

# **Desenvolvimento Humano e Potencial Tecnológico dos Municípios Mineiros: Um Modelo Econométrico Espacial**

Laura de Carvalho Schiavon

Mestranda em Economia – Cedeplar/UFMG

schiavon@cedeplar.ufmg.br

Sahra Ferreira Pinheiro

Mestranda em Economia – Cedeplar/UFMG

sahra.ferreira@gmail.com

Sueli Moro

Professor Adjunto da Universidade Federal de Minas Gerais

smoro@cedeplar.ufmg.br

Eduardo Gonçalves

Professor Adjunto da Universidade Federal de Juiz de Fora

eduardo.goncalves@ufjf.edu.br

**Resumo:** Existem muitas evidências na literatura atual dos efeitos da ciência e do desenvolvimento tecnológico sobre o aumento do bem-estar. Neste trabalho, usamos métodos de econometria espacial, a fim de investigar a relação entre ciência e tecnologia e o nível de desenvolvimento humano nos municípios mineiros. Relacionando o índice de desenvolvimento humano (IDH-M) e indicadores de potencial tecnológico, construídos a partir de variáveis do banco de dados do Censo 2000 (IBGE), os resultados apontam que o potencial científico e tecnológico do municípios mineiros têm efeitos positivos sobre o nível de desenvolvimento humano.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento humano, potencial tecnológico, econometria espacial

**JEL:** O15, R11, C18

**Área para submissão:** Área 2 - Economia Mineira

## 1) INTRODUÇÃO

De acordo com Florida (1995), desde a transição do feudalismo para o capitalismo, as principais fontes de produtividade, valor e crescimento econômico têm sido o trabalho físico e a habilidade manual. Atualmente, no capitalismo intensivo em conhecimento, o trabalho intelectual substitui o físico como fonte fundamental de valor e lucro.

Nesse sentido, partindo da caracterização da atual economia como intensiva em conhecimento, denominada de Economia do Conhecimento, é observada a crescente importância do capital intelectual e o consequente fortalecimento dos investimentos em inovação e pesquisa. Dessa maneira, tende-se à criação de um processo cíclico de desenvolvimento, dependente de fatores que se retroalimentam. Portanto, a redução das desigualdades regionais se torna um processo difícil (DINIZ; GONÇALVES, 2005).

De acordo com Lastres e Albagli (1999), do ponto de vista econômico, a maior utilização da informação e do conhecimento implicou uma reformulação das práticas produtivas, comerciais, competitivas e de valorização do capital. Por conseguinte, observa-se a reestruturação da dinâmica da economia.

Neste contexto de ascensão dos fatores tecnológicos como determinantes do desenvolvimento econômico, faz-se pertinente a análise do impacto destes no desenvolvimento humano, como proposto no relatório *Human Development Report 2001-Making New Technologies Work for Human Development* (UNDP,2001).

Para tanto, foram utilizados índices de potencial tecnológico e o índice de desenvolvimento humano (IDH-M) para proceder a investigação sobre uma possível relação entre tais variáveis. Os índices que tratam do potencial tecnológico incluem variáveis como a produção de artigos, as patentes concedidas, entre outras, e fazem parte de uma base de dados que contém informações para todos os municípios brasileiros. Percebe-se que o IDH-M possui forte correlação espacial entre regiões vizinhas, o que motivou o uso de técnicas de econometria espacial para analisar o efeito dos transbordamentos tecnológicos, se de fato existem.

Partindo de tais premissas, este trabalho se desenvolverá da seguinte forma: seção 2, revisão de literatura, que abrange um referencial teórico sobre sociedade do conhecimento e desenvolvimento humano e trabalhos empíricos de medição do potencial tecnológico; seção 3, metodologia; seção 4, análise de resultados; e seção 5, considerações finais.

## 2) REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1) Sociedade do conhecimento e desenvolvimento humano

De acordo com Lastres e Ferraz (1999), informação, conhecimento e aprendizado são pontos centrais do processo de desenvolvimento econômico. Devido ao recrudescimento dessa relação nas últimas décadas, foram retomadas as discussões acerca do tema, denominando de economia ou sociedade do conhecimento a atual fase das mesmas (DINIZ; GONÇALVES, 2005).

Diversas teorias foram desenvolvidas interrelacionando conhecimento e inovação com crescimento econômico baseando-se no modelo schumpeteriano (LEVER, 2001). Joseph Schumpeter apresenta o processo inovativo como um movimento de substituição de antigas tecnologias por novas, chamado de “destruição criadora”, que conduz ao desenvolvimento econômico (OECD, 1997).

Neste contexto econômico, cria-se uma tendência à aglomeração dos ativos intelectuais e, conseqüentemente, à criação ou ao fortalecimento de desigualdades locais. Dessa maneira, formam-se os *clusters*, competitivas concentrações geográficas de companhias e instituições de determinadas áreas (PORTER, 1998).

Os *clusters*, ou sistemas locais de produção e inovação, podem ser, basicamente, de quatro tipos: (1) núcleos de desenvolvimento setorial/regional, muito importantes para o setor e/ou para a região; (2) vetores avançados, que têm grande relevância no setor, mas pouca na região, como aqueles localizados em regiões muito desenvolvidas industrialmente; (3) vetores de desenvolvimento local, os quais assumem significativo papel na economia local, mas não são expressivos setorialmente; e (4) embriões de *clusters*, ou sistemas locais de produção e inovação, pouco importantes tanto para o setor, como para a região (SUZIGAN *et al.*, 2006).

Segundo Audretsch e Feldman (1996), uma importante causa da concentração tecnológica é o transbordamento de conhecimento, usualmente chamado de *spillover* na literatura. A frequência com que tal processo se apresenta e suas conseqüências para o desenvolvimento regional reascendem a discussão acerca das características do conhecimento como bem e, conseqüentemente, de suas possíveis análises econômicas.

A produção de conhecimento possui falhas de mercado, associadas a indivisibilidades, incerteza e externalidades (Arrow, 1971; Geroski, 1995). A ocorrência de externalidades está associada ao caráter de bem público da produção de informação ou conhecimento novos, principalmente se a atividade inventiva for tomada como atividade que produz novo conhecimento (Arrow, 1971). Nesse sentido, o uso do conhecimento por um agente não impede o uso simultâneo por outros (não-rivalidade) e, na melhor das hipóteses, o conhecimento novo produzido é apenas

parcialmente excludente, por mecanismos de apropriação que não são perfeitos (patentes, segredo, entre outros).

A não apropriação plena dos retornos das atividades inventivas define a ocorrência dos transbordamentos de conhecimento tecnológico, ou seja, os esforços de P&D implementados por alguns agentes econômicos geram externalidades positivas que afetam as decisões de outros agentes (OECD, 1992). Como afirmam Hall, Mairesse e Mohnen (2010), o transbordamento de conhecimento tem vinculação direta com os processos de crescimento nacionais ou regionais, à medida em que sua ocorrência é base para maior criação e difusão de conhecimento, gerando retornos crescentes.

Construídos de maneira semelhante, há diversos conceitos e classificações acerca do conhecimento importantes para o entendimento do processo de difusão e concentração desse e do desenvolvimento regional. Entre eles privado/público, tácito/explicito, local/global e individual/coletivo (LUNDVALL, 2006). O cerne é a percepção de como a proximidade geográfica facilita a transmissão do conhecimento (SUZIGAN; FURTADO; GARCIA, 2005).

Uma importante classificação dentro do tema é a diferenciação entre conhecimento tácito e explícito. O primeiro é aquele não articulado de forma escrita, como sentimentos, imaginação, intuição e analogias (ROONEY; SCHNEIDER, 2005). De forma mais ampla, é incluído ao conceito o conhecimento que não pode ser “transferido por códigos formais”, gerado pelo compartilhamento de valores culturais, rotinas, organizações e sociedades, ou seja, de uma vida social semelhante (DINIZ; GONÇALVES, 2005).

O conhecimento explícito, por sua vez, pode ser articulado de forma simbólica, como através de textos e números (ROONEY; SCHNEIDER, 2005). Dessa forma, sua transferência torna-se mais fácil e menos dependente do processo social e cultural.

Portanto, a concentração regional de capital intelectual pode ser entendida como consequência de uma difusão limitada do conhecimento. Ao ser gerado, este provoca externalidades positivas (transbordamentos), que tendem a impactar fortemente apenas em nível local, principalmente devido às especificidades do conhecimento tácito.

Segundo Ács (2009), a concentração de fatores favoráveis à inovação em determinadas regiões advém do equilíbrio entre “forças centrípetas”, como os crescentes retornos de escala de investimentos em P&D, a demanda industrial por inovação e os transbordamentos de conhecimento das instituições de pesquisa, e “forças centrífugas”, como o aumento dos preços de determinados insumos. Porém, o autor destaca que o resultado da ação de tais forças dependerá de fatores locais específicos, como cultura, valores e sistema legal.

Dessa maneira, faz-se pertinente o conceito de Sistema Nacional de Inovação (SNI), que consiste, basicamente, na relação e interação entre institutos tecnológicos e instituições que

realizam Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) com o setor produtivo (LUNDVALL; TOMLINSON, 2000).

Dentro dos sistemas de inovação, as universidades assumem papéis estratégicos. Goldstein (2009) descreve como elas estimulam o desenvolvimento econômico, a saber: desenvolvimento de capital humano, a partir do ensino; criação de conhecimento, advindo de pesquisa; transferência de conhecimento existente, através de assistência técnica; inovação tecnológica; investimento; lideranças regionais e governamentais; e desenvolvimento de uma infraestrutura regional de conhecimento.

Segundo Rapini *et al.* (2006), o Brasil apresenta um sistema imaturo de inovação e, conseqüentemente, uma relação entre ciência e tecnologia caracterizada por manchas de interação. Nestes, a importância das universidades é maior do que em SNI desenvolvidos, pois os investimentos das empresas em P&D são, usualmente, menores.

Desse modo, observa-se um duplo papel do P&D universitário: substituir e complementar o P&D das firmas. O primeiro é mais frequente em interações em que a firma não desenvolve atividade de inovação ou que não tem estrutura suficiente para fazer determinada pesquisa. Enquanto o segundo tende a ocorrer com empresas maiores, que buscam utilizar a infraestrutura científica como captadora das tendências científicas e tecnológicas.

Conseqüentemente, firmas inovadoras tendem a se localizar em lugares onde existam universidades e outras empresas realizadoras de P&D, pois buscam ter acesso aos fluxos de conhecimento e às externalidades advindas desses.

O impacto dessa relação para as universidades também é muito positivo, pois obtêm novas fontes de receita, têm maiores incentivos para investimento em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias, atuam mais intensamente como prestadoras de serviço, ganham visibilidade ao interferir diretamente na economia da região e podem aumentar a empregabilidade de seus alunos.

Quanto às formas de interação das instituições de pesquisa com o setor produtivo, destacam-se: pesquisa científica com e sem aplicação imediata; publicações; transbordamento de conhecimento; patentes; transferência de tecnologia; consultoria; contratação de ex-alunos das universidades; incubadoras, centros de empreendedorismo e parques científicos criados pelas instituições de pesquisa; utilização da estrutura física das universidades e instituições de pesquisa; e *spin-offs* (RAPINI *et al.*, 2006; VARGA, 2009; ANDERSSON; GRÅSJÖ; KARLSSON, 2009).

Dessa maneira, observa-se que as instituições de ensino e pesquisa têm papel extremamente importante, se não central, no desenvolvimento tecnológico e econômico. Segundo Suzigan e Albuquerque (2009), as instituições públicas de pesquisa e as universidades são, historicamente, alicerces de casos de sucessos econômicos e sociais brasileiros, apesar de subestimadas em relação a tal contribuição.

Além da presença dos agentes que compõem o sistema de inovação, a literatura destaca a necessidade da criação de um ambiente inovador para que uma região seja competitiva, segundo a chamada “imersão social” (GRANOVETER, 1985).

Neste sentido, surge o conceito, criado pelo GREMI - *Group de Recherche Européen sur les Milieux Innovateurs*, de *milieu* inovador ou ambiente inovador, que abrange diferentes agentes sociais e econômicos, uma cultura específica e determinado sistema de produção em território limitado, gerando um processo dinâmico de aprendizagem coletiva (CAMAGNI; CAPELLO, 2002).

Observa-se, portanto, que o nível de desenvolvimento tecnológico de uma região está ligado a diversos fatores, como a base de capital humano, a infraestrutura de suporte à produção industrial e às atividades de inovação e a capacidade de criar, imitar e administrar uma complexa rede de conhecimentos tecnológicos avançados (CASTELLACCI, 2006).

Uma outra concepção de promoção do desenvolvimento via tecnologia foi destacada pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (UNDP) através do relatório *Human Development Report 2001-Making New Technologies Work for Human Development* (2001). Neste, o progresso tecnológico é ressaltado como fator crucial para o desenvolvimento humano, o que acarreta novos enfoques sobre o desenho de políticas públicas.

A questão é controversa, pois, se por um lado, a tecnologia permite maior produção e acesso a bens e serviços, por outro, gera consequências negativas, como a substituição da força de trabalho e, por conseguinte, geração de desemprego. Porém, observa-se uma tendência à sobreposição dos efeitos positivos aos negativos, como desenvolvido neste trabalho.

A forte concentração espacial apresentada pelo Indicador de Desenvolvimento Humano (IDH-M), desenvolvido pelo UNDP, motiva a análise de sua relação com variáveis indicativas de potencial tecnológico, cuja distribuição também encontra-se concentrada entre os municípios.

Ademais, a literatura revela uma forte tendência à geração de externalidades, com transbordamento de desenvolvimento tecnológico e humano entre localidades próximas, havendo forte correlação espacial entre ambos.

## **2.2) Trabalhos empíricos de mensuração do potencial tecnológico**

Nesta seção, serão revisados alguns dos principais trabalhos empíricos de mensuração do desenvolvimento tecnológico apresentados na literatura internacional, primeiramente, e nacional, posteriormente, a fim de balizar a escolha das variáveis representativas de potencial tecnológico.

Em seu artigo “*The moral economy of technology indicators*”, Godin (2008), apresenta alguns trabalhos preliminares acerca do tema. Segundo o autor, em 1939, Bernal sugeriu um

indicador que se tornou o principal de ciência e tecnologia, o gasto total em pesquisa como percentual da renda nacional.

Em 1947, foi introduzida uma importante mudança no indicador, o percentual da renda nacional despendido em investimentos em P&D. Nas próximas décadas, surgiram variantes de tal proporção, assumindo diversos nomes, como intensidade em pesquisa e intensidade em tecnologia.

Uma publicação de destaque na área de inovação é o Manual de Oslo (OCDE, 1997), na medida em que orienta a análise e coleta de dados. Nele, são citadas como importantes duas famílias básicas de indicadores: gastos em P&D e números de patentes.

Os primeiros sofrem a limitação de não abarcarem todos os tipos de esforços de inovação. Os segundos, apesar de serem resultados da atividade de pesquisa e poderem ser utilizados como indicadores de dinamismo tecnológico, apresentam problemas no referente à quantificação. Muitas inovações não são patenteadas, enquanto outras são protegidas por diversas patentes.

A publicação destaca também indicadores de investimentos intangíveis, como geração e adoção de tecnologias da informação e da comunicação (TIC), biotecnologia e gerenciamento do conhecimento (OCDE, 1997).

Patel e Pavitt (1995) analisam também algumas formas de mensuração da atividade tecnológica. Como as principais, citam os indicadores de P&D, considerado por eles os melhores; e patentes, que, segundo os autores, apesar de serem uma forma de mensuração direta da atividade inovadora, não são estimadores do resultado da mesma, por estarem presentes apenas no início do processo de inovação.

Os autores destacaram novas e interessantes formas de mensuração, a saber: o “balanço de pagamentos tecnológico”, publicado para diversos países desenvolvidos, que pondera recebimentos e pagamentos de fatores ligados à tecnologia, principalmente patentes e licenças; exportação de produtos de alta e média tecnologia; mensuração direta de inovações e sua difusão, através do conhecimento do custo total de inovação e da estimação dos seus resultados diretos e indiretos; questionários para técnicos especialistas, como de Yale, que entrevistou mais de 600 diretores de P&D de empresas norte-americanas; “tecnometria”, uma recente forma de mensuração e comparação das diferentes dimensões tecnológicas do processo de produção; citação de artigos científicos em patentes; e número de publicações e citações das mesmas.

Uma importante compilação de indicadores está no artigo de Archibugi e Coco (2005), no qual os autores comparam algumas formas de mensuração do potencial tecnológico. São analisados, além do ArCo, os indicadores que se seguem:

- 3) *World Economic Forum Technology Index*, WEF (WEF, 2002);
- 4) *United Nations Development Program Technology Achievement Index*, TAI (UNDP, 2001);

- 5) *United Nations Industrial Development Organization Industrial Development Scoreboard* (UNIDO, 2002);
- 6) *Science and Technology Capacity Index*, desenvolvido por *RAND Corporation* e parceiros (Wagner *et al.*, 2004).

A comparação permitiu observar que esses indicadores, de modo geral, geram resultados semelhantes, salvo pequenas exceções. Os principais fatores utilizados foram: patentes, gastos em P&D, publicações científicas, pagamento de direitos de propriedade intelectual, infraestrutura tecnológica, indicadores comerciais, recursos humanos, indicadores econômicos e dados advindos de questionários.

Em um trabalho próximo ao de Archibugi e Coco (2004), Huovari, Kangasharju e Alanen (2002) constroem um indicador para competitividade regional e o aplicam à Finlândia. Este é formado por 16 variáveis, a maioria delas citadas na descrição de outros indicadores, classificadas em quatro categorias: capital humano, inovação, aglomeração e acessibilidade.

O método de construção deste indicador é muito semelhante ao do ArCo, pois cada subindicador, correspondente a uma categoria, é calculado por média aritmética simples das variáveis que o compõem. O indicador final é estimado da mesma forma, mas a partir dos subindicadores.

Diniz e Gonçalves (2005), em uma análise do desenvolvimento regional no Brasil sob a ótica da Economia do Conhecimento, utilizam os seguintes indicadores:

Como indicadores da infra-estrutura do conhecimento no Brasil, descrevemos o sistema acadêmico-universitário (número de instituições, professores e alunos) e de pesquisa. [...] No que se refere à capacidade de pesquisa do setor produtivo, na impossibilidade de usar indicadores de gastos em P&D e de recursos laboratoriais de forma regionalizada, utilizamos, como *proxy*, a distribuição dos recursos humanos com formação profissional, combinando as ocupações selecionadas por área de formação com o emprego nos setores de maior densidade tecnológica. (DINIZ; GONÇALVES, 2005, p. 17,18)

Em uma perspectiva semelhante, Suzigan *et al.* (2006) elaboram cinco tipos de indicadores quantitativos regionalizados para a aplicação ao Estado de São Paulo, baseados em: dados sobre ocupações qualificadas do Relatório Anual de Informações Sociais (RAIS); número de empresas inovadoras, a partir de dados da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC); quantidades de patentes e marcas depositados no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e no *United States Patentes and Trademark Office* (USPTO); e indicadores de produção científica baseados nos dados do *Institute for Scientific Information* (ISI).



Albuquerque *et al.* (2002), por sua vez, analisam a distribuição espacial da produção científica e tecnológica brasileira através de dados de patente do INPI, de artigos científicos do ISI e de pesquisadores do programa PROSSIGA do CNPq.

Portanto, observa-se que a maioria dos indicadores, nacionais ou internacionais, perpassa por variáveis semelhantes, relativas à produção de conhecimento e atividades inovadoras, infraestrutura urbana e tecnológica e recursos humanos, como: patentes, produção científica, profissionais qualificados e investimento em P&D.

### **3) METODOLOGIA**

Essa seção busca explicitar a forma de cálculo dos indicadores usados para medir potencial tecnológico dos municípios de Minas Gerais e o modelo econométrico espacial, ambos baseados em dados populacionais do Censo 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

#### **3.1) Variáveis**

As variáveis utilizadas neste trabalho foram escolhidas segundo uma composição do potencial tecnológico em três categorias principais:

- (a) Criação de ciência e tecnologia;
- (b) Infraestrutura tecnológica;
- (c) Capital humano.

Cada categoria é representada pelas variáveis que se seguem:

- (a1) Patentes;
- (b1) Acesso a computador;
- (b2) Acesso a telefone;
- (b3) Acesso a eletricidade;
- (c1) Matrícula em cursos superiores de áreas tecnológicas;
- (c2) Média de anos de estudo;
- (c3) Disponibilidade de laboratórios de ciências em escolas municipais;
- (c4) Disponibilidade de bibliotecas em escolas municipais.

A criação de ciência e tecnologia é mensurada pelo patenteamento. As patentes quantificam a atividade inovadora, apesar de serem um indicador incompleto, pois, a maior parte dos pesquisadores universitários tendem a transferir tecnologia de maneira informal (Link *et al.*, 2007).

A infraestrutura tecnológica do município é estimada através do acesso a computador, telefone e energia elétrica, pré-requisitos para uma rápida transferência de conhecimento e para a prática de atividades que envolvem inovação.

Segundo Albuquerque *et al.* (2002), infraestrutura científica e produção tecnológica devem estar interagindo de forma sistêmica para que uma trajetória de desenvolvimento econômico seja mantida.

O capital humano, considerado como fator fundamental de produtividade na Economia do Conhecimento, foi representado neste estudo a partir das variáveis: matrícula em cursos superiores de áreas tecnológicas, média de anos de estudo da população, disponibilidade de laboratórios de ciências e de bibliotecas em escolas municipais.

A primeira, matrícula em áreas tecnológicas, busca estimar a criação de capital humano científica e tecnologicamente capacitado. Uma limitação desta é considerar que todos os cursos superiores têm a mesma qualidade e, portanto, são comparáveis, o que não acontece.

As demais, média de anos de estudo da população, disponibilidade de laboratórios de ciências e de bibliotecas em escolas municipais, referem-se ao nível de conhecimento da população e à qualidade da educação do município.

As variáveis patentes, matrícula e anos de estudo foram consideradas isoladamente no modelo, enquanto, para as outras, foram criados os seguintes índices, por meio da Análise em Componentes Principais (ACP):

Índice acesso - representa o acesso à infraestrutura tecnológica, composto das variáveis acesso a computador, acesso a telefone e acesso a eletricidade.

Índice lab ciências - representa a presença de laboratório de ciências nas escolas do município, composto das variáveis disponibilidade de laboratório de ciências para os alunos do ensino fundamental, para as crianças da primeira e quarta série e para os alunos da quinta à oitava série.

Índice bibliotecas - representa a presença de bibliotecas nas escolas, composto das variáveis presença de bibliotecas para os alunos do ensino fundamental, para os da primeira e quarta série e para os alunos da quinta à oitava série.

Como representativo do desenvolvimento humano, escolheu-se a utilização do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M), disponibilizado pela Fundação João Pinheiro (2000).

Deste modo, a escolha das variáveis do modelo é embasada, caracterizando o potencial tecnológico e do grau de desenvolvimento humano dos municípios mineiros.

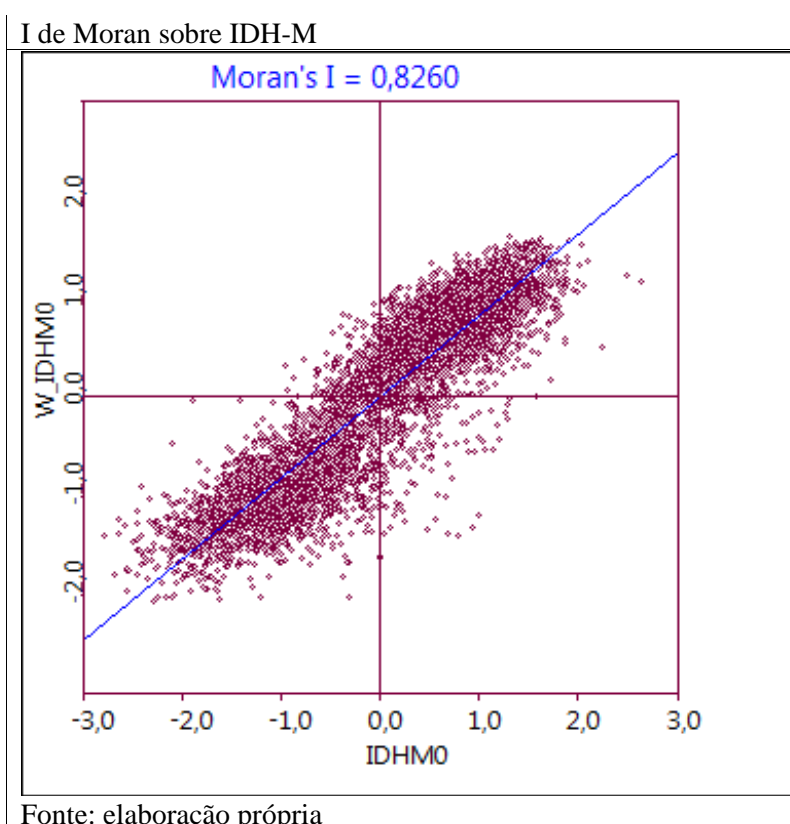
### **3.2) Modelo econométrico espacial**

Objetivando analisar os efeitos do potencial tecnológico sobre o nível de desenvolvimento humano, principalmente no que tange à criação de *links* entre os municípios pelo transbordamento

do potencial tecnológico e científico, adotou-se um modelo econométrico espacial, no qual as variáveis são consideradas de maneira georeferenciada.

Dessa forma, o presente trabalho admite como hipótese, a ser testada, que a tecnologia gera externalidades positivas, impulsionando o IDH-M da região onde se encontra, não apenas do município onde foi gerada.

Um método simples para detectar a correlação espacial do IDH-M é o teste de I de Moran, que constitui uma regressão na qual a variável dependente é a *lag* espacial  $W_y$  e a variável independente é  $y$ . O gráfico abaixo ilustra o resultado do teste, verificando-se forte correlação espacial do IDH-M, segundo um I de Moran de 0,826, como pode ser observado pelo gráfico de dispersão.



Os modelos espaciais foram estimados pela metodologia *sphet* desenvolvida por Gianfranco Piras para estimar modelos espaciais com erros heterocedásticos. A *sphet* é baseada nas metodologias implementadas em Kelejian e Prucha (2007, 2010) e Arraiz et al. (2010). O procedimento de estimação é fundamentado no método dos momentos generalizados (GMM) e no de variáveis instrumentais (VI). Ao contrário da metodologia desenvolvida por Luc Anselin, que inicia com uma estimação MQO e infere sobre o possível padrão espacial através de testes LM nos resíduos, Piras estima o modelo Sarsar não restrito. Se um (ou ambos) os coeficientes espaciais forem não significativos, estima-se então o modelo restrito.

#### 4) RESULTADOS

Primeiramente, estimou-se um modelo a partir de uma metodologia de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), cujos resíduos indicaram heterocedasticidade (Konker e Basset). Os resultados dos testes LM para erro e *lag* espacial nos resíduos MQO acusaram a presença ambos os termos, apontando para uma especificação do tipo SARMA/SARSAR.

Os resultados obtidos a partir da estimação do modelo por MQO e do modelo espacial pela metodologia *sphet* estão apresentados na tabela a seguir:

**Tabela 1- Modelos MQO e espacial (*sphet*) para Minas Gerais - 2000**

<i>Variável dependente: IDHM</i>	<b>Modelo MQO</b>		<b>Modelo GSTSLSHET</b>	
	<i>Coef</i>	<i>est_t</i>	<i>Coef</i>	<i>est_t</i>
n=853				
<i>Variáveis independentes</i>				
W_IDHM			0,32	12,7
Intercepto	0,45	70,4	0,29	18,3
Patentes	-0,05	-1,7	0,001	0,1
Matrícula	-0,04	-1,9	0,001	0,1
Anos de estudo	0,31	17,9	0,27	19,9
Índice acesso	0,12	11,4	0,07	7,5
Índice lab ciências	0,004	1,2	0,003	1,4
Índice bibliotecas	-0	-0,1	-0,002	-1,2
Lambda			0,44	10,2
<i>Diagnósticos da Regressão</i>				
Jarque e Bera	0,7	0,71		
Breush-Pagan	23,3	0,009		
<i>Dependência Espacial</i>				
LM erro	483	0,0000		
LM erro robusto	192	0,0000		
LM lag	422	0,0000		
LM lag robusto	132	0,0000		
LM Sarma	615	0,0000		
Teste de Wald para rho e lambda			489	0,0000
<i>R<sup>2</sup> ajustado</i>	0,81			

Fonte: elaboração própria

Primeiramente, observa-se que as versões espaciais dos modelos espaciais estimados com a metodologia de Piras exibem termos de *lag* e erro espacial bastante significativos, indicando que as estimativas MQO são inconsistentes e ineficientes.

A inconsistência é, muito provavelmente, devido à omissão de variáveis importantes no modelo, uma vez que o objetivo principal era verificar o efeito de variáveis de ciência e tecnologia no IDH-M. O efeito principal do viés de omissão é aumentar a significância das variáveis incluídas

no modelo, o que parece ter acontecido com a estimação MQO. A metodologia de Piras usa GMM e VI, que são metodologias apropriadas para lidar com o viés de omissão.

Ademais, verifica-se que, predominantemente, as variáveis relacionadas ao potencial tecnológico municipal estão positivamente correlacionadas com a elevação do índice de desenvolvimento humano municipal, como é o caso da variável anos de estudo, do índice de acesso à infra-estrutura tecnológica, que reflete a existência de uma estrutura mínima propícia ao desenvolvimento de ciência e tecnologia, e do índice de disponibilidade de laboratório de ciências.

Por outro lado, variáveis cujos efeitos esperados sobre o IDH-M eram positivos, tiveram coeficientes levemente negativos, como o caso do índice de bibliotecas, e estatisticamente não significativos, como patentes e número de matrículas em cursos superiores tecnológicos.

Devido ao uso de valores relativos, cidades menores, mesmo com um pequeno número de patentes ou matrículas, tenderam a indicadores maiores, como é o caso de Nova Erechim e Viçosa, respectivamente. Dessa maneira, é importante ter a atenção de que essas variáveis não refletem expressividade tecnológica em nível nacional, mas capacidade tecnológica do município. Ou seja, pode ser que Nova Erechim tenha uma indústria tecnológica em potencial, que pode gerar desenvolvimento para a cidade e para a região. Desse modo, a não significância dessas variáveis pode ser consequência das implicações da forma de construção das mesmas.

#### **4) CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente trabalho procurou estudar a relação entre potencial tecnológico e científico e índice de desenvolvimento humano para os municípios mineiros. Verificou-se uma forte autocorrelação espacial do IDH-M, ou seja, há indícios de que os valores de regiões vizinhas possuem alta ligação. Dessa forma, buscando estudar a relação entre tecnologia e desenvolvimento humano, levando em conta a presença de correlação espacial, realizou-se um estudo para o Brasil considerando todos os municípios.

Utilizou-se um modelo econométrico espacial a partir da metodologia *sphet* para analisar a relação entre as variáveis ligadas ao potencial tecnológico e o IDH-M, e os resultados corroboraram a hipótese de uma relação significativa e predominantemente positiva entre estas.

Essa perspectiva acerca do desenvolvimento humano ascende novos referenciais para o desenho de políticas públicas. Verifica-se que, através da promoção, dentre outros aspectos, do potencial tecnológico dos municípios, através de investimento em produção científica e tecnológica, capital humano e infra-estrutura, pode-se alcançar parcela significativa dos objetivos das políticas de desenvolvimento sócio-econômico.

## REFERÊNCIAS

- ÁCS, Z. J. Jaffe-Feldman-Varga: the search for knowledge spillovers. IN: VARGA, A. *Universities, knowledge transfer and regional development: geography, entrepreneurship and policy*. Cheltenham/Northampton: Edward Elgar Publishing Limited, 2009.
- ALBUQUERQUE, E. M., SIMÕES, R., BAESSA, A., CAMPOLINA, B., SILVA, L. A *distribuição espacial da produção científica e tecnológica brasileira: uma descrição de estatísticas de produção local de patentes e artigos científicos*, Revista Brasileira de Inovação, 2002.
- ANDERSSON, M.; GRÅSJÖ, U.; KARLSSON, C. The role of higher education and university R&D for industrial R&D location. IN: VARGA, A. *Universities, knowledge transfer and regional development: geography, entrepreneurship and policy*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 2009.
- ARCHIBUGI, D.; COCO, A. *A New Indicator of Technological Capabilities for Developed and Developing Countries (ArCo)*. [S.L.]: World Development, v. 32, n.4, p. 629–654, 2004.
- ARCHIBUGI, D.; COCO, A. Measuring technological capabilities at the country level: A survey and a menu for choice. *Research Policy*, v. 34, p. 175-194, 2005.
- ARROW, K. J. Economic welfare and the allocation of resources for invention. In: LAMBERTON, D. M., (Ed.), *Economics of information and knowledge*. Harmondsworth/Baltimore/Victoria: Penguin Books Ltd., p. 141-159, 1971.
- AUDRETSCH, D.B.; FELDMAN, M.P. *R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production*. IN: American Economic Association, *The American Economic Review*, [S.L.], 1996.
- CAMAGNI, R.; CAPELLO, R. Milieux Innovateurs and Collective Learning: From Concepts to Measurement. IN: ÁCS, Z. J.; GROOT, H. L. F. *The emergence of the knowledge economy: a regional perspective*. Berlim: Springer-Verlag, 2002.
- CASTELLACCI, F. *Convergence and Divergence among Technology Clubs*. Oslo: DRUID, 2006.
- DINIZ, C. C; GONÇALVES, E. Economia do Conhecimento e Desenvolvimento Regional no Brasil. IN: DINIZ, C.C.; LEMOS, M. B. *Firma e Território*. Belo Horizonte: UFMG, 2005.
- FLORIDA, R. *Towards the learning region*. Futures, 1995.
- GODIN, B. The moral economy of technology indicators. IN: HIRSCH-KREINSEN, H.; JACOBSON, D. *Innovation in Low-Tech Firms and Industries*. Cheltenham/Northampton: Edward Elgar Publishing Limited, 2009.
- GOLDSTEIN, H. A. What we know and what we don't know about the regional economic impacts of universities. IN: VARGA, A., (Ed.), *Universities, knowledge transfer and regional development: geography, entrepreneurship and policy*. Cheltenham/Northampton: Edward Elgar, 2009.
- GEROSKI, P. Markets for Technology: Knowledge, innovation, and appropriability. STONEMAN, P. (Ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, p. 90-131, 1995
- GRANOVETTER, M. *Economic action and social structure: the problem of embeddedness*. American Journal of Sociology. Chicago: v. 91, n. 3 , 1985.

HALL, B. H., MAIRESSE, J., MOHNEN, P. "Measuring the returns to R&D". In: HALL, B. H., ROSENBERG, N. (Eds.), *Handbook of The Economics of Innovation*. Amsterdam: Elsevier, 2010

HUOVARI, J., KANGASHARJU, A., ALANEN, A. Constructing an Index for Regional Competitiveness. IN: ÁCS, Z. J.; GROOT, H. L. F. *The emergence of the knowledge economy: a regional perspective*. Berlim: Springer-Verlag, 2002.

LASTRES, H.M.M.; ALBAGLI, S. Chaves para o Terceiro Milênio na Era do Conhecimento. IN: LASTRES, H.M.M.; ALBAGLI, S. *Informação e Globalização na Era do Conhecimento*. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

LASTRES, H.M.M.; FERRAZ, J.C. Economia da Informação, do Conhecimento e do Aprendizado. IN: LASTRES, H.M.M.; ALBAGLI, S. *Informação e Globalização na Era do Conhecimento*. Rio de Janeiro: Campus, 1999.

LEVER, W.F. *Correlating the Knowledge-base of Cities with Economic Growth*. Glasgow: Carfax Publishing, 2001.

LINK, A. N.; SIEGEL, D. S.; BOZEMAN, B. An empirical analysis of the propensity of academics to engage in informal university technology transfer. *Industrial and Corporate Change*, v. 16, n. 4, p. 641-655, 2007.

LUNDEVALL, B.A. *One Knowledge Base or Many Knowledge Pools?* Aalborg: DRUID, 2006.

LUNDEVALL, B.A.; TOMLINSON, M. *On the convergence and divergence of national systems of innovation*. [S.L.]:[S.N.], 2000.

NELSON, R.; ROSENBERG, N. Technical Innovation and National Systems. IN: NELSON, R. (ed.). *National Innovation Systems: a Comparative Analysis*. New York, Oxford: Oxford University, p. 3-21, 1993.

OECD. *Technology and the economy: the key relationships*. OECD: Paris, 1992.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OECD). *Manual de Oslo*. 3.ed., 1997.

PATEL, P.; PAVITT, K. Patterns of technological activity: their measurement and interpretation. IN: STONEMAN, P. *Handbook of the economics of innovation and technological change*, Oxford: Blackwell, 1995.

PORTER, M.E. *Clusters and the new economics of competition*. Harvard Business Review. [Boston], 1998. Disponível em:

<<http://www.wellbeingcluster.at/magazin/00/artikel/28775/doc/d/porterstudie.pdf>>. Acesso em: 25/04/2009.

RAPINI, M.; ALBUQUERQUE, E. M.; SILVA, L.; SOUZA, S.; RIGHI, H.; CRUZ, W. *Spots of interaction: an investigation on the relationship between firms and universities in Minas Gerais*. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2006.

ROONEY, D.; SCHNEIDER, U. The material, mental, historical and social character of knowledge. IN: ROONEY, D.; HEARN, G.; NINAN, A. *Handbook on the Knowledge Economy*, Cheltenham: Edward Elgar, 2005.

STIGLITZ, J. *Public Policy for a Knowledge Economy*. London: [S.N.], 1999. Disponível em: <<http://www.cherry.gatech.edu/REFS/ED/KE-PS/policy%20for%20know%20econ%20World%20Bank.pdf>> Acesso em: 29/04/2009.

SUZIGAN, W., FURTADO, J., GARCIA, R., SAMPAIO, S. E. K. Inovação e conhecimento: Indicadores regionalizados e aplicação a São Paulo. *Revista de Economia Contemporânea*, Rio de Janeiro, v.10, n.2, p. 323-356, maio/ago. 2006.

SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. M. The underestimated role of universities for development: notes on historical roots of brazilian system of innovation. IN: XVth WORLD ECONOMIC HISTORY CONGRESS, 2009, Utrecht. *Anais do XVth World Economic History Congress*. Utrecht: [S.N.], 2009.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J.; GARCIA, R. Designing policies for local production systems: A methodology based on evidence from Brazil. In: XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 2005, Natal. *Anais do XXXIII Encontro Nacional de Economia*. Natal: ANPEC, 2005. Disponível em: < [http://www.anpec.org.br/encontro\\_2005.htm](http://www.anpec.org.br/encontro_2005.htm)>. Acesso em: 25/04/2009.

UNDP. Human development report. *Making new technologies work for human development*. New York: Oxford University Press, 2001.

VARGA, A. *Universities, Knowledge Transfer and Regional Development*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 2009, p. 1-35.

WAGNER, C., HORLINGS, E., DUTTA, A. *A science and technology capacity index: input for decisionmaking*, in press, 2004.

WEF (World Economic Forum). *The global competitiveness report 2001–2002*. New York: Oxford University Press, 2002.