

# INOVAÇÃO E BIOTECNOLOGIA: ATRIBUTOS URBANOS E ESTRUTURA CIENTÍFICA

**Agda Martins**

*Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)*

**Rodrigo Simões**

*Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)*

*Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional de Minas Gerais (CEDEPLAR)*

## **RESUMO**

O objetivo desse trabalho é mensurar em qual medida o ambiente é capaz de influenciar a ocorrência de inovação, tendo como *proxy* patentes depositadas. Para tanto, foram consideradas duas dimensões relacionadas ao local: existência de estrutura científica e presença de atributos urbanos – aqui identificados como escala econômica, escala industrial, modernidade e hierarquia urbana. O objeto de análise é o setor de biotecnologia e a unidade espacial de estudo são os municípios brasileiros. Os resultados obtidos através do modelo de regressão de Poisson com zeros inflacionados indicam que os atributos urbanos possuem importância significativa para municípios que não geram inovações. Para os municípios que já possuem patentes depositadas, a estrutura científica exerce maior influência na chance de ocorrência de inovação.

*Palavras-chave:* atributos urbanos; biotecnologia; inovação; patentes; Zero-Inflated Poisson Model; municípios brasileiros.

## **ABSTRACT**

The purpose of this paper is to measure the space influence regarding the occurrence of innovation, using patents as a proxy. Therefore, we considered two dimensions related to the place: the existence of scientific structure and the presence of urban attributes - identified as economic scale, industrial scale, modernity and urban hierarchy. The focus of this study is the biotechnology sector and the Brazilian cities are the geographical unit of analysis. The results obtained through the Zero-Inflated Poisson Model indicate that urban attributes have significant importance for cities which don't produce innovations. For cities that already have patents filed, the scientific structure has more influence than urban attributes regarding the likelihood to produce innovation.

*Key words:* urban attributes; biotechnology; innovation; patent; Zero-Inflated Poisson Model; Brazilian cities.

*Área 9: Economia Industrial e da Tecnologia*

*JEL: O32; R00; O30*

## 1. INTRODUÇÃO

As relações entre Ciência e Tecnologia (C&T) tem sido amplamente avaliadas sob diversos enfoques e perspectivas. Do ponto de vista teórico, vários modelos foram propostos para caracterizar essas interações. Parte deles reconhecem que a relação entre C&T compõe uma espiral em que produção de científica e tecnológica influenciam-se mutuamente e de maneira contínua.

Mais recentemente, porém, surgiram diversas contribuições na literatura que se propõem a debater o caráter localizado da produção científica e tecnológica. Basicamente, esses trabalhos reconhecem que, por trás do espiral entre C&T, existe uma dimensão urbana capaz de exercer forte influência nesta relação.

Nesse sentido, destacam-se principalmente os estudos que constataram as grandes assimetrias em termos da distribuição espacial da inovação e do conhecimento. O objetivo de grande parte das análises é explicar as razões da significativa concentração em nível mundial da taxa de produção tecnológica, uma vez que determinadas regiões tendem a desempenhar o papel de principais indutoras de inovações, enquanto outras parecem ser relegadas ao papel de adotantes.

Para setores de fronteira tecnológica, como a biotecnologia, a concentração espacial tende a ser ainda mais significativa. Do ponto de vista da economia regional, espera-se que esses segmentos sejam polarizadores<sup>1</sup> e, conseqüentemente, localizem-se em grandes centros industriais e arquem com altos custos urbanos. Esses setores também tendem a possuir maiores exigências em relação à infraestrutura urbana e demandar mão de obra mais qualificada. Os custos espaciais dessas localidades são, em geral, mais elevados, mas compensados por uma oferta diversificada de fatores de produção, condição básica para empresas de maior complexidade tecnológica.

O objetivo deste artigo é mensurar em qual medida o ambiente é capaz de influenciar a ocorrência de inovação, tendo como *proxy* patentes depositadas e os municípios brasileiros como unidade espacial. Para tanto, foram consideradas duas dimensões relacionadas ao local: existência de estrutura científica e presença de atributos urbanos – aqui identificados como escala econômica, escala industrial, modernidade e hierarquia urbana. O objeto de análise é o setor de biotecnologia, por representar um segmento de elevada complexidade tecnológica, em que se espera que a influência do ambiente seja ainda mais significativa.

## 2. O SETOR DE BIOTECNOLOGIA NO BRASIL

Ao longo do século XX, o Brasil passou por um processo que favoreceu o segmento de biotecnologia, sobretudo devido aos esforços governamentais realizados para ampliar a base da competência científica e tecnológica das instituições de ensino e pesquisa. Adicionalmente, foram realizados diversos programas de incentivos que privilegiaram as empresas de biotecnologia, como disponibilização de recursos e avanços no mecanismo de interação universidade-empresa.

Os primeiros esforços públicos destinados à área de biotecnologia datam da década de 1970. As atividades privilegiadas não recebiam a denominação de biotecnologia, mas abrangiam setores científicos e industriais, usuários das técnicas da biotecnologia clássica. As ações eram promovidas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), criados em 1951 e 1965, respectivamente. A década de 1970 também ficou marcada pela criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) que passou a dar suporte e promover o desenvolvimento da pesquisa agropecuária<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> O termo “polarizadora” refere-se ao fato de as firmas que inovam e diferenciam serem indústrias centrípetas, ou seja, possuem forças aglomerativas relevantes.

<sup>2</sup> A Embrapa, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), foi criada em 1973. A instituição atua por intermédio de unidades de pesquisa, serviços e de unidades administrativas, presentes em quase todos os estados brasileiros. Atualmente, a Embrapa tem cerca de 9,2 mil empregados, dos quais cerca de 2,2 mil são pesquisadores.

Apesar das instituições proporcionarem o fortalecimento do setor, as empresas brasileiras que atuavam no início dos anos 1980 continuavam a atuar basicamente com biotecnologia clássica. Além disso, as empresas concentravam-se no eixo sul-sudeste, em decorrência da própria concentração de recursos econômicos do país nesta região (Souza, 2001). O primeiro apoio governamental à biotecnologia surgiu em 1980 através do Programa Integrado de Genética que envolveu a participação da FINEP. Iniciou-se também neste período a implementação de ações dirigidas em nível estadual. Exemplo dessa atuação foram os programas temáticos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), a criação da Incubadora de Empresas Biorio (1988) e da Fundação Biominas (1990).

O Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PACDT) foi uma iniciativa do governo federal, executado em parceria com o Banco Interamericano de Desenvolvimento, que buscava o desenvolvimento da C&T em âmbito nacional. Complementarmente durante a década de 1990 foi aprovada a Lei de Propriedade Industrial<sup>3</sup>.

De acordo com Silveira *et al.* (2004), talvez a ação de maior importância para estímulo a P&D&I no Brasil tenha sido o Programa de Recursos Humanos para Atividades Estratégicas (RHAE) gerido atualmente pelo CNPq. O programa foi criado em 1987 com o objetivo de apoiar a capacitação de recursos humanos em inovação tecnológica, sendo a biotecnologia uma das áreas consideradas como prioritárias. Como consequência, “observou-se, em um curto intervalo de tempo, a formação de um contingente de profissionais capacitados para atuar em projetos conjuntos envolvendo a participação do setor acadêmico e empresarial.” (Silveira *et al.*, 2004 p. 38).

A análise recente dos incentivos governamentais revela que os investimentos na formação de pessoal qualificado continuam sendo realizados e, mais do que isso, tem se expandido ao longo do tempo. Exemplo disso é a expansão de programas de doutorado de natureza multidisciplinar, o que engloba as áreas de meio ambiente, biotecnologia, materiais, ciências sociais e humanidades (CGEE, 2010). A TAB.1 revela que o número de programas de doutorado multidisciplinares cresceu cerca de 730% entre 1998 e 2008.

TABELA 1 – Número de programas de doutorado por área do conhecimento, Brasil (1998-2008)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Total<sup>4</sup></b>	782	789	802	912	923	942	1.058	1.097	1.185	1.245	1.320
<b>Multidisciplinar</b>	10	12	15	21	24	22	33	36	43	69	83

Fonte: elaborado pelos autores, a partir de CGEE, 2010.

A despeito dos diversos incentivos governamentais que datam desde a década de 1970, “as inovações biotecnológicas não ocorreram com a mesma dinâmica nos países desenvolvidos” (Souza, 2001, p. 42). A conclusão é, pois, que a participação do estado em C&T ficou abaixo das reais necessidades do país.

O resultado financeiro das empresas nacionais de biotecnologia é um indicador do desempenho do segmento nos últimos anos. No Brasil, o mercado de ações não é uma medida viável para se

<sup>3</sup> A Lei de Propriedade Industrial tem três eixos principais: a constituição de ambiente para estabelecimento de parcerias estratégicas entre universidades, institutos tecnológicos e empresas; o estímulo à participação de instituições de C&T no processo de inovação; e o incentivo à inovação na empresa.

<sup>4</sup> Total de programas de doutorado em 8 grandes áreas, a saber: Ciências agrárias; Ciências biológicas; Ciências da saúde; Ciências exatas e da terra; Ciências humanas; Ciências sociais aplicadas; Engenharias; Linguística, letras e artes.

analisar o desempenho financeiro das empresas de biotecnologia, visto que apenas uma delas, a BIOMM, realizou IPO<sup>5</sup> até a presente data. Porém, é possível se basear na pesquisa realizada pela Fundação Biominas Brasil que revela que o número de empresas que não faturam passou de 17,8% em 2008 para 19,7% em 2010. Ademais, mesmo empresas estabelecidas há mais tempo no mercado tem dificuldade em atingir grandes faixas de faturamento: em 2010, apenas 16% das empresas com idade entre 10 a 15 anos faturou acima de R\$ 1 milhão.

Conforme exposto por Albuquerque (1995), uma explicação possível para tal desempenho é que, apesar de ter sido formada uma estrutura de C&T nacional, o Brasil não foi capaz de efetuar o processo de *catching up*, isto é, atingir um patamar de desenvolvimento tecnológico então dominado por países mais avançados tecnologicamente. Souza (2001) pontua três explicações para isto, a saber: (i) baixa oferta de mecanismos adequados de financiamento; (ii) proteção excessiva e generalizada ao segmento e (iii) baixa qualificação da mão de obra produtiva.

Uma explicação adicional refere-se às características dos ambientes em que os centros de pesquisa e as empresas do segmento encontram-se inseridos. Recentemente, houve um aumento das contribuições da literatura que analisam a incorporação da questão geográfica como determinante do processo de inovação. Estas vêm buscando compreender o papel relativo do local para o processo inovativo nas empresas, regiões e países.

Considerando que a inovação é crucial para o desenvolvimento da biotecnologia e que, atualmente, o segmento vem apresentando resultados que não estão condizentes com os investimentos recebidos, a pergunta que se faz é se a inovação está sendo estimulada da maneira correta. Para tanto, é necessário ter conhecimento sobre quais fatores determinam a inovação neste segmento e em qual proporção.

### **3. DETERMINANTES DA INOVAÇÃO: O PAPEL DO URBANO**

Diversos são os estudos que investigam os fatores determinantes para a ocorrência de inovação em empresas ou em segmentos do território. Alguns trabalhos analisam a influência de características intrínsecas às empresas (De Negri, 2006), enquanto outros avaliam o impacto do ambiente institucional, científico ou espacial na capacidade de inovar (Avellar, 2009); (Albuquerque *et al.*, 2002; Montenegro *et al.*, 2009). Há também estudos que buscam comparar as duas dimensões, mensurando os efeitos dos atributos internos à firma em relação aos atributos externos (Harrison, 1996; Stenberg e Arndt, 2001 e Gonçalves *et al.*(2006).

À luz dessas contribuições, o presente trabalho busca corroborar a hipótese de que o espaço geográfico desempenha um papel fundamental para a ocorrência de inovação<sup>6</sup>, procurando identificar o peso de diversas variáveis espaciais e da existência de estrutura científica sobre a ocorrência de inovação. Para tanto, é importante analisar as contribuições da literatura sobre os efeitos da localização para a atividade produtiva e também para inovação.

Recentemente, várias foram as contribuições sobre a incorporação da questão espacial como determinante do processo de inovação. Tais estudos vêm buscando compreender o papel relativo do local para o processo inovativo nas empresas, regiões e países. Em geral, as conclusões desses trabalhos sugerem que os processos de geração de conhecimento e de inovação são interativos e localizados. Isso pois, segundo Lastres *et al.* (1999), “a interação criada entre agentes localizados em um mesmo espaço favorece o processo de geração e difusão de inovações”.

A primeira contribuição significativa na economia para o entendimento da dimensão do local para a inovação foi feita por Marshall no fim do século XIX. O autor analisou o padrão de organização

---

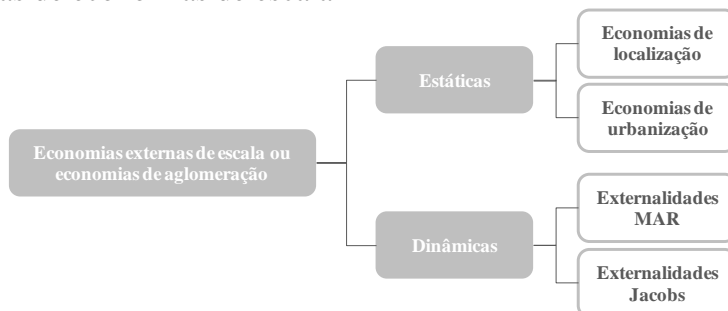
<sup>5</sup> *Initial Public Offering*.

<sup>6</sup> Apesar deste trabalho ter um foco eminentemente espacial, não se desconsidera aqui a influência dos atributos internos à firma sobre a capacidade de inovação. Conforme mencionado na literatura, os atributos internos e externos influenciam-se mutuamente, sendo o efeito da capacitação da firma complementar a inserção territorial das empresas.

em *clusters* de pequenas empresas da Inglaterra, criando, assim, o conceito de distritos industriais. Os efeitos da concentração de atividades econômicas em um dado território geográfico foram denominados por economia de aglomeração ou economias externas de escala.

As economias externas de escala são externalidades geradas no nível da indústria ou do setor e são classificadas em estáticas (associadas a um aumento no nível de produtividade da firma) ou dinâmicas (relacionadas a um aumento na taxa de crescimento da produtividade da firma). A FIG. 1 ilustra a classificação conceitual das economias de aglomeração.

FIGURA 1- Tipologias de economias de escala



Fonte: baseado em Junius (1999).

Na sua forma estática, as economias de aglomeração dividem-se em economias de localização e de urbanização. As economias de localização são externas às firmas, mas internas a um setor de atividade; enquanto que as economias de urbanização são externas às firmas e à indústria.

Glaeser *et al.* (1992), entre outros, distinguem dois grupos de externalidades em sua forma dinâmica, ambos relacionadas ao crescimento de uma dada localidade ou região. A primeira é conhecida como externalidades de Marshall-Arrow-Romer (MAR) por serem derivadas das proposições teóricas de Marshall (1890), Arrow (1962) e Romer (1986). Elas são relacionadas às economias de localização porque também destacam os benefícios da concentração de firmas de uma mesma indústria, porém, em forma dinâmica. Por outro lado, as externalidades jacobianas são geradas devido à diversidade das indústrias ou segmentos que interagem em uma dada localidade.

Fujita & Thisse (1996) sugerem que as fontes geradoras de economias de aglomeração (dinâmicas ou estáticas) são, em sua maioria, decorrente da escala de indústria geograficamente concentrada, isto é, são externas à firma, mas internas à indústria. As três fontes de economias de aglomeração internas à indústria são: (i) mercado de trabalho especializado e produção de conhecimento, decorrente da acumulação de capital humano e interações sociais; (ii) disponibilidade de insumos e recursos necessários à produção e (iii) infraestrutura presente nos distritos industriais que são um tipo de externalidade positiva gerada pela aglomeração.

As economias externas de escala são, portanto, resultado da concentração geográfica de plantas e firmas de uma indústria especializada. Isso pois o aumento da produtividade dos fatores é fruto de ganhos de especialização. Segundo Marshall (1890), as três fontes de externalidades de escala decorrente dos ganhos de especialização são: a existência de um mercado de trabalho para a mão de obra especializada (*labor market pooling*); o uso de insumos comuns a todas as firmas (*input sharing*); e, por fim, as vantagens advindas da troca de conhecimentos entre firmas e indivíduos envolvidos no processo de produção (*knowledge spillovers*).

A despeito dos avanços dos meios de comunicação, a proximidade geográfica permanece sendo um fator relevante para o compartilhamento de informações técnicas e organizacionais. Conforme Feldman (1994), “conhecimento atravessa corredores e ruas mais facilmente que continentes e oceanos”. Storper & Venables (2003) argumentam que a proximidade geográfica é um fator importante para ambientes onde prevalece a assimetria de informações – característica chave da

maioria das atividades inovativas. Segundo os autores, o aspecto fundamental da proximidade geográfica é o chamado *face-to-face contact*. Os benefícios advindos desse tipo de comunicação estão relacionados às suas características principais, a saber: capacidade em auxiliar a resolver problemas de incentivos; facilitação à socialização e aprendizagem; e fornecimento de motivação psicológica. Segundo os autores, o contato *face-to-face* é elemento chave para o que eles denominam de *buzz of the city*, isto é, o burburinho das relações sociais e informais do meio urbano que vai determinar, em grande medida, o florescimento da ação coletiva inovadora.

Rodríguez-Pose & Crescenzi (2006) também destacam a importância da proximidade geográfica para captação do efeito de *spillover*. Os autores desenvolveram um modelo que compara, concomitantemente, os efeitos de três fatores sobre a capacidade inovativa na Europa: (i) investimento em P&D, patentes e crescimento econômico; (ii) sistemas locais de inovação; e (iii) difusão do *knowledge spillover*. Os resultados encontrados revelam a importância da proximidade geográfica para transmissão do conhecimento, uma vez que a difusão de ideias é fortemente relacionada com a distância.

Além do efeito da proximidade geográfica para a difusão do conhecimento, tem-se observado uma preocupação mais acentuada com a incorporação dos atributos urbanos, como determinantes da capacidade inovativa de algumas regiões. Por atributos urbanos entendem-se variáveis que definem ou constituem as cidades ou outros lugares centrais como população total, escala industrial, serviços produtivos modernos e amenidades urbanas<sup>7</sup>.

Vários autores avaliam a vinculação dos atributos urbanos com atividades de P&D ou produtividade da indústria. Albuquerque *et al.* (2002), associando produção de artigos com escala urbana e produção de patentes, mostra que “a dimensão escala econômico-urbana, no caso brasileiro, ainda é mais relevante que a produção de patentes na explicação do comportamento da produção científica” (Albuquerque *et al.*, 2002, p. 246).

As amenidades urbanas, por sua vez, tem sido crescentemente incorporada como determinante tanto de decisões locacionais residenciais (Smith *et al.*, 1988), como produtivas (Granger & Blomquist (1999) e de aspectos associados ao desenvolvimento e crescimento urbano e regional. Sivitanidou & Sivitanides (1995) relacionam amenidades com a distribuição de atividades científicas; Angel (1989) estabelecem-nas como fator chave na atração cientistas e tecnólogos, Blomquist *et al.* (1988) tomam as amenidades como determinante da qualidade de vida e mesmo da escala de centros urbanos. Glaeser *et al.* (2001) relacionam maiores taxas de crescimento urbano com a presença de *high amenities* em regiões urbanas selecionadas.

No Brasil, poucos são os trabalhos que se preocupam com a relação entre amenidades urbanas e desenvolvimento regional. Macedo & Simões (1989), por exemplo, relacionaram amenidades urbanas à conformação de estruturas espaciais intra-urbanas e suas potencialidades de crescimento.

Outro papel dos atributos urbanos na economia refere-se a sua capacidade em potencializar as economias de aglomeração, advindas das economias externas de escala ou externalidades locais. Freitas (2012) demonstra que indústrias intensivas em tecnologia e serviços financeiros apresentam, em geral, uma relativa concentração nos centros urbanos diversificados, devido a vantagens disponibilizadas que são capazes de aumentar a produtividade. A conclusão é particularmente interessante, uma vez que o segmento de biotecnologia, foco deste trabalho, é capital intensivo, o que ressalta a importância em analisar os efeitos da localização sobre a atividade inovativa do setor. Contudo, as contribuições recentes da literatura que mais se aproximam da abordagem da importância do local para o segmento analisam principalmente a formação e os efeitos dos Arranjos Produtivos Locais (APLs) no Brasil.

---

<sup>7</sup>Segundo Machado *et al.* (2012), amenidades urbanas podem ser definidas como “*the set of public and private goods and services which generate positive externalities for the resident and visiting population*” (Machado *et al.*, 2012).

É o caso de Souza (2001), Botelho (2004), Carrijo (2005), Rosa (2005) e Judice (2005) e Ferraso (2008). Em geral, esses trabalhos buscam identificar o perfil das empresas, as competências de internacionalização e inovação, a infraestrutura científica e tecnológica da região ou ainda o ambiente institucional no qual estão inseridos.

A conclusão principal desses autores é que os APLs de biotecnologia brasileiros são ainda incipientes, apesar de terem sido desenvolvidos projetos de projeção e destaque internacional (Souza, 2001). Os principais problemas apontados como entraves para efetivação dos *clusters* de biotecnologia referem-se à baixa interação entre os agentes, sobretudo no que diz respeito às universidades, além de gargalos no ambiente institucional, na provisão de fontes de financiamento e na fragilidade da estrutura de governança.

Isso mostra que, do ponto de vista da análise sobre a relevância do ambiente urbano para a atividade inovativa do setor de biotecnologia nacional, os trabalhos supracitados mostraram-se insuficientes. Conforme mencionado, o presente estudo se propõe a incorporar essas questões na análise, dimensionando como a disponibilidade de atributos urbanos e a presença do meio técnico-científico podem influenciar conjuntamente a ocorrência de inovação em biotecnologia.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. Base de dados

#### A) Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI)

O INPI é órgão brasileiro responsável pelo registro e concessão de marcas, patentes, desenho industrial, transferência de tecnologia, indicação geográfica, programa de computador e topografia de circuito integrado. As informações disponibilizadas pelo órgão foram consultadas para obter a relação de patentes de biotecnologia publicadas nos últimos anos. Essa variável será usada como *proxy* para inovação<sup>8</sup>.

A base utilizada no presente trabalho foi construída por Dias (2012). Para a identificação das patentes de biotecnologia foi utilizada a Classificação Internacional de Patentes (CIP)<sup>9</sup>. A base não possui restrição quanto à data de depósito. Desse modo, foram extraídos todos os pedidos de patente publicados *on-line* por residentes no INPI entre 1975 e 2008. A amplitude do período de análise não é, porém, uma limitação, visto que 90,1% das patentes foram depositadas após a década de 1990, sendo 71,7% do total após o ano 2000. A partir dessa análise, constatou-se que existem 1.232 depósitos de patentes no INPI realizados por residentes relacionados à área de biotecnologia (TAB. 2).

A limitação dessa base para fins deste trabalho reside no fato de não fornecer o município do depositante. Por esse motivo foram excluídas da análise as patentes cujos titulares são pessoas físicas, sendo a análise restrita à produção tecnológica de empresas, universidades e governo.

---

<sup>8</sup> A discussão sobre a utilização de patentes como *proxy* para inovação é ampla e não consensual, sendo discutida por vários autores. Não é o objetivo deste trabalho aprofundar esta discussão, inclusive por limitação de espaço. Para tanto, ver: Pavitt (1988), Griliches (1990), Pavel *et al.* (1995).

<sup>9</sup> A CIP foi estabelecida pelo Acordo de Estrasburgo, em 1971, e prevê um sistema hierárquico para a classificação de patentes de acordo com as diferentes áreas tecnológicas a que elas pertencem. Não existe uma categoria única prevista pela CIP que enquadre as patentes em biotecnologia, pois esta área engloba um grupo de tecnologias relacionadas. Dessa forma, em 2005, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) publicou um guia com uma lista de 30 códigos CIP correspondentes às patentes de biotecnologia para a geração de estatísticas biotecnológicas. Para análise das patentes na área de biotecnologia foi utilizado como filtro das buscas estes 30 códigos CIP sugeridos pela OCDE.

TABELA 2 - Número de patentes de biotecnologia depositadas por residentes no INPI (1975-2008), por tipo de depositante, Brasil

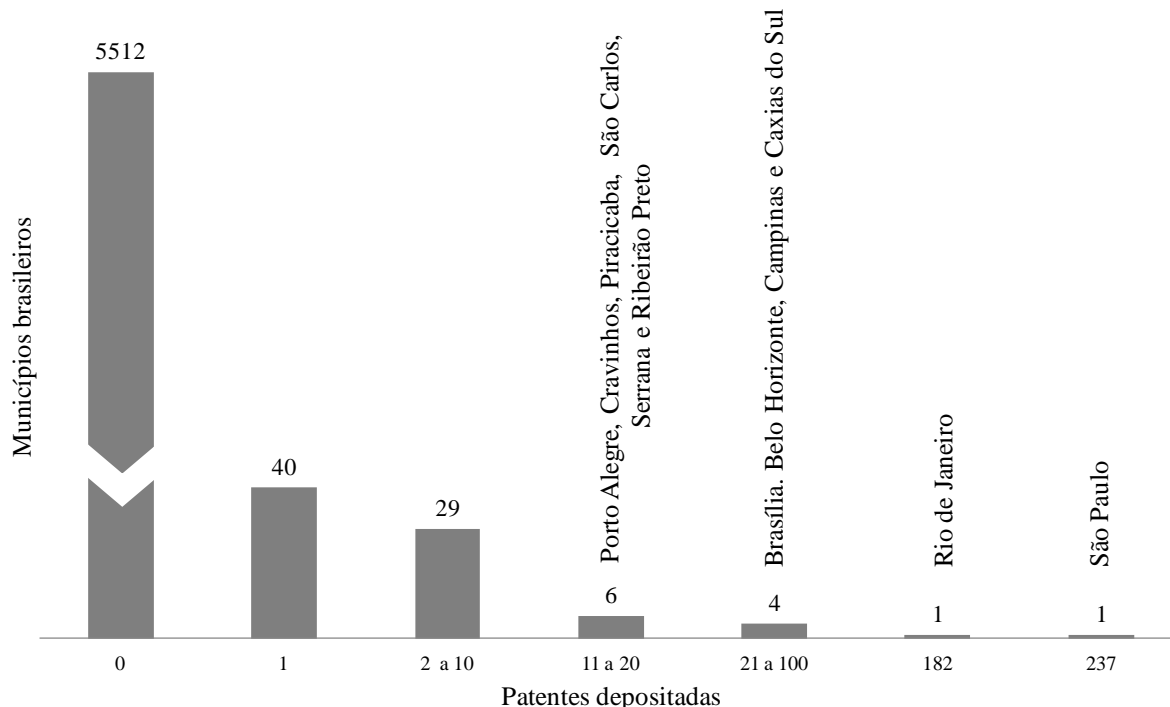
<b>Tipo de depositante</b>	<b>Total</b>
Academia	383
Pessoa física	322
Empresa	270
Governo	257
<b>TOTAL</b>	<b>1.232</b>

Fonte: Dias (2012).

A identificação do município foi realizada através do método usado por Albuquerque *et al.* (2002), isto é, a partir do cruzamento dos dados fornecidos pelo INPI (envolvendo a identificação do titular) com as informações da RAIS (que articula o titular com o município). O cruzamento dessas informações possibilitou a identificação do município de 895 patentes de biotecnologia distribuídas em 226 municípios brasileiros.

Os dados aqui apresentados contribuem para a caracterização das diferenças regionais em termos de produção tecnológica em biotecnologia. O depósito de patentes no Brasil é bastante concentrado em alguns municípios, resultado da dimensão continental do país, além das disparidades e diferenças regionais existentes. O GRAF. 1 apresenta a distribuição das patentes de biotecnologia por município no Brasil.

GRÁFICO 1 - Distribuição das patentes de biotecnologia depositada por residentes no INPI (1975-2008), Brasil (por municípios)



Fonte: elaborado pelos autores a partir de Dias, 2012.

O gráfico revela que 98% dos municípios brasileiros não tem nenhuma patente em biotecnologia depositada por residentes através de universidades, empresas ou governo. Por outro lado, entre os



municípios com pelo menos uma patente depositada, 85% possuem entre 1 a 10 patentes, sendo que destes, a maior parcela (58%) tem apenas uma patente depositada.

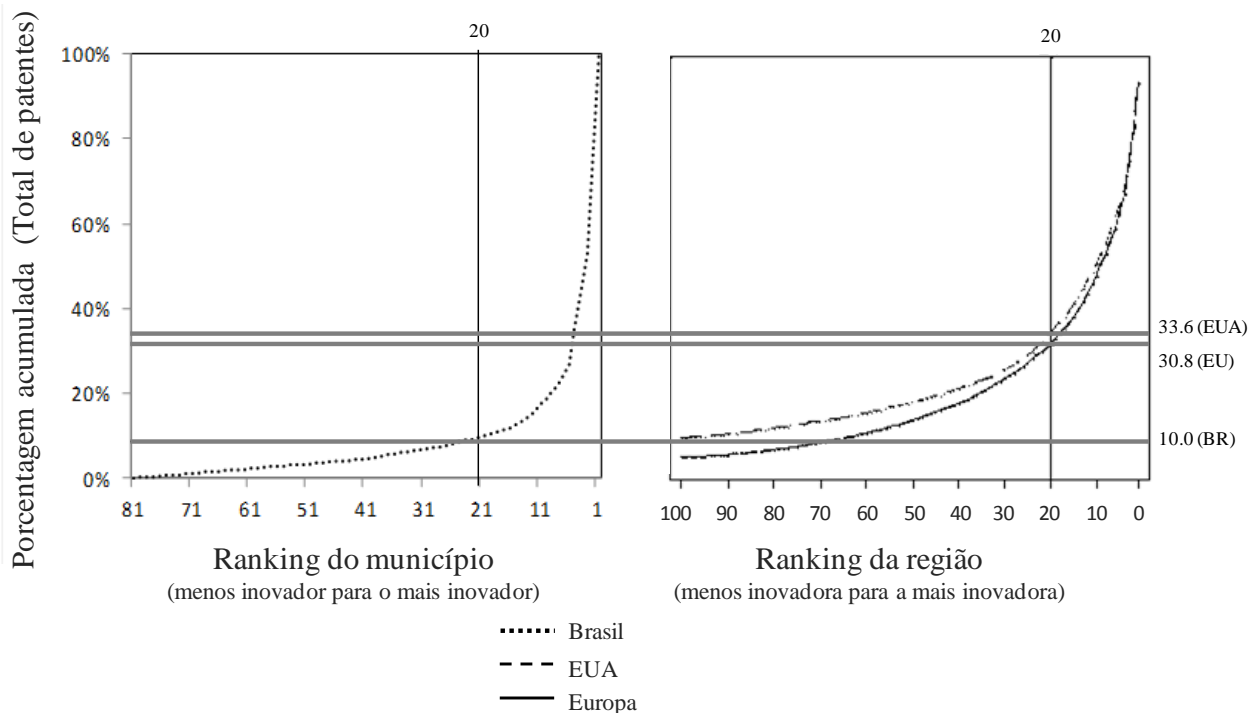
O município com o maior número de patentes depositadas é São Paulo com destaque para a participação de instituições governamentais e acadêmicas. Entre os órgãos governamentais sobressaem-se a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, (56 patentes) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (21 patentes). No âmbito acadêmico, o maior depositante é a Universidade de São Paulo (61), seguida da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (18).

O Rio de Janeiro abriga o órgão governamental com o maior número de patentes depositadas isoladamente: a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) com um total de 69 patentes. Destacam-se também a Universidade Federal do Rio de Janeiro e a Petrobrás com 38 e 35 patentes depositadas, respectivamente. A Petrobrás é, inclusive, a empresa brasileira com maior número de patentes em biotecnologia.

O destaque de Brasília, porém, deve ser analisado com cautela. A cidade possui 83 patentes em biotecnologia, sendo que 40 delas foram depositadas no INPI pela Embrapa. Sabe-se que a Embrapa tem atuação em todo território nacional, porém, as patentes são depositadas em nome da sede que está localizada em Brasília. A outra instituição de destaque na cidade é a Universidade de Brasília (UnB), com 30 patentes depositadas.

Quando comparado aos países centrais, o nível de concentração espacial das atividades tecnológicas no Brasil é ainda maior. Crescenzi *et al.* (2007) realizaram uma análise abrangendo todos os setores econômicos com o intuito de comparar a distribuição espacial das patentes nos EUA e Europa.

GRÁFICO 2 – Distribuição do total de patentes: comparativo Brasil, EUA e Europa



Fonte: elaborado pelos autores e Crescenzi *et al.* (2007).

Os resultados indicam que o nível de concentração é similar nas duas regiões, mas bem inferior ao apresentado pelo Brasil: nos EUA e Europa as vinte regiões mais inovadoras possuem 70% do total de patentes depositadas, no Brasil este número supera os 95%. O GRAF 2. retrata a diferença na concentração das atividades inovadoras entre Brasil, EUA e Europa.

## B) Diretório de Grupos de Pesquisa (CNPq)

O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), agência do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), tem como principais atribuições fomentar a pesquisa científica e tecnológica e incentivar a formação de pesquisadores brasileiros. O CNPq possui um diretório que reúne informações sobre os grupos de pesquisa em atividade no país. Para o presente estudo, foram extraídas desta base as informações de produção científica e densidade de mão de obra do setor de biotecnologia.

Uma das grandes vantagens do diretório para os fins dessa pesquisa é indicar o município dos grupos e, conseqüentemente, dos seus integrantes (mestres e doutores) e dos artigos produzidos pelos mesmos. Outro ponto positivo também apontado por Rapini (2007), é que o universo abrangido pela mesma vem aumentando ao longo dos anos, de modo que é possível supor que a base é representativa da comunidade científica nacional. Porém, sabe-se que o diretório é alimentado por informações cedidas pelos pesquisadores que compõem os grupos, de modo que os dados informados podem ser divergentes da realidade. Além disso, podem existir pesquisadores na área de biotecnologia que não estejam envolvidos em grupos de pesquisa e, portanto, não contemplados na base.

As informações contidas no diretório foram acessadas por meio de um *software* desenvolvido pela empresa EconoInfo<sup>10</sup>, especificamente para este trabalho. O programa realizou a busca pelas palavras-chave individualmente, acessou os resultados de cada um dos grupos de pesquisa, extraiu os dados que, em seguida, foram agrupados.

A base de dados construída envolve 3.388 grupos de pesquisa de biotecnologia, o que representa cerca de 12,3% do total de grupos de pesquisa existentes no Brasil<sup>11</sup>. Esses grupos estão distribuídos em todos os estados do país, mas concentram-se em apenas 255 municípios.

Dentre as informações disponibilizadas pelo Diretório foram selecionadas três variáveis para estimar a influência na probabilidade de ocorrer inovação em determinado município: (i) número de grupos de pesquisa em biotecnologia no município, (ii) quantidade de doutores envolvidos em grupos de pesquisa de biotecnologia entre 2007 e 2010 e (iii) quantidade de artigos nacionais, internacionais e trabalhos completos publicados em anais de eventos científicos tecnológicos e artísticos pelos integrantes dos grupos de pesquisa de biotecnologia entre 2007 e 2010.

## C) Indicadores de atributos urbanos municipais

A seleção de variáveis urbanas procurou incorporar critérios econômicos, sociais e demográficos, enfatizando o papel desempenhado pelos municípios na produção tecnológica de biotecnologia. Para tanto, foram utilizadas variáveis que expressam diferentes atributos urbanos, conforme sumarizado no QUA.1 a seguir.

QUADRO 1 – Variáveis de atributos urbanos municipais utilizados na estimativa

<b>Atributo urbano</b>	<b>Indicador / Variável</b>
Escala urbana	Logaritmo da população do município
Escala industrial	Escala industrial ( <i>dummy</i> ) Índice de industrialização
Complexidade do Terciário	Densidade de serviços modernos ( <i>dummy</i> )
Conectividade	Inclusão digital ( <i>dummy</i> ) Índice de acessibilidade à internet
Hierarquia urbana	Centralidade

Fonte: elaborado pelos autores.

<sup>10</sup> A EconoInfo ([www.econoinfo.com.br](http://www.econoinfo.com.br)) é uma empresa de tecnologia da informação que tem como foco a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias aplicadas aos mercados financeiros e a construção de bases de dados sócio-econômico-financeiras.

<sup>11</sup> De acordo com o Censo 2010 do CNPq, existem 27.523 grupos de pesquisa no Brasil.

- *População:*

Indica ao logaritmo da população do município do ano de 2010, conforme dados disponibilizados pelo Censo Demográfico de 2010 realizado pelo IBGE.

- *Escala industrial:*

É um indicador de relevância das atividades industriais, construído a partir de Lima (2012). Os dados foram obtidos do IBGE e usou-se a seguinte classificação: 01 para áreas industriais irrelevantes (trabalho industrial < 1.000); 02 para áreas industriais intermediárias (entre 1.000 e 10.000); e 03 para áreas industriais relevantes ( $\geq 10.000$ ).

- *Índice de industrialização:*

Indicador elaborado por Garcia (2012), a partir da seguinte expressão:

$$IDC_m = \frac{a.v_{m,i}}{(PIB_m)} \left( 1 - e^{-\left(\frac{-\ln(0,05) PIB_m}{PIB_{ref}}\right)} \right)$$

Em que  $a.v_{m,i}$  é o valor adicionado do setor industrial do município  $m$ ;  $PIB_m$  é o produto interno bruto municipal e  $PIB_{ref}$  é o produto interno bruto municipal de referência. O PIB de referência é igual ao maior PIB municipal da Unidade da Federação a que pertence o município em questão. As informações sobre o valor adicionado industrial e o PIB são fornecidas pelo IBGE.

- *Densidade de serviços modernos:*

A variável foi elaborada por Lima (2012) e representa a proporção de trabalhadores urbanos em atividades de serviços de telecomunicações, financeiros e seguros, jurídicos, de contabilidade e auditoria, consultorias, publicidade, engenharia, arquitetura, desenho e outros serviços técnico-profissionais prestados a empresas, serviços auxiliares da indústria e instituições científicas e tecnológicas. Os dados foram extraídos do IBGE. Os municípios foram agrupados em dois grupos: aqueles com baixa densidade de serviços modernos, isto é, indicador inferior a 0,005 e, conseqüentemente, aqueles com elevada densidade de modernos ou indicador superior a 0,005., a partir da função densidade de probabilidade da variável.

- *Inclusão digital:*

Essa variável foi criada a partir de dois processos. Primeiramente, foi calculado um indicador, conforme proposto por Garcia (2012), através da razão entre o número de domicílios que possuem microcomputadores e o total de domicílios. As informações são provenientes do Censo Demográfico 2010.

$$IIDU_m = \frac{DCU_m}{DTU_m}$$

Onde,  $DCU_m$  é o número de domicílios com microcomputadores no município  $m$  e  $DTU_m$  é o número total de domicílios do mesmo município. Em seguida, a variável foi transformada em *dummy*, de modo que municípios com o índice menor que 0,5 foram considerados com baixo nível inclusão digital.

- *Índice de acessibilidade à internet:*

Esse indicador, elaborado por Garcia (2012), foi obtido pela razão entre o número de domicílios que possuem microcomputadores com acesso à internet e o total de domicílios, ambas as informações são provenientes do Censo Demográfico 2010:

$$IAIU_m = \frac{DCIU_m}{DTU_m}$$

Onde,  $DCIU_m$  é o número de domicílios com microcomputadores com acesso à internet no município  $m$  e  $DTU_m$  é o número total de domicílios do mesmo município.

- *Centralidade:*

Este é um indicador de hierarquia urbana. O objetivo é demonstrar que o nível de centralidade de uma cidade indica sua importância quanto as interações espaciais que estabelece com outros centros urbanos de seu entorno macrorregional. A variável foi construída a partir do REGIC (Região de Influência das Cidades) divulgado pelo IBGE em 2007.

#### 4.2. Zero-Inflated Poisson Model

Existem casos em que a variável dependente é um número inteiro não negativo ou contável, como é o caso das patentes. Diferentemente do modelo de regressão clássico, a variável dependente em um modelo de dados contáveis é discreta e possui uma distribuição de probabilidade que assume somente valores inteiros não negativos.

O modelo padrão de dados contáveis é aquele que utiliza a distribuição Poisson, também conhecida como distribuição dos eventos raros. Sendo  $Y$  uma variável discreta e  $\mu$  a taxa de ocorrência de um evento, segue uma distribuição de Poisson com a seguinte função de probabilidade (fdp):

$$\Pr[Y, y] = \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}, y = 0, 1, 2, \dots, n.$$

Em que  $E[Y] = V[Y] = \mu$ , ou seja, a média é igual à variância; propriedade denominada como equidispersão.

Na prática, entretanto, é comum casos de superdispersão, isto é, a variância é maior, e não igual, à média em relação à distribuição de Poisson. O fenômeno de superdispersão pode ocorrer por diversos motivos, entre eles variabilidade da média, excesso de zeros, correlação entre indivíduos e/ou emissão de variáveis não observadas.

No presente trabalho, a variável dependente é o número de patentes (*proxy* para inovação) por município. Conforme mencionado, apenas 226 municípios brasileiros tem alguma patente depositada no INPI, o que significa que o modelo apresenta inflação de zeros devido à elevada quantidade de municípios (98% do total) sem nenhuma patente.

Ocasionalmente por esse excesso de zeros, o fenômeno de superdispersão pode induzir a sérias subestimativas de erros-padrões e a uma inferência deficiente dos parâmetros da regressão (Hinde & Demétrio, 1998). Deste modo, a distribuição de Poisson torna-se inadequada, sendo necessário, portanto, ajustá-la.

O primeiro trabalho a considerar uma abordagem alternativa para contagens com muitos zeros foi o de Lambert (1992). A metodologia foi aplicada a um modelo de análise de defeitos de fabricação em produtos manufaturados e foi chamada de Regressão de Poisson Inflacionada de Zeros, ou, do inglês, *Zero-Inflated Poisson Regression* (ZIP).

Nesta abordagem existem dois processos para modelar a variável resposta. Para cada  $i$  o primeiro processo é escolhido com probabilidade  $\rho_i$ , enquanto que o segundo processo é escolhido com probabilidade  $1 - \rho_i$ . O primeiro processo gera somente zeros, enquanto o segundo processo,  $g(y_i|x_i)$ , gera os demais dados contáveis através de uma distribuição de Poisson ou Binomial Negativa<sup>12</sup>, de tal forma que:

$$y_i \sim \begin{cases} 0, & \text{com probabilidade } \rho_i \\ g(y_i|x_i), & \text{com probabilidade } 1 - \rho_i \end{cases}$$

A probabilidade de  $\{Y=y_i|x_i\}$  é

---

<sup>12</sup> Aqui será utilizada a distribuição de Poisson.

$$\Pr(Y = y_i | x_i, z_i) = \begin{cases} \rho_i(z_i \gamma') + \{1 - \rho_i(z_i \gamma')\}g(0|x_i), & \text{se } y_i = 0 \\ \{1 - \rho_i(z_i \gamma')\}g(0|x_i), & \text{se } y_i > 0 \end{cases}$$

Em que  $z_i$  representa o vetor de regressores do primeiro estágio do modelo *Zero-Inflated*. A média e a variância do modelo *Zero-Inflated Poisson* (ZIP) são:

$$\begin{cases} E(y_i | x_i, z_i) = \mu_i(1 - \rho_i) \\ V(y_i | x_i, z_i) = \mu_i(1 - \rho_i)(1 + \mu_i \rho_i) \end{cases}$$

Como o parâmetro  $\rho_i$  é uma probabilidade, existe a restrição de  $0 \leq \rho_i < 1$ . Quando  $\rho_i > 0$ , tem-se que  $V(y_i)$  está sendo inflacionada, ou seja, existe superdispersão, devido ao excesso de zeros. No caso em que  $\rho_i = 0$ ,  $V(y_i)$  reduz-se à variância do modelo binomial padrão.

Para verificar se o modelo de zeros inflacionados estima a chance de ocorrência de inovação mais adequadamente que a regressão de Poisson foi utilizado o teste de seleção de modelos desenvolvido por Vuong (1989).

O teste aplica os princípios clássicos de um teste de hipótese estatístico que por meio de uma razão de máxima verossimilhança, padroniza a razão e a compara numa distribuição de probabilidade normal. A hipótese nula é que dois modelos são igualmente adequados para explicar a ocorrência de inovação contra a hipótese alternativa de que um dos modelos (no caso, o *Zero-Inflated Model*) é mais preciso.

A estatística do teste, denominada *z-vuong*, mostrou-se positiva e significativa ( $z = 3,07$   $\Pr > z = 0,0011$ ), de modo que é possível afirmar que o *Zero-Inflated Model* é mais adequado, nesse caso, para a estimação da probabilidade de ocorrência de inovação do que a regressão de Poisson.

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O objetivo deste trabalho é analisar em qual medida os atributos urbanos e a estrutura científica influenciam a ocorrência de inovação. Como já descrito, o objeto de análise é o setor de biotecnologia e a unidade espacial de estudo são os municípios brasileiros.

Os efeitos da estrutura científica, por sua vez, foram captados através de três variáveis, a saber: (i) grupos de pesquisa em biotecnologia; (ii) doutores envolvidos em grupos de pesquisa em biotecnologia e (iii) artigos publicados por integrantes dos grupos de pesquisa, como vimos em 4B.

Como em 4C, foram usadas as seguintes variáveis para identificar os efeitos dos atributos urbanos (aqui identificados como presença de escala urbana, escala industrial, terciário qualificado, conectividade e hierarquia urbana): (i) população do município, (ii) escala industrial, (iii) índice de industrialização, (iv) densidade de serviços modernos, (v) inclusão digital, (vi) índice de acessibilidade à internet e (vii) centralidade.

O modelo usado foi o *Zero-Inflated Poisson* (ZIP), uma vez que é o mais adequado para casos em que há excesso de zeros na variável dependente. Conforme descrito, no modelo ZIP existem dois processos para modelar a variável resposta. No primeiro deles, são modelados os zeros, neste caso, os municípios que não possuem patentes em biotecnologia depositadas por residentes no INPI. No outro estágio, é estimada a probabilidade para os dados contáveis, aqui representados por municípios que geram inovações ou, em outras palavras, tem patentes depositadas.

Para realizar as estimativas, foram usadas nos dois estágios variáveis que representam a dimensão técnica-científica e urbana. A TAB. 3 sumariza os resultados encontrados para os dois grupos.

TABELA 3 – Resultados do modelo *Zero-Inflated Poisson* (ZIP)<sup>13</sup>

Variável	Coefficiente (IRR <sup>14</sup> )
<b>Municípios sem patentes – (Modelagem de zeros; Logit<sup>15</sup>)</b>	
População do município (logaritmo)	0,29 (9,43)
Índice de industrialização	0,01** (1,67)
Índice de acessibilidade à internet	0,00* (1,61)
Centralidade	0,63** (0,18)
Grupos de pesquisa em biotecnologia	0,96 (0,06)
Doutores em biotecnologia	1,00 (0,01)
Artigos científicos em biotecnologia	1,00 (0,00)
Constante	1.380,22* (0,67)
<b>Municípios com patentes – (Modelagem de dados contáveis; Poisson)</b>	
População do município (logaritmo)	1,38 (0,29)
Escala industrial ( <i>dummy</i> )	2,05* (0,40)
Densidade de serviços modernos ( <i>dummy</i> )	0,51 (0,36)
Inclusão digital ( <i>dummy</i> )	2,15 (0,84)
Centralidade	0,78 (0,21)
Grupos de pesquisa em biotecnologia	0,97* (0,00)
Doutores em biotecnologia	1,00* (0,00)
Artigos científicos em biotecnologia	0,99*** (0,00)
Constante	0,34 (0,07)

Fonte: elaborado pelos autores, 2013.

Primeiro, serão discutidos os resultados referentes à maior parte das observações do modelo, isto é, a parcela de municípios que não possui patentes. O grupo é formado por 5.483 municípios, o que representa 98% do total, e os coeficientes estimados representam a probabilidade de um município ser zero, isto é, de não depositar patentes. Neste grupo de análise, as estimativas indicam que apenas as variáveis relacionadas à presença de atributos urbanos são estatisticamente significantes, além da constante.

<sup>13</sup> Os erros-padrão ajustados estão entre parênteses abaixo dos coeficientes. Os coeficientes individuais são estatisticamente significantes ao nível de \*5%, \*\*10% e \*\*\*15%.

<sup>14</sup> *Incidence Rate Ratio*.

<sup>15</sup> Como o modelo utilizado é Logit, os coeficientes apresentados referem-se cálculo do seu valor exponencial.

Quando analisado o grupo dos municípios que não possuem patentes, a conclusão central é que fatores regionais é que determinam a permanência destes no grupo a que pertencem atualmente. Desse modo, para que a cidade ingresse no grupo daqueles que geram inovações, é necessário contar com a presença de atributos urbanos.

Em geral, não basta ter apenas uma estrutura científica forte, sem que a mesma não seja acompanhada pelo desenvolvimento econômico e regional do município. Sabe-se, porém, que existem raras exceções. É o caso de municípios em que as patentes depositadas estão concentradas em apenas uma instituição e que a escolha do município sede não foi orientada pela busca de atributos urbanos. Esses casos serão discutidos mais adiante.

A despeito desses fatos específicos, é possível concluir que os fatores urbanos é que determinam a transferência dos municípios sem patentes para o grupo daqueles que geram inovações. Mais especificamente, esses fatores urbanos são escala industrial, conectividade e hierarquia urbana.

Os resultados indicam que a escala urbana, aqui representada pelo tamanho da população, não é relevante para que o município permaneça sem gerar inovação. A explicação está relacionada com o valor apresentado pela variável centralidade. Ainda que o município tenha uma população pequena, a probabilidade de não ter patente diminui se o município exercer maior centralidade em seu entorno. Em outras palavras, quanto maior a centralidade, menor será a chance do município permanecer no grupo daquele que não geram inovação. Outra variável significativa refere-se à escala industrial, representada pelo índice de industrialização. Depreende-se que quanto mais industrializado é o município, menor é a probabilidade do mesmo não ter patentes depositadas.

A indústria apresenta-se como um fator relevante porque ela atua tanto do lado da oferta como da demanda. No primeiro caso, a existência de indústrias especificamente do setor de biotecnologia pode aumentar a disponibilidade de mão de obra qualificada, elevando, assim, a chance de produção tecnológica. Uma indústria diversificada, por outro lado, gera externalidades jacobianas positivas para a região, atraindo investimentos e pessoas e provendo o *knowledge spillovers* em assuntos comuns a qualquer indústria, como gestão e mercado de trabalho estruturado.

Os resultados sugerem ainda que regiões com índices mais elevados de acessibilidade à internet possuem menor chance de ser um município sem patentes. Em outras palavras, um aumento no nível de conectividade do local causa uma queda chance do mesmo permanecer no grupo de municípios que não têm patentes. Tal constatação é bastante significativa, uma vez que o objeto de análise é um setor de fronteira tecnológica e, portanto, depende consideravelmente tanto de uma estrutura moderna para gerar resultados, como da possibilidade de compartilhar informações em níveis global e regional.

A conclusão central da análise dos municípios sem patentes pode ser resumida pela interpretação da variável constante. Se todas as demais variáveis forem iguais à zero, a probabilidade do município não ter produção tecnológica é muito elevada. Isto é, sem a presença de atributos urbanos ou de estrutura científica, a chance do município depositar uma patente é virtualmente inexistente.

Por outro lado, analisando os resultados para os municípios que geram inovações, os resultados são bastante distintos. Conforme mencionado, as estimativas são fruto da análise dos dados contáveis que, no caso, representam a menor parcela das observações, uma vez que apenas 81 municípios brasileiros, dentre os 5.564, possuem patentes em biotecnologia depositadas no INPI.

Tal resultado indica que a distribuição espacial da produção tecnológica no Brasil, adotando como *proxy* as patentes, revela uma forte tendência de concentração em poucas localidades. Os 20 municípios mais inovadores correspondem por 90% do total de patentes depositadas.

Além da constatação relacionada à concentração da produção tecnológica no Brasil, os resultados revelam que a estrutura científica tem importância significativa para municípios que possuem patentes depositadas, ao contrário do que ocorre quando são analisados os municípios sem patentes.

Em termos de atributos urbanos, apenas a variável escala industrial mostrou-se significativa para os municípios que geram inovação.

Em relação à estrutura científica, todas as três variáveis apresentaram significância estatística, revelando que, para municípios que já possuem patentes depositadas, uma estrutura científica forte é que determinará a continuidade e a frequência de ocorrência de inovação.

Conforme anteriormente citado, os municípios com maior número de patentes depositadas são, em sua maioria, mais desenvolvidos em termos urbanos e econômicos. Esse é o caso, por exemplo, de São Paulo (257 patentes), Rio de Janeiro (182 patentes), Belo Horizonte (77 patentes), Campinas (77 patentes), Caxias do Sul (23 patentes), Porto Alegre (18 patentes) que estão entre os 10 municípios mais inovadores e compreendem 70,8% do total de patentes depositadas.

O mais importante destacar é que, à luz dessa constatação, é possível concluir que a estrutura científica é determinante para que a inovação se torne um processo perene no município. Porém, a existência de estrutura urbana forte, escala industrial e presença de serviços modernos são requisitos que antecedem esse processo, isto é, a estrutura científica mantém o município no grupo dos mais inovadores, mas não é capaz de introduzi-lo neste mesmo grupo.

Entretanto, existem municípios que são exceções, uma vez que são caracterizados por uma forte estrutura científica, mas menos desenvolvidos em termos urbanos e econômicos. É o caso de Caxias do Sul (23 patentes), Cravinhos (16 patentes), São Carlos (14 patentes), Serrana (12 patentes) que compõem o grupo dos 15 municípios mais inovadores.

A principal característica desses municípios é ter o depósito de patentes concentrado em uma única instituição. Nesses casos, a escolha da sede não foi determinada pela atração por urbanização, indústria ou terciário qualificado, mas por fatores particulares.

No município de São Carlos todas as patentes foram depositadas Universidade Federal de São Carlos que abriga cursos de graduação e especialização na área de biotecnologia, além de um departamento de destaque em Biotecnologia Vegetal.

Cravinhos e Serrana devem seu desempenho a atividades do setor privado. Cravinhos é sede da empresa Ouro Fino que atua desde 1987 na produção e comercialização de produtos farmacêuticos para saúde animal, em que rotas biotecnológicas são constantemente empregadas. Em Serrana está sediada a PHI Industrial, empresa que há mais de dez anos produz em escala piloto o Biocycle, um plástico biodegradável feito com açúcar de cana.

Esses casos esclarecem em boa medida o fato de a variável centralidade ter apresentado um coeficiente não significativo estatisticamente. A explicação é que os municípios não precisam usufruir de centralidade para continuarem a depositar patentes, em outras palavras, a hierarquia urbana não é fator determinante para ocorrência de inovação neste grupo de municípios.

Porém, conforme destacado na seção anterior, a centralidade é um fator importante para os municípios sem patentes. Para estes locais, ser mais central significa ter uma maior chance de migrar para o grupo de municípios que geram inovação. Portanto, a variável centralidade auxilia na transição do município para o grupo inovador, mas não é determinante para aumentar a probabilidade de ocorrência e frequência de inovação uma vez que o mesmo já faz parte deste grupo. Conforme já mencionado, o fator decisivo neste caso é a presença de estrutura científica, aqui representada por número de grupos de pesquisa, doutores e artigos publicados.

As três variáveis mostraram-se estatisticamente significantes e com coeficientes bastante semelhantes. Para cada novo grupo de pesquisa no município, a probabilidade de depósito de patente é praticamente um para zero: para cada novo grupo de pesquisa no município, a probabilidade de depósito de patente se mantém.



Resultado análogo é obtido analisando-se o número de doutores e artigos científicos. *Cæteris paribus*, para cada novo doutor ou artigo científico no município, a probabilidade de depósito de patente se conserva como antes.

Os resultados indicam, pois, que o lado da oferta é determinante para a continuidade de ocorrência de inovação em municípios, uma vez que é necessária produção científica e mão de obra qualificada disponível para que aumente a chance de novas patentes serem depositadas.

O resultado do modelo para o grupo de municípios depositantes revelou ainda a importância da escala industrial para a ocorrência de inovação. A consequência é análoga à encontrada em municípios sem patentes. Esse é o efeito das economias de urbanização que correspondem às externalidades positivas que as indústrias propiciam, pelo fato de se localizarem em uma mesma área. Elas são internas à região urbana, mas externas às empresas ou indústrias que delas se beneficiam.

Se as indústrias localizadas no município forem relacionadas ao setor de biotecnologia (farmacêuticas, indústria agropecuária, etc.) ela exercerá um papel fundamental sobre a ótica da demanda, uma vez que a proximidade geográfica facilitará as relações entre os agentes. Por outro lado, ainda que as indústrias não sejam do mesmo segmento, elas gerarão externalidades positivas, como atração de mão de obra, investimento público e *knowledge spillovers* de assuntos comuns às firmas, como gestão. Essa variável possui o maior coeficiente, mostrando sua importância comparativamente com as demais.

Analisando os dois grupos (com e sem patentes), conclui-se que municípios que não geram inovações, precisam investir em estrutura urbana e ganhar escala industrial para assim aumentar a chance de inovar. Por outro lado, municípios que geram inovações, já possuem, *grosso modo*, nível de desenvolvimento regional e econômico, requerendo melhorar a estrutura científica em termos quantitativos e qualitativos para elevar a probabilidade de produzir novas tecnologias.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O intuito da pesquisa era estimar a influência dos atributos urbanos e da estrutura científica sobre a probabilidade de ocorrer inovação em um município brasileiro. O *Zero-Inflated Poisson* (ZIP) foi o modelo utilizado para modelar os dados, tendo o setor de biotecnologia como objeto de análise.

Os resultados foram obtidos analisando o impacto das variáveis sobre o grupo de municípios que inovam, isto é, que não possuem patentes e, posteriormente, sobre o grupo dos municípios que apresentam produção tecnológica. A análise indica que os fatores regionais são determinantes para que os municípios que não geram inovações permaneçam nesse grupo. As características mais importantes nestes locais são o índice de industrialização, a acessibilidade à internet, indicando maior nível de conectividade, e a capacidade do município de exercer e usufruir de centralidade. Por outro lado, municípios que geram inovações tem a probabilidade de produzir patentes influenciada pela existência de escala industrial e estrutura científica (doutores, grupos de pesquisa e artigos científicos).

Todos os resultados deste modelo esclarecem a importância do poder público sobre produção tecnológica. As constatações indicam a necessidade de se investir em estrutura urbana, sobretudo em regiões com menor nível de desenvolvimento regional, uma vez que os fatores como terciário qualificado, centralidade e nível de industrialização é que determinam a transferência dos municípios não inovadores para o grupo daqueles que geram inovações. Isso significa que as políticas de incentivo à Ciência & Tecnologia podem ser mais bem sucedidas se abrangerem investimentos relacionadas à qualificação e modernização das cidades e suas estruturas urbanas.

Adicionalmente, deve-se manter o esforço em ampliar e qualificar a estrutura científica no país, uma vez que a ciência tanto “lidera como segue” o progresso tecnológico. Sabe-se que o empenho

nesse sentido foi crescente nos últimos anos, tendo o Brasil avançado significativamente na produção científica e na formação de recursos humanos especializados. Dados do CGEE (2010) revelam que o número de doutores titulados triplicou nos últimos 10 anos, assim como a participação do país na publicação de artigos científicos - passando de 0,8% em 1992 para 2,7% em 2008 (Unesco, 2010, p. 42). Porém, o grande desafio ainda é avançar qualitativamente no desenvolvimento científico e tecnológico e, sobretudo, concentrar esforços na tentativa de minimizar as diferenças regionais em termos da concentração na geração e difusão de conhecimento.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A *INDÚSTRIA DE BIOCÊNCIAS NACIONAL*: caminhos para o crescimento. Belo Horizonte: Biomina Brasil; PWC. 2011. Disponível em: < <http://www.biomina.org.br/>>. Acesso em: 04 maio 2013.

ALBUQUERQUE, E. M.; CASSIOLATO, J. E. As especificidades do sistema de inovação do setor de saúde: uma resenha da literatura como introdução a uma discussão sobre o caso brasileiro. *Estudos FeSBE*. USP, São Paulo, 2000.

ALBUQUERQUE, E.; 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*, v. 1, n.2, p. 225-251. 2002.

ANGEL, D. The labor market for engineers in the U.S. semi-conductor industry. *Economic Geography*, v. 65, n.1, p.99-112. 1989.

MACHADO, A. F.; DINIZ, S.C. ; SIMÕES, R. Urban amenities and the development of creative clusters: the case of Brazil. In: VI World Conference of Spatial Econometrics Association, Salvador. *Annals...* Roma - Italia: Spatial Econometrics Association. 2012.

ARROW, K. J. The economic implications of learning by doing. *Review of Economic Studies*, v. 26, n. 2, p. 153-166. 1962.

AVALOS GUTIERRES, I. Biotecnologia e industria: um ensayo de interpretación teorica. In: *Serie Documentos de Programas*, n.18 – IICA, 1990.

AVELLAR, A. P. Impacto das políticas de fomento à inovação sobre o gasto em atividades inovativas e em atividades de P&D das empresas. *Estudos Econômicos*. v. 39, p. 629-649. 2009.

BADIA, B. *Economias externas de escala dinâmicas e crescimento do emprego industrial nas cidades brasileiras*. Dissertação (Mestrado em Economia do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional) – CEDEPLAR, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

BLOMQUIST, G., BERGER, M. HOEHN, J. New estimates of quality of life in urban areas. *American Economic Review*, v. 78, n.1, p. 89-107. 1988.

BOTELHO, M. *Capacitação tecnológica e inovação: análise do arranjo produtivo local de biotecnologia em Belo Horizonte (MG)*. Universidade Feral de Uberlândia, Uberlândia. 2004.

CARRIJO, M. C. *O arranjo produtivo local de biotecnologia de Belo Horizonte – Minas Gerais*. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) – Instituto de Economia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2005.

CASSIOLATO, J. E.; ANCIÃES, W. *Biotecnologia – seus impactos no setor industrial*. CNPq. Brasília.1985.

CNPq - CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. *Directório dos grupos de pesquisa*. Disponível em: <<http://dgp.cnpq.br/buscagrupos/>>. Acesso em 04 Maio 2013.

COLLA, C.; QUEIROZ, S. S.; LIMA, J. F. A centralidade e o multiplicador de emprego: um estudo comparativo das cidades de Cascavel e Corbélia no Oeste do Paraná. *Revista FAE*, v.10, n. 1, p. 101-113. 2007.

CREPON, B.; E. DUGUET. Research and development, competition and innovation - pseudo-maximum likelihood and simulated maximum likelihood methods applied to count data models with heterogeneity. *Journal of Econometrics*, 79, 355-378. 1997.

- CRESCENZI, R.; RODRÍGUEZ-POSE, A.; STORPER, M. The territorial dynamics of innovation: a Europe-United States comparative analysis. *Journal of Economic Geography*, v. 7, n. 6, p. 673-709. 2007.
- DE NEGRI, F. Determinantes da inovação e da capacidade de absorção nas firmas brasileiras: qual a influência do perfil da mão-de-obra? In: De Negri, J., De Negri, F. e Coelho, D. (Org.) *Tecnologia, exportação e emprego*, IPEA. 2006.
- DIAS, F. *A análise da atividade de patenteamento em biotecnologia no Brasil*. Tese (Doutorado em Genética) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2012.
- DOCTORES 2010: estudos da demografia da base técnico-científica brasileira*. São Paulo: CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, Parcerias estratégicas. 2010. Disponível em: <[www.cgee.org.br/atividades/redirect.php?idProduto=6401](http://www.cgee.org.br/atividades/redirect.php?idProduto=6401)>. Acesso em 04 maio 2013.
- FELDMAN, M. P. *The geography of innovation*. Dordrecht: Kluwer. 1994.
- 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, 1994.
- FERRADO, M. *O processo de criação de conhecimento em empresas localizadas em clusters industriais: um estudo multi-caso no setor de biotecnologia na França e no Brasil*. Dissertação (Mestrado em Administração) – Escola de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2008.
- FUJITA, M.; THISSE, J. F. Economics of agglomeration. *Journal of the Japanese and International Economics*, v. 10, n. 21, p. 339-378. 1996.
- FREEMAN, C.; PEREZ, C. Structural crises of adjustment: business cycles and investment behavior. In DOSI, G. et al. *Technical change and economic theory*. Londres: Pinter Publishers, p. 38-66. 1988.
- FREITAS, E. *Economias externas, atributos urbanos e produtividade: evidências a partir do nível salarial industrial das microrregiões brasileiras, 2000-2010*. Dissertação (Mestrado em Economia do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional) – CEDEPLAR, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2012.
- GARCIA, A. G.; SIMÕES, R. (Org.) (2012) *Desafios e estratégias para inclusão digital - programa banda larga*. 2012.
- GLAESER, E. L.; KALLAL, H. D.; SHLEIFER, A. Growth in cities. *Journal of Political Economy*, v.100, n. 6, p. 1126-1152. 1992.
- GLAESER, E., KOLKO, J and SAIZ, A. Consumer City. *Journal of Economic Geography*, v.1, n.1, p. 27-50. 2001.
- GOLÇALVES, E.; LEMOS, M.; DE NEGRI, J. Determinantes da inovação no Brasil: o papel da firma e do território In: *Encontro Nacional de Economia*, Salvador. XXXIV Encontro Nacional de Economia. Brasília: ANPEC, 2006. v. 34. 2006.
- GRANGER, M; BLOMQUIST, G. Evaluating the influence of amenities on the location of manufacturing establishments in urban areas. *Urban Studies*, v.36. 1999.
- GRILICHES, Z. Patent statistics as economic indicators: a survey. *Journal of Economic Literature*, v. 28, p. 1661-1667. 1990.
- HARRISON, B.; KELLEY, M. R.; GANT, J. Innovative firm behavior and local milieu: exploring the intersection of agglomeration, firm effects, and technological change. *Economic Geography*, v. 72, n. 3, 1996.
- HINDE, J.; DEMÉTRIO, C. G. B. Overdispersion: models and estimation. *Computational Statistics & Data Analysis*, v. 27, p. 151-170. 1998.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Regiões de influência das cidades 2007*. Rio de Janeiro, 2008.
- INPI - Instituto Nacional de Propriedade Industrial. *Instituto*. Disponível em: <<http://www.inpi.gov.br/menu-esquerdo/instituto>>. Acesso em: 04 Maio 2013.

- JUDICE, V. M. Visões empresariais de inovação e inserção global de empresas do APL de biotecnologia de Belo Horizonte. *Revista de Negócios*, v. 10, n. 1, p. 20-32. 2005.
- JUDICE, V. M.; BAÊTA, A. M. *Modelo empresarial, gestão de inovação e investimentos de venture capital em empresas de biotecnologia no Brasil*. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141565552005000100009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S141565552005000100009&script=sci_arttext)>. Acesso em: 04 maio 2013.
- JUNIUS, K. *The economic geography of production, trade and development*. Mohr Siebeck. Institut für Weltwirtschaft and der Universität Kiel. 1999.
- KLEVORICK, A.; LEVIN, R.; NELSON, R.; WINTER, S. On the Sources and Significance of Inter-Industry Differences in Technological Opportunities. *Research Policy*, v. 24, p. 185-205. 1995.
- LAMBERT, D. Zero-Inflated Poisson regression, with application to defects in manufacturing. *Technometrics*, v.34, n. 1, p. 1-14. 1992.
- LASTRES, H.; CASSIOLATO, J. E. *Globalização & inovação localizada*. Brasília: IBICT, p. 39-71. 1999.
- LIMA, A. C. *Desenvolvimento regional e fluxos migratórios no Brasil: uma análise para o período 1980-2010*. Tese (Doutorado em Economia do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional) – CEDEPLAR, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2012.
- MANUAL DE INDICADORES DE BIOTECNOLOGIA. Biotecsur. 2005. Disponível em: <[http://docs.biotecsur.org/informes/pt/inventario/1\\_manual\\_indicadores.pdf](http://docs.biotecsur.org/informes/pt/inventario/1_manual_indicadores.pdf)>. Acesso em: 04 maio 2013.
- MARSHALL, A. *Principles of economics*. London: Macmillan.1890.
- MENDONÇA, M. A. A.; FREITAS, R. E. *Biotecnologia: perfil dos grupos de pesquisa no Brasil*. Texto para discussão nº 1375. IPEA. 2009.
- MONTENEGRO, R. L. G.; JUNIOR, A. A. B. Análise e investigação dos fatores determinantes da inovação nos municípios de São Paulo. *Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, v. 2, p. 7-31. 2009.
- 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.
- ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. *A framework for biotechnology statistics*. 2005. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/5/48/34935605.pdf>>. Acesso em: 04 maio 2013.
- ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. *Modern biotechnology and the OECD*. 1999. Disponível em: <<http://www.oecd.org/science/biotechnologypolicies/1890904.pdf>>. Acesso em: 04 maio 2013.
- PATEL, P.; PAVITT, K. (1995) Patterns of technological activity: their measurement and interpretation. In: STONEMAN, P. (ed.) *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Oxford: Blackwell.
- PAVITT, K. Uses and abuses of patent statistics. In: VAN RAAN, A. (Ed.). *Handbook of quantitative studies science and technology*. Amsterdam: North Holland. 1988.
- PEREZ, C. *The new technologies: an integrated view*. 1986. Disponível em: <[http://www.carlotaperez.org/papers/Integrated\\_View\\_1986.pdf](http://www.carlotaperez.org/papers/Integrated_View_1986.pdf)>. Acesso em: 04 maio 2013.
- PISANO, G. *Science business: the promise, the reality and the future of biotech*. Harvard: Business School Press. 2006.
- RAPINI, M. S. Interação universidade-empresa no Brasil: evidências do diretório dos grupos de pesquisa do CNPq. *Revista de Estudos Econômicos*, v. 37, n. 1, p. 211-233. 2007.
- RELATÓRIO UNESCO SOBRE CIÊNCIA 2010: o atual status da ciência em torno do mundo. UNESCO. 2010. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001898/189883por.pdf>>. Acesso em: 20 janeiro 2013.
- RIDOUT, M; DEMÉTRIO, C. G. B.; HINDE, J. Models for count data with many zeros. In: International Biometric Conference, Cape Town. *Proceedings*. . . , Cape Town: IBC, p. 179-192. 1998.

- RODRÍGUEZ-POSE, A.; CRESCENZI, R. R&D, spillovers, innovation systems and the genesis of regional growth in Europe. In: *Bruges European Economic Research Papers (BEER)*, v. 5, pp. 1-38. 2006.
- ROMER, P. Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economics*, v. 94, n. 5, p. 1002-1037. 1986.
- ROSA, E. Barreiras ao desenvolvimento de clusters em espaços não-centrais: o caso da biotecnologia em Belo Horizonte. *Revista de Administração Pública*, v.39, n.5, p.1053-1075. 2005.
- SILVEIRA, J. M.; ASSAD, M. E. (Org.) *Biotecnologia e recursos genéticos: desafios e oportunidades para o Brasil*. Campinas: Instituto de Economia/FINEP. 2004.
- SMITH, L., ROSEN, K;FALLIS, G. Recent development in economic models of housing markets. *Journal of Economic Literature*, v. 26, n.1, p. 29-64. 1988.
- SIVITANIDOU, R.; SIVITANIDES, P. The intrametropolitan distribution of R&D activities: theory and empirical evidence. *Journal of Regional Science*, v. 3, n. 35, p. 391-415. 1995.
- SOUZA, S. *Potencialidades da biotecnologia em Minas Gerais: estudo sobre empresas e suas relações com universidades*. Dissertação (Mestrado em Economia) - Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2001.
- STERNBERG, R.; ARNDT, O. The firm or the region: what determines the innovation behavior of European firms? *Economic Geography*, v. 77, n. 4. 2001.
- STORPER, M.; VENABLES, A. J. Buzz: face-to-face contact and urban economy. *Journal of Economic Geography*, n. 4, n. 4, p. 351-370. 2003.
- VUONG, Q.H. Likelihood ratio tests for model selection and non-nested hypotheses. *Econometrica*. 57, p. 307-333. 1989.