre indivíduos. A capacidade de inovar, segundo o autor, é

uma função das habilidades humanas mais o estoque de conhecimento que é passado de pessoas para pessoas através da interação. Esse processo de troca de conhecimento facilita, então, invenções, que aumentam a produtividade, gerando um processo de crescimento econômico autossustentável. Aglomerados urbanizados encorajariam a inovação, tendo impacto positivo no crescimento e desenvolvimento econômico. Cria-se um ciclo virtuoso, em que a urbanização aumenta a produção tecnológica e essa gera o crescimento econômico que, por conseguinte, incentiva a urbanização por esta facilitar ainda mais o desenvolvimento tecnológico. Em razão disso, muitos pesquisadores têm argumentado que o transbordamento de conhecimento, limitado espacialmente, é uma das razões para a concentração industrial regional ou urbana e para o entendimento do processo de crescimento econômico urbano.

Na linha dessa argumentação estão Marshall (1985), Glaeser et al. (1992), Henderson, Kuncoro e Turner, (1995), além daqueles autores, como Lucas (1988), Romer (1990), que teoricamente vinculam o crescimento endógeno às externalidades de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D), entendida como o principal conhecimento tecnológico para gerar inovação. Estes últimos explicam o crescimento regional por meio da acumulação de capital humano, conhecimento e sua difusão. Lucas (1988) afirma que o principal fator determinante da produtividade do indivíduo é a interação com outros indivíduos, gerando assim uma externalidade de conhecimento entre o grupo. Esta seria, então, a fonte geradora de inovação e o motor do crescimento nacional.

Outros trabalhos investigam quais as características urbanas mais fomentam a criação de tecnologia. Para Feldman e Florida (1994), grandes aglomerados urbanos são importantes para o progresso tecnológico, devido ao fato de que a inovação é altamente dependente de uma infraestrutura que consiste em fontes de conhecimento, ou seja, contato com outras firmas que proporcionam conhecimentos técnicos e *expertise*, concentração de investimentos P&D que aumentam as oportunidades para inovações por gerar novas descobertas, aplicações científicas e serviços empresariais que facilitam a comercialização de novos produtos. Simmie (2002) argumenta a respeito da necessidade das empresas precisarem de

auxílio externo à própria organização de acordo com os diferentes estágios do desenvolvimento do produto, principalmente os iniciais, sendo que tal suporte pode ser mais facilmente encontrado em grandes centros urbanos. Henderson (1997), também, justifica a concentração de investimentos em P&D e indústrias de alta tecnologia e/ou serviços modernos em áreas metropolitanas, devido às regiões metropolitanas apresentarem grandes mercados de trabalho qualificado, produtos complementares essenciais para a inovação e uma base industrial diversificada. Ciccone e Hall (1996) sugerem que a densidade do aglomerado urbano seria mais importante do que seu tamanho, para o crescimento da produtividade. Carlini, Chatterjee e Hunt (2001) encontraram que o tamanho que otimiza a criação de inovações *per capita* é de 500 mil habitantes e que a densidade ótima do emprego é de 2.190 empregados por milhas quadradas. Isso sugere que cidades muito grandes podem perder, eventualmente, seu poder de atração (GLAESER, 1998).

Cidades muito grandes podem sofrer com as deseconomias de aglomeração, que são definidas como custos de congestão, ocorrendo em razão de aumentos do preço do solo urbano à medida que esse bem se torna escasso, de aumento dos custos de transporte dentro do próprio município, de poluição, de aumento do crime, de perda de amenidades urbanas, por exemplo, serviços públicos de qualidade (GLAESER, 1998). Davis e Henderson (2008) afirmam que muitas empresas migram para cidades que ofereçam custos menores. As linhas de produção passariam a ser instaladas em cidades de porte médio, apesar da base intelectual e gerencial da empresa continuar nos grandes centros urbanos. Entretanto, esse processo pode aumentar o nível tecnológico de cidades menores, à medida que pessoas com alto nível de escolaridade optam por cidades menores dotadas de amenidades urbanas (WINDEN; VAN DEN BERG; POL, 2007).

Apesar do seu tamanho, densidade ou grau de urbanização, os meios pelos quais o transbordamento de conhecimento ocorre depende da sua composição industrial urbana passada e corrente. Quando o impacto na produtividade corrente ocorre devido às mudanças no ambiente industrial corrente, é conceituado de externalidades estáticas, segundo Silva e Silveira Neto (2007).

Já se o efeito do ambiente industrial passado impacta na produtividade regional corrente, os mesmos autores o definem como externalidades dinâmicas. Segundo Catela e Gonçalves (2009), essa última está relacionada a fatores históricos e à acumulação de conhecimento e experiência que demandam tempo.

Os diferentes tipos de externalidades de conhecimento dependem das características industriais das aglomerações e estas podem ter três diferentes fontes. A primeira ocorre quando indústrias do mesmo setor se concentram em uma mesma região. Essa fonte de economias de aglomeração é definida como economias de localização ou especialização, gerando a externalidade MAR, em referência a Marshall (1985), Arrow (1962) e Romer (1986). A teoria MAR pressupõe que o monopólio local seria o mais eficiente, visto que isso impediria o fluxo de ideias para as concorrentes e assim permitindo que a empresa internalize suas próprias externalidades (GLAESER et al., 1992).

A segunda fonte de economias de aglomeração industrial, conceituada de economias de urbanização, ocorre quando uma diversidade de setores industriais e agentes econômicos se estabelecem na mesma região. Essa aglomeração gera a externalidade de diversificação destacada por Jacobs (1969). A autora argumenta que as fontes de conhecimento mais importantes para a inovação nas empresas estão fora de sua indústria. As empresas inovam porque estão expostas a novas ideias originadas de outros setores e a combinação destas aumentaria a quantidade de inovações, fomentando o crescimento econômico.

A terceira fonte de externalidade pode advir do grau de competição local, defendida por Porter (1990). Apesar de o autor concordar com

as ideias da especialização para potencializar o crescimento, ele argumenta que competição local, ao invés do monopólio, seria o melhor para o aumento do crescimento econômico. Em regiões especializadas, as empresas lidam com as mesmas áreas de pesquisa e conhecimento e a alta competição local incentiva as empresas a absorverem o conhecimento gerado pelas concorrentes e inovar com mais rapidez. A competição local aumentaria a taxa de progresso tecnológico e, conseqüentemente, o crescimento.

Teoricamente, o transbordamento de conhecimento é amplamente aceito e sua importância para o crescimento econômico é indubitável. Entretanto, a próxima seção mostra que não há um consenso sobre o efeito, o sentido e a intensidade das externalidades de conhecimento tecnológico sobre a produtividade urbana nos trabalhos empíricos.

## 2.2 Estudos empíricos

A literatura empírica varia em método, abrangência geográfica e na forma de mensuração do crescimento urbano (Quadro 1). A distinção entre as medidas de desempenho regional é importante porque os efeitos da diversidade e da especialização são diferenciados no desenvolvimento econômico urbano. Enquanto as economias de localização contribuiriam para estimular inovações incrementais e inovações de processo, as economias de diversificação ajudariam a criar inovações radicais e produtos novos (BEAUDRY; SCHIFFAUEROVA, 2009). Logo, as primeiras gerariam maiores ganhos de produtividade e as últimas contribuiriam para a criação de novos mercados e novos empregos.

Quadro 1 – Estudos empíricos sobre crescimento urbano

Variáveis de desempenho urbano	Unidade	Autores	Abrangência Geográfica	Métodos de Análise	Período	
Emprego	Variação	Glaeser et al. (1992)	170 cidades norte-americanas	MQO com Dados em Paineis	1956-1987	
	Variação	Andrade e Serra (2001)	114 cidades médias brasileiras	MQO	1970-1990	
	Variação	Badia e Figueiredo (2007)	Municípios brasileiros	MQO com Dados em Paineis	1985-2000	
	Variação	Silva e Silveira Neto (2007)	1875 indústrias por estados brasileiros	MQO com Dados em Paineis	1994-2002	
	Variação	Van Oort, Oud e Raspe (2009)	496 municípios holandeses	Máximo Verossimilhança Espacial	1996-2003	
	Variação	Fochezatto e Valentini (2010)	24 regiões do Rio Grande do Sul	MQO com Dados em Paineis	1995-2005	
	Nível	Acs, FitzRoy e Smith (2002)	36 áreas estatísticas metropolitanas	MQO e Mínimos Quadrados em Dois Estágios	1988-1991	
Folha de pagamentos por empregados	Variação	Glaeser et al. (1992)	170 cidades norte-americanas	MQO	1956-1987	
Renda total da PEA	Variação	Andrade e Serra (2001)	114 cidades médias brasileiras nos anos	MQO	1970-1990	
Salário/Rendimento	Nível	Galinari et al. (2007)	84 meso e macropolos brasileiros	MQO com teste de autocorrelação espacial	1991-2000	
	Salário por hora trabalhada	Nível	Galinari e Lemos (2007)	Municípios paulistas	Mínimos Quadrados em Dois Estágios Espacial	2000
		Nível	Dalberto e Staduto (2013)	84 pólos industriais brasileiros	Mínimos Quadrados Generalizados	2001-2010
	Mediana dos salários da família	Nível	Anderson, Burgess e Lane (2007)	Firmas e indivíduos da Flórida e Califórnia	MQO	2001
	Salários per capita	Variação	Berry e Glaeser (2005)	318 área metropolitana norte-americanas	MQO	1970-2000
		Nível	Drennan et al. (2002)	313 áreas metropolitanas norte-americanas	MQO com Dados em Paineis	1969-1996
	Salários por trabalhador	Variação	Silva e Marinho (2005)	68 países	Mínimos Quadrados Generalizados Exequíveis (Painéis)	1960-1990
		Variação	Lim (2007)	313 áreas metropolitanas norte-americanas	Mínimos Quadrados em Dois Estágios Espacial	1990-1999
		Nível	Da Mata et al. (2007)	123 aglomerações brasileiras	GMM e MQO	1970-2000
		Variação	De Lucio et al. (2002)	50 microrregiões/26 indústrias (Espanha)	MQO, em 2 Estágios e GMM (painel)	1978-1992
Variação	Catela, Gonçalves e Porcile (2010)	524 municípios brasileiros	Modelo de Misturas Finitas	1997-2007		
Rendimento por domicílio	Nível	Lemos et al. (2006)	Metrópoles de São Paulo, Belo Horizonte, Curitiba e Porto Alegre	Mínimos Quadrados Generalizados (Painéis)	1981-1999	
Renda por trabalhador	Variação	Nakabashi e Figueiredo (2005)	96 países e 29 países	MQO com Dados em Paineis	1985-2000	
Produção/PIB	Nível	Ciccone e Hall (1996)	46 estados norte-americanos e Washington DC	Mínimos Quadrados Não Lineares	1988	
	"PIB por trabalhador"	Variação	Garcia, Pons e Mussolini (2005)	23 países desenvolvidos e 37 países em desenvolvimento	MQO com Dados em Paineis	1965-2000
		Nível	Ke (2010)	617 cidades chinesas	Mínimos Quadrados em Três Estágios Espacial	2005
	PIB per capita	Variação	Bostic, Gans e Stern (1997)	79 unidades espaciais dos EUA	Mínimos Quadrados em Dois Estágios	1980-1990
	Produção por trabalhador	Nível	Harris e Ioannides (2000)	324 regiões metropolitanas norte-americanas	MQO com Dados em Paineis	1950-1990
Valor adicionado por trabalhador	Variação	De Lucio et al. (2002)	50 microrregiões espanholas em 26 grupos de indústrias	MQO, em 2 Estágios e GMM (painel)	1978-1992	

Fonte: elaboração própria.

Nota: MQO= Mínimos Quadrados Ordinários; GMM= Método Generalizados dos Momentos

Alguns estudos usam variação do emprego (GLAESER et al., 1992; VAN OORT; OUD; RASPE, 2009; ANDRADE; SERRA, 2001), outros usam o nível ou a variação do

produto interno bruto na região (CICCONI; HALL, 1996; GARCIA; PONS; MUSSOLINI, 2005; KE, 2010; BOSTIC; GANS; STERN, 1997), enquanto outros, alguma medida de variação ou nível de salário ou rendimento (DRENNAN et al., 2002; SILVA; MARINHO, 2005; LIM, 2007; GALINARI et al., 2007; GALINARI; LEMOS, 2007; CATELA, GONÇALVES; PORCILE, 2010). Em suma, todas essas *proxies* buscam representar a produtividade urbana. Segundo Ciccone e Hall (1996), o PIB é conceitualmente muito superior para analisar diferenças de produtividade regional e urbana. Entretanto, Harris e Ioannides (2000) são favoráveis ao uso de salários, argumentando que essa variável é indiscutivelmente superior ao PIB para medir produtividade. Já Lim (2007) argumenta que a correlação entre salários e PIB é alta, pois a maioria dos componentes presentes na contagem de ambos é idêntica.

A metodologia de análise também é diversificada. Pode-se observar que os trabalhos começaram a usar métodos mais sofisticados que incorporam efeitos espaciais com o passar do tempo, como em Ke (2010) e Lim (2007), ou testes para constatação de autocorrelação espacial (GALINARI et al., 2007). Em geral, a econometria espacial passou a ser usada para identificar o efeito de externalidades originadas de regiões vizinhas na produtividade de uma região. Como argumenta Ke (2010), a literatura sugere que as economias de escala de insumos intermediários, a conexão entre insumos e produtos, a interação interpessoal e o transbordamento de conhecimento não estão confinados dentro de uma cidade. Apesar de não usar econometria espacial, Glaeser et al. (1992) tenta estimar o efeito do transbordamento entre as cidades incorporando no modelo uma variável que representa o crescimento das cidades próximas.

Lim (2007), Galinari e Lemos (2007) e Ke (2010) evidenciam uma relação positiva entre o crescimento da produtividade de uma cidade com o crescimento da produtividade das cidades vizinhas, apesar de os três trabalhos usarem conceitos diferentes de cidades vizinhas, respectivamente, para Estados Unidos, Brasil e China. Lim (2007) usa o modelo gravitacional e as despesas com P&D para mensurar o relacionamento entre as 313 áreas

metropolitanas dos EUA. Galinari e Lemos (2007) utilizam os “k vizinhos mais próximos” e definem que o valor de k são os múltiplos de cinco num intervalo que varia de 5 a 25. Ke (2010) define que duas cidades chinesas são vizinhas se elas estão dentro de uma distância especificada, variando as distâncias entre 50, 100 e 200 km.

Apesar de as externalidades de especialização, diversificação e competição locais serem mais abordadas em trabalhos sobre o crescimento da inovação, a partir do trabalho de Glaeser et al. (1992), elas também foram incorporadas em modelos de crescimento urbano e regional. Usando como *proxy* para o crescimento urbano o crescimento do emprego, Glaeser et al. (1992) encontram evidências positivas em relação às externalidades de competição local e diversificação, sendo que esta última apresenta intensidade maior no crescimento do emprego.

Por outro lado, De Lucio, Herce e Goicolea (2002) encontram que os efeitos da especialização no crescimento da produtividade urbana depende do seu grau de especialização. Para níveis baixos de especialização, o efeito seria negativo sobre o crescimento da produtividade. A partir de um ponto no qual a especialização fosse relativamente forte, a externalidade de especialização passaria a ter um efeito positivo no crescimento da produtividade urbana. Desse modo, o efeito da especialização seria diferente em cada região, dependendo do seu grau de especialização. Seguindo os mesmos modelos, Lim (2007) também estima efeitos favoráveis às externalidades de especialização, uma vez que as externalidades de diversificação e competição não se mostraram significativas para a produtividade urbana das áreas metropolitana americanas.

Na literatura nacional, Galinari et al. (2007) Dalberto e Staduto (2013) encontram que a diversificação é mais significativa para o crescimento da produtividade dos 84 meso e macropolos brasileiros entre 1991-2000 e 2001-2010, respectivamente. Catela, Gonçalves e Porcile (2010), com base em 524 cidades brasileiras, encontraram que economias de diversificação são mais importantes para cidades com menores salários médios por trabalhador, enquanto que, para cidades com maiores salários médios por trabalhador, a especialização seria mais importante. Os autores argumentam que isso ocorre porque existem grandes ganhos com a especialização setorial em mercados maiores,

que seriam advindos de retornos crescentes da especialização em atividades com maior conteúdo de conhecimento. Não somente metrópoles, mas também cidades de porte médio estão presentes no grupo com maiores salários médios por trabalhador, o que evidencia a descentralização da produção e da população no território brasileiro (CATELA; GONÇALVES, 2009). Lemos et al. (2005) encontram o mesmo resultado em uma análise de regiões metropolitanas e sugerem que esse fenômeno está ocorrendo devido à migração de setores tradicionais da indústria beneficiados por economias de aglomeração geradas principalmente por incentivos estatais, infraestrutura urbana e transportes. Entretanto, essa descentralização é concentrada, segundo Diniz (1993). O autor mostra a ocorrência do movimento de saída das atividades econômicas de metrópoles, como São Paulo, para uma região delimitada por um polígono com vértices em Belo Horizonte, Uberlândia, Londrina/Maringá, Porto Alegre, Florianópolis e São José dos Campos.

Entre os trabalhos que buscam investigar os fatores determinantes da produtividade urbana, poucos são aqueles que abordam as externalidades de conhecimento no Brasil, em especial quando se considera atividades de maior intensidade tecnológica. Esse artigo se propõe a investigar o impacto das economias externas de especialização, diversificação e competição na produtividade das cidades brasileiras nos anos 2000 e 2010.

### 3 Metodologia

#### 3.1 Estratégia empírica

Dados regionais podem ter dependência espacial que gera resultados viesados. Para lidar com tal situação, utiliza-se o método econométrico-espacial. Segundo Anselin (1999), esse método considera a heterogeneidade e dependência espacial. Ele utiliza uma matriz de pesos espaciais que pondera a influência das regiões vizinhas. Nesse trabalho, utilizam-se duas matrizes de pesos espaciais, matriz Queen e a matriz de distância inversa. A primeira considera a influência de regiões que tem uma fronteira comum, enquanto que a segunda pondera as regiões de forma que as mais próximas tenham um peso maior. Utiliza-se o método de Ertur, Le Gallo e Baumont (2006) na seleção

das matrizes de pesos espaciais. Esse método seleciona aquela matriz com maior I de Moran em valor absoluto.

A partir da definição de vizinhança, utilizam-se testes estatísticos para identificar a dependência espacial que pode ser na variável dependente, nas independentes, no erro ou em alguma combinação destas. A dependência espacial autorregressiva, na variável dependente, captura o efeito direto da variável de interesse dos vizinhos na região em análise, ou seja, ela captura a externalidade direta da produtividade dos municípios vizinhos.

Assim, baseando-se no modelo de Glaeser et al. (1992) e Lim (2007), adota-se um modelo espacial cujo o nível da produtividade urbana (PRO) é uma função das externalidades de conhecimentos, um fator autorregressivo que captura uma externalidade direta da produtividade dos vizinhos da cidade  $i$  sobre a sua produtividade  $e$ , também, inclui características não observadas que também tenham dependência espacial:

$$PRO_{i2010} = \beta_0 + \beta_1 W * PRO_{j \neq i 2010} + \beta_2 SPE_{i2000} + \beta_3 DIV_{i2000} + \beta_4 COM_{i2000} + \beta_5 HK_{i2000} + \beta_6 IGAP_{i2000} + \beta_7 PPOP_{i2000} + \beta_8 PPOPQ_{i2000} + \varepsilon_{i2010} \quad (1)$$

$$\varepsilon_{i2010} = \gamma W \varepsilon_{i2010} + \epsilon_{i2010} \quad (2)$$

O sobescrito  $i$  se refere à cidade. Para medir o efeito da externalidade de especialização em setores intensivos em tecnologia, inclui-se nesse modelo uma medida de especialização (SPE). A variável DIV já captura o impacto da diversificação urbana em setores de maior intensidade tecnológica. A medida de competição local para captar o efeito que a alta competição intrasetorial tem sobre o crescimento da produtividade urbana é COM. Desse modo, incorpora-se no modelo as três externalidades discutidas nas seções anteriores, sustentando a sugestão da literatura de incorporar no mesmo modelo tanto uma medida de diversificação quanto uma de especialização (MONTE-NEGRO; GONÇALVES; ALMEIDA, 2011). Para capturar o transbordamento de conhecimento entre as cidades vizinhas, utiliza-se a matriz de pesos espaciais  $W$  multiplicada pela produtividade das cidades vizinhas.

A fim de controlar o efeito de outros determinantes do crescimento da produtividade urbana,

inclui-se as variáveis de capital humano (HK), a proporção de população urbana (PPOP) para capturar o tamanho das cidades, a proporção de população urbana ao quadrado (PPOPQ) para capturar o retorno marginal decrescente do tamanho das cidades, a diferença tecnológica entre as cidades (IGAP) e *dummies* macrorregionais.

Não é surpresa pensar que o custo de vida dos centros urbanos teria uma alta influência nos salários. A definição de produtividade urbana utilizada nesse trabalho depende do nível salarial do município, por isso o custo de vida também deve ser incluído no modelo. Não existindo uma estimativa confiável para o custo de vida municipal, Dalberto e Staduto (2013) sugerem como proxy a própria população da cidade. A explicação para tal é a tendência do custo de vida ser mais elevado em centros urbanos maiores devido aos altos aluguéis, a necessidade de transporte e uma compensação para conviver com maiores índices de poluição, violência e congestionamento se comparados com centros urbanos menores. Por tanto, inclui-se como controle a proporção da população do município em relação a população nacional (PPOP). Entretanto, a relação entre a produtividade e o custo de vida pode não ser linear, ou seja, o efeito marginal na produtividade causado pelo aumento do custo de vida seria diferente para níveis de custo de vida diferentes. A fim de capturar essa não linearidade, acrescenta-se ao modelo, a proporção da população municipal ao quadrado (PPOPQ). Espera-se que o coeficiente dessa variável seja negativo, ou seja, o aumento do tamanho das cidades causaria um aumento no custo de vida a taxas decrescentes devido aos ganhos com a própria aglomeração. Além disso, *dummies* macrorregionais controlam características do sistema de inovação regional brasileiro, não medidas pelas outras variáveis.

Um aspecto inovador do artigo é usar o método de Arraiz et al. (2010) que, em termos de modelo de regressão espacial, considera a possibilidade de autocorrelação espacial na variável dependente e nos resíduos, Equações 1 e 2, respectivamente. Esse modelo espacial permite que o termo de erro,  $\epsilon_i$ , na equação dos resíduos defasados, tenha estrutura desconhecida. Assim, é possível corrigir a heterocedasticidade e as dependências espaciais de estimações baseadas em Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), por exemplo. Outra vantagem da utilização desse método é a estimação do desvio-padrão do parâmetro dos resíduos defasados ( $\gamma$ ).

Esse método também lida com a endogeneidade da variável  $W*PRO_{j\neq i, 2010}$ . A produtividade defasada espacialmente pode estar correlacionada com o erro da equação devido à características regionais que não são observadas ou de difícil mensuração pelo economista, como a cultura regional. Sua operacionalização ocorre por meio do método generalizado dos momentos (GMM) juntamente com variáveis instrumentais (IV) em quatro passos, cujo objetivo é estimar  $\gamma$  eficientemente. No primeiro passo, utiliza-se os instrumentos que são as próprias variáveis independentes defasadas espacialmente para gerar os resíduos na Equação 1,  $\epsilon_{it}$ , por MQO em 2 estágios. No passo dois, estima-se a Equação 2, utilizando GMM, por mínimos quadrados generalizados (MQG). A estimativa do  $\gamma$ , então, é utilizada para reestimar a matriz de covariância de  $\epsilon_i$  e corrigir as variáveis do sistema. Dessa forma, tem-se estimadores consistentes para  $\gamma$ , mas ainda ineficientes. No terceiro passo, aplica-se novamente o MQO em dois estágios para reestimar a Equação 1, utilizando as variáveis transformadas. No quarto e último passo, novamente são gerados os resíduos que são utilizados para reestimar o parâmetro por MQG/GMM.

### 3.2 Descrição dos dados e construção das variáveis

Para captar o impacto do transbordamento de conhecimento no menor nível geográfico com dados disponíveis para os anos de 2000 e 2010, foram utilizados dados por municípios. A base, então, é composta por 5460 cidades brasileiras<sup>1</sup>.

Com base na seção 2.2, usa-se, como *proxy* para medir a produtividade urbana, a massa salarial municipal dividida pela quantidade de trabalhadores formais, sendo ambos extraídos da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). A variável extraída da base de dados *on line* do sítio do MTE é o valor dos salários nominais em dezembro. A medida de produtividade aqui usada é similar à dos autores Ciccone e Hall (1996) e Harris e Ionnides (2000), que definem produtividade como renda por pessoa.

Os dados foram deflacionados de acordo com o procedimento sugerido por Freitas e Simões (2012), que consideram a variação do ní-

<sup>1</sup> Em 2000, havia 5508 cidades no Brasil. Entretanto, somente para 5460 havia dados disponíveis para a realização desse trabalho.

vel de preços de cada macrorregião. Para seu cálculo, mudou-se a ponderação do IPCA a nível nacional, cujo deflator de uma macrorregião é ponderado apenas pelas cidades pertencentes à respectiva região.

Para o cálculo do grau de especialização, diversificação e competição local, utilizam-se os dados de estoque de trabalhador e quantidade de estabelecimentos coletados no MTE/RAIS para o ano de 2000 para os setores de alta e média-alta intensidade tecnológica definidas em Furtado e Carvalho (2005). Segundo estes autores, são setores de média-alta intensidade tecnológica: informática, máquinas e equipamentos, instrumentos e veículos. Por outro lado, são setores de alta intensidade tecnológica: material e máquinas elétricas, máquinas eletrônicas e outro material de transporte, como aviação, por exemplo.

O nível de especialização dos municípios (SPE) nesses setores é calculado pelo quociente locacional, que divide a participação setorial no total do emprego municipal em relação à participação do mesmo setor no total do emprego nacional. Assim, quanto maior esse índice, maior a especialização do município nos setores industriais mais intensivos em tecnologia.

O grau diversificação econômica de uma cidade (DIV) é mensurada pelo inverso do índice de Hirschman-Herfindahl (LIM, 2007). Altos valores para esse indicador significam que a cidade apresenta relativa diversificação dos setores industriais mais intensivos em tecnologia.

A competição local (COM) entre os setores industriais mais intensivos em tecnologia é definida como o número de estabelecimentos por trabalhador, nos setores de alta intensidade tecnológica da cidade, dividido pelo número de estabelecimentos por trabalhador nos mesmos setores a nível nacional. Quanto maior o seu valor, maior a competição na economia local, em relação à economia nacional. Maior competição pode acelerar a adoção de inovações e promover crescimento industrial e aumento de produtividade (GLEASER et al., 1992).

Como mensuração do estoque de capital humano (HK) nos municípios foi utilizada a escolaridade média da população acima de 10 anos de idade em 2000 do Censo 2000 do IBGE.

Para medir o hiato tecnológico (IGAP) entre as cidades, utiliza-se o valor adicionado das firmas inovadoras e exportadoras com mais de 30 empregados (ValorA), elaborado pelo IPEA/

CEDEPLAR. Essas instituições classificaram as empresas industriais brasileiras em três categorias de acordo com a estratégia inovadora ou ausência desta (LEMOS et al., 2005). A primeira delas, usada nesse trabalho, constitui as empresas tipo A, que são aquelas criadoras de produtos novos a nível nacional e exportadoras de produtos a preços 30% maiores do que a média do mercado. Essas firmas desenvolveram produtos inovadores e sua estratégia é baseada na diferenciação no mercado internacional. Isso significa que essas empresas apresentam os padrões mais elevados de tecnologia e inovação das empresas brasileiras por produzirem produtos de maior valor adicionado.

A variável IGAP, adaptada de Lim (2007), é definida como o valor adicionado de empresas inovadoras e exportadoras da cidade líder (aquela que apresenta maior valor, São José dos Campos) dividido pelo valor adicionado das outras cidades. No caso do presente artigo, pretende-se verificar se o nível de produtividade municipal está vinculado ao hiato inovativo das cidades, esperando-se que, quanto maior a diferença inovativa entre a cidade líder e a cidade de referência, menor seja o nível de produtividade.

Todas as variáveis independentes foram medidas no início da década, no ano de 2000, a fim de atenuar problemas de endogeneidade ou causalção reversa, tendo em vista que a variável dependente, nível de produtividade, é medida em 2010. Nessa literatura não é incomum encontrar grandes defasagens temporais (GLEASER et al. 1992; LIM, 2007; DA MATA et al., 2005), visto que esses modelos derivam de modelos de crescimento de longo prazo.

## 4 Resultados empíricos

### 4.1 Análise descritiva das variáveis

A Tabela 1 mostra que o nível de produtividade urbana varia de acordo com o tamanho da cidade, sendo maior para as metrópoles e menor para as cidades pequenas, tanto em 2000 quanto em 2010. As estatísticas também mostram que as cidades maiores (metrópoles e grandes) são especializadas em setores de alta tecnologia ou de média-alta e alta tecnologia, pois apresentam quociente locacional maior que um, em média. Isso representa indícios de que os grandes aglomerados urbanos brasileiros têm melhores condições para fomentar

o desenvolvimento tecnológico. Ao mesmo tempo, o grau de diversificação desses setores também é maior nas metrópoles e cidades grandes. Já o nível

de competição local dos setores de alta intensidade tecnológica é maior nas cidades médias.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas de variáveis selecionadas por tamanho das cidades. Período: 1999-2010

Variáveis	Metrópoles		Grandes		Médias		Pequenas		Todas	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Produtividade urbana (2000)	912,28	181,53	769,12	245,40	617,33	214,30	358,41	163,74	370,24	176,36
Produtividade urbana (2010)	1152,03	297,22	931,89	217,70	797,03	245,65	550,86	155,42	562,25	170,24
Especialização industrial em alta tecnologia (2000)	1,69	2,45	1,35	2,11	0,80	1,34	0,14	1,04	0,17	1,08
Diversificação industrial em alta tecnologia (2000)	4,84	2,11	3,65	1,49	2,07	1,34	1,03	0,20	1,08	0,46
Competição Local industrial em alta tecnologia (2000)	1,78	1,19	3,34	3,35	5,64	10,05	0,97	4,85	1,15	5,19
Especialização industrial alta e média-alta tecnologia (2000)	1,13	1,04	1,15	1,27	0,80	0,90	0,14	0,57	0,17	0,602
Diversificação industrial alta e média-alta tecnologia (2000)	8,57	3,00	5,24	2,08	3,43	1,91	1,12	0,48	1,23	0,864
Competição Local industrial alta e média-alta tecnologia (2000)	1,89	1,13	2,32	1,86	3,82	5,27	2,19	7,06	2,25	6,995
Hiato Tecnológico (2000)	3,27	2,19	5,07	4,62	10,51	7,81	19,94	3,21	19,52	4,06
Capital Humano (2000)	16,56	5,47	12,23	4,79	9,00	5,21	3,07	2,55	3,34	3,04
Porporção da população municipal (% da população nacional)	1,56	1,56	0,41	0,09	0,12	0,06	0,01	0,01	0,02	0,11
Quadrado da porporção da população municipal	0,05	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
População total (2000)	34.389.320		12.583.713		39.628.005		82.894.464		169.495.502	
Valor agregado (% do total)	23,34		21,61		36,54		18,51		100,00	
Patentes 1999-2001 (% do total)	50,73		8,95		25,92		14,40		100,00	
Quantidade de cidades	13		18		193		5236		5460	

Fonte: Elaboração própria.

Nota: DP = Desvio-padrão. A classificação das cidades pelo tamanho foi baseada nos trabalhos de Andrade e Serra (2001) e Lemos et al. (2003).

Metrópoles são cidades com mais de 1 milhão de habitantes, cidades grandes têm entre 500 mil e 100 milhão de habitantes, cidades médias têm entre 100 mil e 500 mil habitantes e cidades pequenas menos de 100 mil habitantes.

Comparando o nível tecnológico das cidades brasileiras por meio do valor adicionado das empresas inovadoras e exportadoras (ValorA) do IPEA/CEDEPLAR e a quantidade de patentes registradas no Instituto de Nacional Propriedade Industrial (INPI), observa-se que as cidades médias se destacam pela concentração de ValorA e concentração de patentes. Essas cidades concentram 36,54% do valor adicionado e um quarto das pa-

tentes depositadas no País no período 1999-2001. As metrópoles, apesar de apresentar 50,73% das patentes nacionais, apresentam apenas 23,34% do valor adicionado das empresas inovadoras e exportadoras em 2000. Esses resultados sugerem que as cidades médias vêm se tornando relevantes na produção manufatureira de bens intensos em tecnologia, apesar de o desenvolvimento desses produtos ainda depender das metrópoles e

cidades grandes, dado que nessas localidades há concentração de serviços produtivos apropriados a etapas mais decisivas da invenção e criação, além de serviços necessários à introdução da inovação no mercado consumidor. Assim, o percentual de 36,54% para valor adicionado sugere que as cidades médias brasileiras assumem a função de abrigar plantas produtivas, embora o trabalho de criação e desenvolvimento esteja vinculado às grandes metrópoles.

## 4.2 Resultados

O teste de Moran (MORAN, 1948) é apresentado na Tabela 2. Utilizando o método de seleção de Ertur, Le Gallo e Baumont (2006), as matrizes Queen e distância inversa são aquelas com maior I de Moran entre as matrizes que consideram somente os vizinhos mais próximos e a distância de todas as cidades do Brasil, respectivamente.

Para ambas as matrizes, existem evidências significativas de que a produtividade urbana tem uma dependência espacial positiva, ou seja, cidades com alto nível de produtividade estão próximas de outras com valores também altos para o nível de produtividade e vice-versa. Esse resultado implica a existência de agrupamentos urbanos cujos membros apresentam produtividade elevada (ou inferior) se comparada com a média nacional. Esses agrupamentos podem ser identificados, utilizando as estatísticas do tipo *Local Indicator of Association* (LISA) (Anselin, 1995).

Tabela 2 – Teste de Moran para produtividade urbana (2000-2010)

Pesos espaciais	Produtividade urbana em 2000	Prob.	Produtividade urbana em 2010	Prob.
Queen	0,41	0,00	0,43	0,00
5 Vizinhos mais próximos	0,40	0,00	0,42	0,00
10 Vizinhos mais próximos	0,40	0,00	0,41	0,00
15 Vizinhos mais próximos	0,39	0,00	0,40	0,00
Distância Inversa	0,25	0,00	0,24	0,00
Distância	0,25	0,00	0,23	0,00

Fonte: Elaboração própria utilizando o software Geoda.

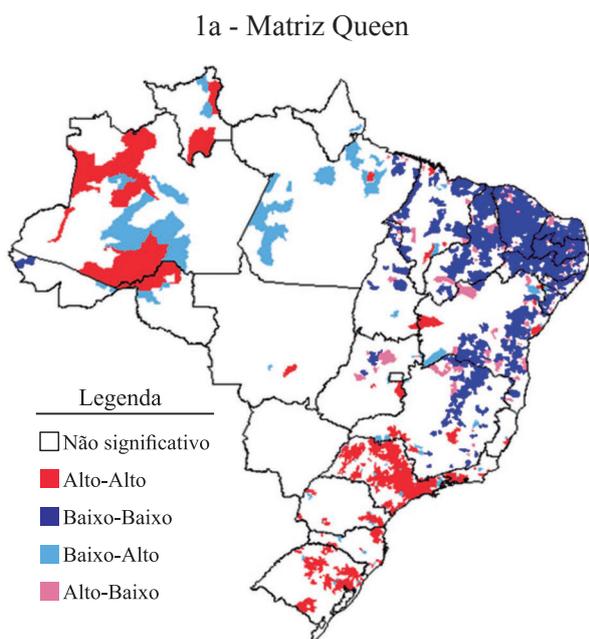
Nota: Teste de Moran realizado com 9999 permutações.

Duas características são claramente observadas pelas Figuras 1 e 2 e na Tabela 3. A primeira é a diferença entre as cidades com coeficientes significativos quando se altera a matriz de pesos. Enquanto o valor do coeficiente de Moran é maior para a matriz Queen, a quantidade de coeficientes significativos é maior para a matriz de distância inversa. Isso implica que apesar de o I de Moran capturar um efeito espacial médio positivo maior com a matriz Queen, individualmente, pouco desse efeito é significativo para os municípios, enquanto que o oposto acontece com a matriz de distância inversa. Esse resultado sugere que a externalidade causada pela produtividade tem efeitos mais abrangentes, ou seja, impacta vizinhos mais distantes e não somente aqueles com fronteira em comum.

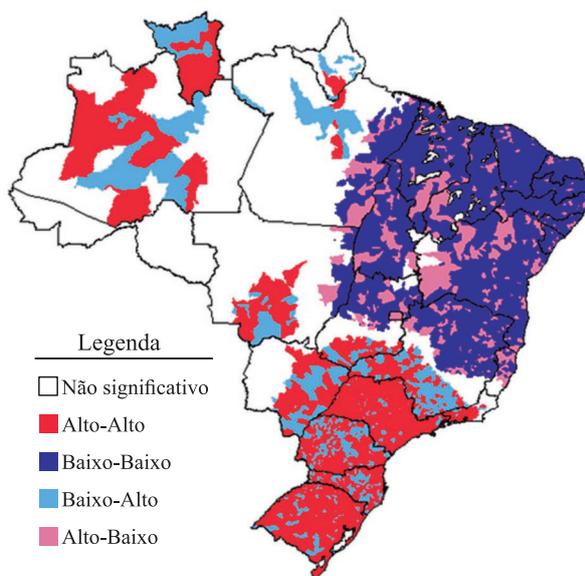
A segunda característica é a divisão norte-sul para os clusters de produtividade. Essa diferença é ainda mais visível nas Figuras 1b e 2b onde as regiões Sul e Sudeste compõem um grande cluster alto-alto, ou seja, cidades com alta produtividade cercadas por cidades com, também, produtividade alta. O Nordeste e o leste da região Norte compõem um grande aglomerado onde as cidades têm baixa produtividade.

As Figuras 1a e 2a que utilizam a matriz Queen também mostram essa polarização da produtividade com aglomerados menores. Identifica-se um *cluster* do tipo alto-alto compreendido pelas cidades de São Paulo, São Caetano do Sul, Santo André, Guarulhos, Mogi das Cruzes e cidades do entorno. No Nordeste, o cluster Baixo-Baixo compõem mais cidades do Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba.

Figura 1 – Mapas de *clusters* espaciais da produtividade urbana em 2000

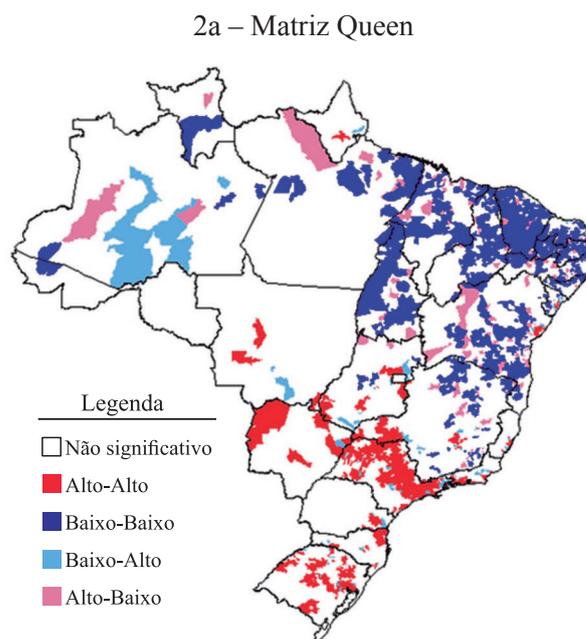


1b - Matriz de distância inversa

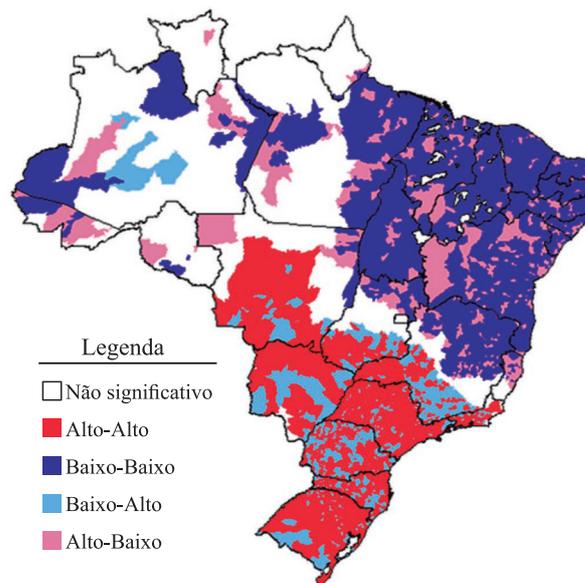


Fonte: Elaboração própria usando os softwares GeoDa e ArcView 1.91.

Figura 2 – Mapas de *clusters* espaciais da produtividade urbana em 2010



2b – Matriz de distância inversa



Fonte: Elaboração própria usando os softwares GeoDa e ArcView 1.91.

Tabela 3 – Número de municípios por agrupamentos da produtividade urbana (2000-2010)

Cluster	Produtividade 2000		Produtividade 2010	
	Queen	Distância inversa	Queen	Distância inversa
Não sig	3.659	634	3.599	527
Alto-Alto	601	1.659	623	1.653
Baixo-Baixo	1.022	2.051	1.039	2.094
Baixo-Alto	94	727	96	811
Alto-Baixo	84	389	103	375

Fonte: Elaboração própria utilizando o software GeoDa.

Nota: LISA calculado com 9999 permutações.

Para a análise econométrica, as variáveis foram padronizadas, subtraindo cada observação de sua média e dividindo pelo desvio-padrão, para colocar as variáveis numa mesma escala e facilitar a interpretação dos coeficientes.

A Tabela 4 apresenta os resultados para as estimações utilizando método de MQO. Todas as estimações são favoráveis às teorias de MAR e Jacobs. Os coeficientes do índice de especialização (SPE) e diversificação (DIV) em indústrias mais intensivas em tecnologia são positivos e significativos a 5%. Nota-se que o efeito da diversificação é maior para os setores de alta intensidade tecnológica, enquanto que, com a inclusão dos setores de média-alta intensidade tecnológica, o efeito da especialização é superior. O efeito da competição local não se mostrou significativo na maioria das estimações. Essa conclusão é robusta à inclusão

das variáveis macrorregionais.

O sinal negativo do hiato tecnológico (IGAP) indica que o nível de produtividade urbana é inversamente relacionado à diferença entre o nível de produtividade da cidade líder em termos de valor agregado de empresas inovadoras e a cidade de referência. Ou seja, quanto maior o hiato tecnológico menor o nível médio de produtividade urbana, sinalizando a importância da inovação para o nível de produtividade.

O nível de escolaridade (HK) apresentou coeficiente positivo e significativo em todas as estimações. Além disso, a escolaridade da população se apresenta como o principal determinante da produtividade urbana, visto o tamanho do coeficiente comparado com os das outras variáveis dos modelos.

Na última parte da Tabela 4, estão expostos os testes de dependência espacial (multiplicador de Lagrange) para a defasagem espacial da variável dependente (LM-LAG) e para o erro autorregressivo (LM-ERR), segundo as duas matrizes de pesos espaciais usadas (Queen e Matriz de distância inversa). Utilizando o método de Florax et al. (2003), observa-se, que a 5% de significância, os modelos estimados apresentam dependência na variável dependente e no erro. Além disso, as hipóteses de homocedasticidade e normalidade dos resíduos são rejeitadas pelos testes de Koenker-Basset e Jarque-Bera, respectivamente. Isso significa que as estimações fornecem coeficientes inconsistentes e tendenciosos.

Tabela 4 – Condicionantes da produtividade urbana no Brasil: estimação por MQO e testes de dependência espacial específicos. Período: 2000-2010

Variáveis	Alta intensidade tecnológica		Alta + média-alta intensidade tecnológica	
	(1)	(2)	(3)	(4)
Diversificação (DIV)	0,07***	0,07***	0,04**	0,04**
Competição local (COM)	0,00	0,00	0,02**	0,00
Especialização (SPE)	0,06***	0,06**	0,12***	0,12***
Capital Humano (HK)	0,37***	0,22***	0,35***	0,21***
Hiato tecnológico (IGAP)	-0,19***	-0,19***	-0,17***	-0,17***
Proporção da população (PPOP)	0,02	0,15***	0,06*	0,19***
Proporção da população <sup>2</sup> (PPOPQ)	-0,01	-0,12***	-0,03	-0,13***
Norte	-	-0,38***	-	-0,37***
Nordeste	-	-0,50***	-	-0,49***
Centro-Oeste	-	-0,04	-	-0,02
Sul	-	0,14	-	0,14***
R <sup>2</sup> -ajustado	0,31	0,36	0,31	0,36
Condição de Multicolinearidade	5,97	6,24	6,34	6,59
AIC	13512	13106	13450	13055
SC	13565	13185	13503	13134
Estatística de Jarque-Bera	7985***	12564***	17014***	22679***
Teste de Koenker-Basset	20,27***	22,42**	18,66***	21,45**
Estatística F	344,15***	275,07***	356,93***	282,36***
Número de observações	5460	5460	5460	5460
Testes para autocorrelação espacial				
Queen	(1)	(2)	(3)	(4)
LM-ERR	631,69***	487,05***	598,45***	460,61***
LM-ERR (ROBUSTO)	14,02***	13,75***	14,96***	15,29***
LM-LAG	1100,32***	753,47***	1064,09***	730,44***
LM-LAG (ROBUSTO)	482,65***	280,17***	480,60***	285,11***
LM-SARMA	1114,34***	767,22***	1079,05***	745,72***
Distância Inversa	(1)	(2)	(3)	(4)
LM-ERR	5524,60***	2231,93***	5244,67***	2135,37***
LM-ERR (ROBUSTO)	3406,20***	909,72***	3253,13***	886,76***
LM-LAG	2605,15***	1518,49***	2471,68***	1442,23***
LM-LAG (ROBUSTO)	486,74***	196,28***	480,14***	193,62***
LM-SARMA	6011,34***	2428,21***	5724,81***	2328,99***

Fonte: Elaboração própria utilizando o software GeodaSpace.

Nota: \*\*\* Significativo a 1%; \*\* Significativo a 5%; \* Significativo a 10%.

A Tabela 5 apresenta os resultados para os modelos espaciais, segundo o método de Arraiz et al. (2010). O coeficiente de I de Moran aparece na última linha da tabela mostrando que a correlação espacial foi totalmente controlada. O efeito da externalidade da produtividade é positivo e significativo em todas as estimações. Seu efeito é o maior entre todos os outros determinantes dos modelos, medido pelo tamanho dos coeficientes. Isso mostra que cidades próximas de outras com alta pro-

ductividade se beneficiam por meio de economias externas inter-regionais. O aumento do coeficiente da variável dependente defasada espacialmente, quando se utiliza a matriz de distância inversa, corrobora o resultado anterior no qual o efeito da externalidade da produtividade não está limitado aos vizinhos mais próximos, mas também impacta de maneira positiva os vizinhos mais afastados. Evidências anteriores de transbordamentos de produtividade no Brasil são também encontrados em

Perobeli *et al.* (2007), mas limitadas ao setor agrícola e em Galinari e Lemos (2007) para o salário por hora trabalhada dos municípios paulistanos.

Em relação às externalidades de diversificação em setores industriais de maior intensidade tecnológica (DIV), não se observa robustez de seus resultados nesse artigo. Seu efeito é significativo somente quando se utiliza a matriz de distância inversa e sem a adição das *dummies* macrorregionais. Ou seja, em apenas duas especificações (5 e 6) da Tabela 5, entre as oito testadas, ocorre resultado positivo e significativo para tal variável. Esse resultado difere de outros da literatura brasileira quando se considera diversificação e/ou especialização da indústria em seu conjunto, sem distinguir os setores por intensidade tecnológica. Galinari *et al.* (2007) e Dalberto e Staduto (2013) encontram evidências da influência das externalidades de diversificação sobre os salários industriais brasileiros nos anos de 1991, 2000 e 2010. Em geral, constatou-se que cidades com base industrial diversificada possuem salários médios mais elevados. Somente Badia e Figueiredo (2007) encontram que ambos os tipos de externalidades, tanto de especialização quanto de diversificação, são importantes, embora o *timing*

do impacto seja diferenciado.

Por outro lado, as externalidades de especialização (SPE) mostram resultado diferente, sendo significativas em sete das oito especificações. Isso mostra que tanto os setores de alta tecnologia, considerados isoladamente, quanto os de média-alta tecnologia em conjunto com os anteriores, são importantes fatores para se explicar o nível de produtividade urbana. Comparando tais resultados com outros obtidos para a literatura brasileira, nota-se que a importância das externalidades de especialização também foi constatada por Catela, Gonçalves e Porcile (2010) para o grupo de cidades de maior renda do Brasil. O argumento usado pelos autores baseia-se na ideia de que as atividades industriais com maior conteúdo de conhecimento tecnológico presentes nessas maiores cidades dependeriam da especialização para atingir retornos crescentes e, desse modo, obter maiores efeitos em termos de desempenho urbano. Como o presente artigo foca em especialização e/ou diversificação de atividades com maior conteúdo tecnológico, o mesmo argumento poderia ser usado aqui para explicar a importância das externalidades de especialização *vis-à-vis* as de diversificação.

Tabela 5 – Condicionantes da produtividade urbana brasileira: estimação por métodos espaciais. Período: 2000-2010

Variáveis	QUEEN				Distância Inversa			
	Alta		Alta + Média-Alta		Alta		Alta + Média-Alta	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
W*Produtividade 2010	0,60***	0,55***	0,60***	0,55***	0,75***	0,85***	0,75***	0,84***
Diversificação (DIV)	0,02	0,02	0,01	0,00	0,04**	0,04**	0,02	0,03
Competição local (COM)	0,00	-0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Especialização (SPE)	0,03	0,03*	0,07***	0,07***	0,04*	0,04*	0,08***	0,08***
Capital Humano (HK)	0,19***	0,16***	0,18***	0,15***	0,14***	0,14***	0,13***	0,13***
Hiato tecnológico (IGAP)	-0,13***	-0,13***	-0,12***	-0,12***	-0,16***	-0,16***	-0,15***	-0,15***
População (PPOP)	0,14***	0,18***	0,15***	0,20***	0,23***	0,24***	0,25***	0,25***
População2 (PPOPQ)	-0,11***	-0,14***	-0,11***	-0,15***	-0,18***	-0,18***	-0,19***	-0,19***
Norte	-	-0,08**	-	-0,08**	-	-0,02	-	-0,01
Nordeste	-	-0,12***	-	-0,12***	-	0,06	-	0,07
Centro-Oeste	-	0,03	-	0,04	-	0,00	-	0,01
Sul	-	0,10***	-	0,10***	-	-0,07	-	-0,07
Constante	-0,02***	0,01	-0,02***	0,00	0,02	0,01**	0,02	0,01
Lambda	-0,40***	-0,37***	-0,40***	-0,37***	0,53***	0,54***	0,53***	0,54***
Pseudo-R <sup>2</sup>	0,44	0,45	0,45	0,45	0,42	0,42	0,42	0,42
Pseudo-R <sup>2</sup> espacial	0,38	0,40	0,38	0,40	0,36	0,28	0,36	0,29
I de Moran	-0,12	-0,10	-0,12	-0,10	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaboração própria com base no software GeoDaSpace.

Nota: \*\*\* Significativo a 1%; \*\* Significativo a 5%; \* Significativo a 10%.

Outro argumento da literatura que poderia ser usado para explicar a importância das economias de localização (SPE) *vis-à-vis* a falta de importância das economias de diversificação (DIV) nesse artigo é do Beaudry e Schiffauerova (2009). Os autores destacam que o primeiro tipo de externalidade, por gerar inovação incremental e inovações de processo, seria importante para aumentar a produtividade, ao passo que o segundo tipo, por gerar produtos novos, seria importante para criar novos empregos. Logo, tal explicação é compatível com a medida de desempenho usada nesse trabalho (salários por trabalhadores), *proxy* de produtividade urbana.

Outra medida de externalidade da literatura, a competição local (COM), apresentou coeficientes negativos e não significativos para todas estimações. Esse resultado é similar ao dos trabalhos de De Lucio, Herce e Goicolea (2002) e Lim (2007).

No Brasil, também não parece haver relação entre o nível de competição local e o nível de produtividade urbana, ao menos para o período investigado. Esse resultado difere de Silva e Silveira Neto (2007), que encontrou sinais negativos e significativos para esta variável, embora a variável dependente (crescimento dos empregos) e o nível de agregação regional (estados) difiram do presente trabalho. Como tal variável mede o tamanho relativo do estabelecimento, os autores afirmaram que o crescimento relativo do emprego era maior quando o tamanho médio do estabelecimento era menor.

Em relação às outras variáveis de controle da regressão, as evidências são comentadas a seguir. O capital humano (HK) apresenta um efeito positivo e significativo na produtividade dos municípios brasileiros, assim como esperado. Isso ratifica a importância da educação para o desenvolvimento econômico urbano. Evidências similares para a literatura internacional podem ser vistas em Rauch (1993), que relacionam maiores níveis médios de capital humano de cidades americanas a maiores níveis salariais.

O coeficiente negativo e significativo para o hiato tecnológico (IGAP) mostra a importância da inovação para o nível de produtividade. Em geral, o nível de produtividade urbana varia negativamente com o hiato tecnológico. Isso quer dizer que, quanto maior a distância da cidade líder, menor é o nível de produtividade urbana.

As *dummies* macrorregionais, nas especifica-

ções 1 a 4, apresentam resultado esperado, ou seja, cidades da região Norte e Nordeste apresentam menor produtividade do que as cidades da região Sudeste. As cidades sulinas apresentam, porém, maior nível de produtividade urbana que as do Sudeste. Esse resultado corrobora a polarização Norte-Sul do nível de produtividade das cidades brasileiras. Nas especificações 5 a 8, que usam a matriz de distância inversa, a influência macrorregional nas diferenças de produtividade parece, porém, desaparecer.

As variáveis que representam a escala urbana (PPOP e PPOPQ) revelam que o nível de produtividade urbana apresenta relação positiva com a dimensão da cidade. Porém, a partir de certo limiar, a relação entre escala urbana e nível de produtividade passa a ter sinal negativo.

Em suma, as evidências trazidas por esse artigo sinalizam que alguns tipos de externalidades urbanas exercem maior influência sobre o nível de produtividade. Em particular, a especialização urbana em setores de maior intensidade tecnológica (alta e média-alta) é benéfica ao nível de produtividade. Esse resultado prevalece após se controlar variáveis que captam os transbordamentos espaciais de produtividade ( $W \cdot \text{Produtividade}$ ), os efeitos fixos macrorregionais (*dummies* macrorregionais), o nível de escolaridade da população (HK), a distância tecnológica da cidade líder (IGAP) e os efeitos de economias de urbanização (PPOP e PPOPQ). Outros tipos de externalidades urbanas discutidas na literatura, como de competição (COM) e a de diversificação (DIV) não parecem influir sobre o nível de produtividade urbana de 2010 quando a unidade geográfica utilizada é a municipal. O efeito da externalidade causada pela produtividade não está limitado aos vizinhos mais próximos, e seu efeito é mais forte quando ponderado também pela distância de todas as cidades brasileiras.

## 5 Conclusão

Esse trabalho buscou verificar se o transbordamento de conhecimento gerado pela especialização, diversificação e/ou competição local em setores de maior intensidade tecnológica influenciam na produtividade urbana brasileira em 2010. Na literatura nacional, esse efeito ainda é contraditório e pouco explorado quando se analisam as externalidades de conhecimento provenientes de setores industriais de alta tecnologia. Para atingir tal

objetivo, a partir de informações relativas a 5460 cidades, utilizam-se técnicas espaciais de análise exploratória e regressão.

A análise exploratória (AEDE) sugeriu a existência de autocorrelação espacial positiva no nível de produtividade urbana, com a existência de dois grandes *clusters* no Brasil. No primeiro, do tipo alto-alto, há municípios das regiões Sudeste e Sul. No segundo, do tipo baixo-baixo, há municípios da região Nordeste.

Os resultados econométricos mostram evidências de efeito da proximidade sobre o nível de produtividade das cidades. Esse efeito é evidenciado tanto quando a definição de vizinhança é ter uma fronteira comum (matriz Queen) quanto mensurado pela distância inversa. Esse efeito pode ocorrer devido ao transbordamento de conhecimento. Porém, esse artigo não avança no sentido de determinar por quais meios essa externalidade da produtividade age, o que poderia ser objeto de futura investigação.

As externalidades geradas pela especialização industrial em setores de maior intensidade tecnológica, considerando-se setores de alta tecnologia como os de média-alta e alta tecnologia juntos, mostraram-se condicionantes importantes do nível de produtividade urbana de 2010. Por outro lado, a diversificação urbana em indústria de alta e média-alta tecnologia não se mostrou significativa. Isso significa que a especialização urbana em setores de maior intensidade tecnológica pode ser mais necessária que a diversificação para induzir efeitos no desempenho econômico, medido aqui por nível de salários por trabalhadores. A competição local, também considerada pela literatura uma forma de medir externalidades espaciais, também não apresentou efeito significativo sobre a produtividade urbana.

## Agradecimentos

Os autores agradecem o suporte da FAPEMIG e CNPq, além das sugestões do Prof. Pedro Amaral (CE-DEPLAR/UFMG) e dos avaliadores anônimos de versões anteriores do texto. Erros e omissões são de responsabilidade exclusiva dos autores.

## Referências

- ANDRADE, T. A. O.; SERRA, R. V. Crescimento econômico nas cidades médias brasileiras. In: ANDRADE, T. A.; SERRA, R. V. (Orgs.). **Cidades médias brasileiras**. Rio de Janeiro: IPEA, 2001. p. 213-249.
- ANSELIN, L. Interactive techniques and exploratory spatial data analysis. In: LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. (Eds.). **Geographic information System: principles, techniques, management and application**. Cambridge: Geoinformation Int. 1999. p. 251-264.
- ANSELIN, L. Local indicator of spatial association – LISA. **Geographical Analysis**, v. 27, n. 2, p. 93-115, abr.-jun. 1995.
- ARRAIZ, I.; DRUKKER, D. M.; KELEJIAN, H.; PRUCHA, I. R. A spatial cliff-ord-type model with heteroskedastic innovations: small and large sample results. **Journal of Regional Science**, v. 60, n. 2, p. 592-614, maio-jul. 2010.
- ARROW, K. J. The economic implications of learning by doing. **Review of Economic Studies**, v. 29, n. 3, p. 155-172, jun.-ago. 1962.
- BADIA, D. B.; FIGUEIREDO, L. Impacto das externalidades dinâmicas de escala sobre o crescimento do emprego industrial nas cidades brasileiras. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 10, n. 2, p. 123-167, abr.-jun. 2007.
- BEAUDRY, C.; SCHIFFAUEROVA, A. Who's right, Marshall or Jacobs? The localization versus urbanization debate. **Research Policy**, v. 38, n. 2, p. 318-337, mar. 2009.
- BOSTIC, R.; GANS, J.; STERN, S. Urban productivity and factor growth in the late nineteenth century. **Journal of Urban Economics**, v. 41, n. 1, p. 38-55, jan.-mar., 1997.

CARLINO, G. A.; CHATTERJEE, S.; HUNT, R. **Knowledge spillovers and the economy of Cities**. Philadelphia: Federal Reserve Bank of Philadelphia, 2001. (Working Paper, 01-14).

CATELA, E. Y. S.; GONÇALVES, F. O. Convergência, para onde? uma análise da dinâmica de distribuição de renda *per capita* a partir do modelo de misturas finitas. **Economia Aplicada**, v. 13, n. 3, p. 441-461, jul.-set, 2009.

CATELA, E. Y. S.; GONÇALVES, F.; PORCILE, G. Brazilian municipalities: agglomeration economies and development levels in 1997 and 2007. **Cepal Review**, n. 101, p. 141-156, ago. 2010.

CICCONE, A.; HALL, R. E. Productivity and the density of economic activity. **The American Economic Review**, v. 86, n. 1, p. 54-70, mar.-jun. 1996.

DALBERTO, C. R.; STADUTO, J. A. R. Uma análise das economias de aglomeração e seus efeitos sobre os salários industriais brasileiros. **Rev. Econ. Contemp.**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 539-569, set.-dez. 2013.

DA MATA, D.; DEICHMANN, U.; HENDERSON, J. V.; LALL, S. V.; WANG, H. G. Determinants of city growth in Brazil. **Journal of Urban Economics**, v. 62, n. 2, p. 252-272, sep. 2007.

DAVIS, J C; HENDERSON, J. V. The agglomeration of headquarters. **Regional Science and Urban Economics**, v. 38, n. 5, p. 445-460, set.-dez. 2008.

DE LUCIO, J. J.; HERCE, J.; GOICOLEA, A. The effect of externalities on productivity growth in Spanish industry. **Regional Science and Urban Economics**, v. 32, n. 2, p. 241-258, mar.-jun. 2002.

DINIZ, C. C. Desenvolvimento poligonal no Brasil: nem desconcentração, nem contínua polarização. **Nova Economia**, v. 3, n. 1, p. 35-64, set.-dez. 1993.

DRENNAN, M.; LARSEN, S.; LOBO J.; STRUMSKY, D.; UTOMO, W. Sectoral shares, specialization and metropolitan wages in the United States, 1969-96. **Urban Studies**, v. 39, n. 7, p. 1129-1142, jun. 2002.

DURANTON, G.; PUGA, D. Diversity and specialisation in cities: why, where and when does it matter? **Urban studies**, v. 37, n. 3, p. 533-555, mar.-jun. 2000.

ERTUR, C.; LE GALLO, J.; BAUMONT, C. The european regional convergence process, 1980-1995: Do spatial regimes and spatial dependence matter? **International Regional Science Review**, v. 29, n.1, p. 3-34, jan. 2006.

FELDMAN, M. P.; FLORIDA, R. The geographic sources of innovation: technological infrastructure and product innovation in the United States. **Annals of the Association of American Geographers**, v. 84, n. 2, p. 210-229, jun.-ago. 1994.

FLORAX, R. J. G. M.; FOLMER, H.; REY, S. J. Specification searches in spatial econometrics: the relevance of Hendry's methodology. **Regional Science and Urban Economics**, v. 33, n. 5, p. 557-579, set. 2003.

FREITAS, E. E.; SIMÕES, R. F. **Intensidade tecnológica e diferenciais regionais de produtividade: evidências de economias externas nas microrregiões brasileiras, 2000-2010**. 2012. Disponível em: < [http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo\\_18/2012/04/14/241/20121211181514145270e.pdf](http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2012/04/14/241/20121211181514145270e.pdf). Acesso em: 18 dez. 2012.

FURTADO, A. T.; CARVALHO, R. Q. Padrões de intensidade tecnológica da indústria brasileira: um estudo comparativo com os países centrais. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 70-84, jan.-mar. 2005.

GALINARI, R.; CROCCO, M. A.; LEMOS, M. B.; BARQUES, M. F. D. O efeito das economias de aglomeração sobre os salários industriais: uma aplicação ao caso brasileiro. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 11, n. 3, p. 391-420, set.-dez. 2007.

- GALINARI, R.; LEMOS, M. B. Economias de aglomeração no Brasil: evidências a partir da concentração industrial paulista. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 35., 2007, Recife. **Anais...** Recife: ANPEC, 2007.
- GARCIA, F.; PONS, T.; MUSSOLINI, C. Os efeitos da qualidade do ensino sobre o crescimento econômico. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 33., 2005, Natal. **Anais...** Natal: ANPEC, 2005.
- GLAESER, E. L. Are cities dying? **Journal of Economic Perspectives**, v. 12, n. 2, p. 139-160, mar.-jun. 1998.
- GLAESER, E. L.; KALLAL, H. D.; SCHEINKMAN, J. A.; SHLEIFER, A. Growth in cities **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 100, n. 6, p. 1126-1152, dez. 1992.
- HARRIS, T. F.; IOANNIDES, Y. M. **Productivity and metropolitan density**. Medford: Universidade de Tufts, 2000. Disponível em: <<http://asetuftsedu/econ/papers/200016pdf>> Acesso em: 01 mar. 2012.
- HENDERSON, J. V. Medium size cities. **Regional Science and Urban Economics**, v. 27, n. 6, p. 583-612, nov. 1997.
- HENDERSON, J. V.; KUNCORO, A.; TURNER, M. Industrial development in cities. **The Journal of Political Economy**, v. 103, n. 5, p. 1067-1090, out. 1995.
- HIGGS, R. American Inventiveness, 1970-1920. **The Journal of Political Economy**, Chicago, v. 79, n. 3, p. 661-667, mai.-jun. 1971.
- JACOBS, J. **The economy of cities**. New York-United States: Vintage, 1969. 268p.
- KE, S. Agglomeration, productivity, and spatial spillover across Chinese cities. **The Annals of Regional Science**, v. 47, n. 1, p. 157-179, ago. 2010.
- LEMOS M. B.; MORO S.; DOMINGUES E. P.; RUIZ R. M. Espaços preferenciais e aglomerações industriais. In: NEGRI J. A.; SALERMO, M. (Eds.). **Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras**. Brasília: IPEA, 2005.
- LIM, U. Knowledge externalities, spatial dependence, and metropolitan economic growth in the United States. **Environmental and Planning A**, v. 39, n. 4, p. 771-788, abr. 2007.
- LUCAS, R. E. On the mechanics of economic development. **Journal of Monetary Economics**, v. 22, n. 1, p. 3-42, jan. 1988.
- MARSHALL, A. **Princípios de economia**. São Paulo: Nova Cultura, 1982. 272p. (Coleção dos Economistas, v. 1).
- MONTENEGRO, R. L. G.; GONÇALVES, E.; ALMEIDA, E. S. Dinâmica espacial e temporal da inovação no Estado de São Paulo: uma análise das externalidades de diversificação e especialização. **Estudos Econômicos**, v. 41, n. 4, p. 1-34, out-dez. 2011.
- MORAN, P. A. P. The interpretation of statistical maps. **Journal of Royal Statistical Society**, v. 10, n. 2, p. 243-251, nov. 1948.
- PEROBELI, F. S.; ALMEIDA, E. S.; ALVIM, M. I. S. A.; FERREIRA, P. G. C. Produtividade do setor agrícola brasileiro (1991-2003): uma análise espacial. **Nova Economia**, Belo Horizonte, p. 65-91, v. 17, n. 1, jan.-abr. 2007.
- PORTER, M. **The competitive advantage of nations**. New York: The Free Press, 1990. 857p.
- RAUCH, J. E. Productivity gains from geographic concentration of human capital: evidence from the cities. **Journal of Urban Economics**, v. 3, n. 3, p. 380-400, nov.-dec. 1993.
- ROMER, P. Increasing returns and long-run growth. **Journal of Political Economy**, Chicago, v. 94, n. 5, p. 1002-1037, out. 1986.

ROMER, P. Endogenous technological change. **Journal of Political Economy**, v. 98, n. 5, p. 71-102, out. 1990.

SILVA, A. B.; MARINHO, E. Capital humano, progresso técnico e crescimento econômico: um reexame das abordagens de acumulação, inovação e difusão tecnológica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 33., 2005. Natal: **Anais...** Natal: ANPEC, 2005.

SILVA, M. V. B.; SILVEIRA NETO, R. M. Crescimento do emprego industrial no Brasil e geografia econômica: evidências para o período pós-real. **Economia**, Brasília (DF), v. 8, n. 2, p. 269-288, maio-ago. 2007.

SIMMIE, J. Knowledge spillovers and reasons for the concentration of innovative SMEs. **Urban Studies**, v. 39, n. 5-6, p. 885-902, maio 2002.

VAN OORT, F. G.; OUD, J. H. L.; RASPE, O. The urban knowledge economy and employment growth: a spatial structural equation modeling approach. **Annals of Regional Science**, v. 43, n. 4, p. 859-877, dez. 2009.

WINDEN, W.; VAN DEN BERG, L.; POL, P. European cities in the knowledge economy: towards a typology. **Regional Science**, v. 44, n. 3, p. 525-549, mar. 2007.