

Atraso tecnológico e atraso social: um modelo introdutório para investigar as relações entre as produções científica e tecnológica e o desenvolvimento humano no Brasil*

Ana Flávia Machado

Doutora em Economia, Professora Adjunta do Cedeplar-UFMG.

Mônica Viegas Andrade

Doutora em Economia, Professora Adjunta do Cedeplar-UFMG.

Eduardo da Motta e Albuquerque

Doutor em Economia, Professor Adjunto do Cedeplar-UFMG.

Resumo

Este artigo avalia as relações entre as produções científica e tecnológica e o nível de desenvolvimento humano no Brasil. As variáveis utilizadas são: artigos científicos, patentes, Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), infra-estrutura urbana, infra-estrutura cultural, educação, saúde e políticas de incentivo. Para a análise, é utilizado o modelo Negative Binomial Hurdle. Há uma complexa associação entre as produções científica e tecnológica e os dados de bem-estar social: as produções científica e tecnológica estão associadas tanto a indicadores de desenvolvimento humano como a indicadores de presença e incidência de pobreza.

Palavras-chave

Ciência; tecnologia; desenvolvimento humano.

* Uma versão deste artigo foi apresentada no XXXI Encontro de Economia da Associação Nacional de Pós-Graduação em Economia (Anpec), em 2003. Os autores agradecem os comentários, as críticas e as sugestões de dois pareceristas anônimos da **Ensaio FEE**. Eventuais erros são de responsabilidade exclusiva dos autores.

Abstract

This article evaluates the relationship between scientific and technological production and the degree of human development in Brazil, on a municipal level. The variables used can be divided into seven groups: human development index, urban infrastructure, cultural infrastructure, incentives policies, education, health and scientific technological production. This paper suggests a Negative Binomial Hurdle model. The results show a strong relationship between cultural infrastructure and scientific and technological production. The results also show that the scientific and technological production is associated both with indices of human development and with indices of poverty.

Key words

Science; technology; human development.

Classificação JEL: O30; I30.

Artigo recebido em 23 ago. 2004.

Introdução

O objetivo deste artigo é avaliar as relações entre as produções científica e tecnológica e o bem-estar social no Brasil. Essa avaliação é realizada tomando como nível de análise o município, embora os resultados apresentados tratem do Brasil como um todo. Propomos, de forma introdutória, um modelo (Hurdle Binomial Negativo) para a investigação dessas relações.

A motivação principal deste artigo advém da publicação do **Human Development Report 2001**. Esse relatório, intitulado **Making New Technologies Work for Human Development** (United Nations Development Program, 2001), apresenta um conjunto importante de questões, relacionando as possíveis

contribuições do avanço tecnológico para o desenvolvimento humano. A discussão apresentada no Relatório instiga a uma investigação do caso brasileiro.

O **Human Development Report 2001** sugere uma associação entre capacidade tecnológica e desenvolvimento humano dos países. Essa associação é sustentada por um conjunto de interações entre o desenvolvimento tecnológico e o desenvolvimento humano. Através de múltiplos canais de influência, origina-se um circuito virtuoso entre o avanço tecnológico e o desenvolvimento humano.

Dessa associação provém a questão central a ser investigada neste artigo. Ou seja, quais as relações entre a dimensão tecnológica e a dimensão do desenvolvimento humano no País? Os dados trabalhados neste artigo (estatísticas das produções científica e tecnológica, estatísticas de desenvolvimento humano e estatísticas de bem-estar social) podem contribuir para uma melhor compreensão do caso brasileiro e da sua localização no cenário internacional, conforme diagnóstico do **Human Development Report 2001**.

Os resultados encontrados indicam duas conclusões preliminares para o caso brasileiro: (a) há uma forte relação entre a infra-estrutura cultural e as produções científica e tecnológica; (b) os resultados dos testes realizados indicam que as produções científica e tecnológica estão associadas tanto a indicadores de desenvolvimento humano como a indicadores de presença e incidência de pobreza.

Este artigo está dividido em cinco seções. A seção 1 resenha as conclusões mais importantes do **Human Development Report 2001**, sistematizando as múltiplas ligações entre tecnologia e bem-estar social e identificando a posição do Brasil no cenário internacional. A seção 2 apresenta os dados utilizados no texto e suas fontes, indicando os problemas e as limitações que eles portam. A seção 3 introduz a metodologia utilizada no artigo. A seção 4 apresenta e discute os resultados encontrados. Finalmente, a seção 5 conclui o artigo, ressaltando o caráter preliminar e inicial dos resultados encontrados e destacando tópicos para pesquisa posterior.

1 - Tecnologia, desenvolvimento humano e posição internacional do Brasil

Abramovitz (1989), em uma discussão sobre os processos de *catching up*, enfatiza a importância do conceito de “capacitação social”. O conceito de

capacitação social aponta que “(...) características sociais tenazes são responsáveis por uma porção, talvez uma substancial porção, do fracasso passado de um país em alcançar um nível de produtividade econômica tão alto quanto o dos países mais avançados” (Abramovitz, p. 387). Tal conceito permite identificar que “(...) o potencial de crescimento rápido de um país é forte não quando ele é atrasado sem qualificação, mas quando ele é tecnologicamente atrasado mas socialmente avançado” (Abramovitz, p. 388). “Capacitação social” envolve, portanto, questões como educação, instituições financeiras, instituições políticas: “(...) o estado da educação incorporada na população de uma nação e os seus arranjos institucionais existentes constroem-na em sua escolha de tecnologia” (Abramovitz, p. 388). Outros elementos da “capacitação social” seriam a ciência, a relação da ciência-indústria-tecnologia com a educação geral e técnica (Abramovitz, p. 403).

O Relatório (United Nations Development Program, 2001) sintetiza diversos estudos, destacando a multiplicidade de canais que determinam as interações entre a tecnologia e o desenvolvimento humano. A relação do desenvolvimento humano com o desenvolvimento tecnológico nos dois sentidos sugere a existência de um “circuito virtuoso”, de retroalimentação recíproca entre o progresso tecnológico e o desenvolvimento humano, por intermédio do crescimento econômico.

Como essas influências múltiplas se processam?

Inovações tecnológicas afetam o desenvolvimento humano de duas formas. Em primeiro lugar, disponibilizando produtos que afetam diretamente a saúde, a nutrição e as condições de vida das populações. Exemplos desses produtos são variedades de plantas resistentes a secas, vacinas para doenças infecciosas, energia limpa, acesso às informações disponibilizadas pela *internet*, etc. (United Nations Development Program, 2001, p. 28). Em segundo, por meio de inovações tecnológicas que afetam indiretamente o desenvolvimento humano, em função de seu impacto sobre o crescimento econômico através de ganhos de produtividade.

A influência do desenvolvimento humano no desenvolvimento tecnológico, por outro lado, ocorre através do alcance de níveis mais elevados de educação, os quais constituem importantes fatores para a criação e a difusão de inovações. O Relatório destaca, ainda, que, com o desenvolvimento humano, existe uma maior disponibilidade tanto de cientistas para assumir atividades de pesquisa como de trabalhadores em condições de aprender e de dominar novas tecnologias.

À luz dessas discussões, buscamos identificar a posição brasileira no cenário mundial. O **Human Development Report 2001** (United Nations

Development Program, 2001) contém dois indicadores interessantes a serem analisados: o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o Indicador de Realização Tecnológica (IRT)¹. A avaliação dos dados internacionais identifica uma correlação positiva entre os países líderes na área tecnológica (países com um IRT maior do que 0,5) e os países com alto índice de desenvolvimento humano (IDH maior do que 0,8). Além disso, todos os países de fora do conjunto dos líderes em tecnologia estão em grupos com IDH inferior ao considerado como de alto desenvolvimento humano.

O Brasil faz parte do conjunto de países em situação intermediária tanto em termos de desenvolvimento humano como de condição tecnológica. A Tabela 1 apresenta dados para Brasil, Índia, México e África do Sul. Todos esses países encontram-se em um mesmo nível de desenvolvimento humano (médio) e não estão entre os líderes em tecnologia identificados pelo Relatório.

É interessante notar que a ordenação entre os países em termos de IDH e de IRT não se mantém. A diferença básica entre as duas classificações são as posições do Brasil e da África do Sul: enquanto a África do Sul está na frente do Brasil quanto ao IRT (respectivamente, as posições 39 e 43), essa ordem é invertida quanto ao IDH (94 e 69 respectivamente).

Avaliando de forma introdutória dados sobre concentração de renda, notamos que a África do Sul, o Brasil e o México possuem Índices de Gini superiores a 50.² A Índia parece ser um caso de distribuição mais homogênea da pobreza, pois combina o menor Índice de Gini com o menor Produto Nacional Bruto (PNB) *per capita* entre os quatro países. Do ponto de vista tecnológico, há indicações de concentração geográfica das atividades inovativas: nos quatro países, a unidade federativa líder detém mais de 40% do total das patentes do país (United States Patent and Trademark Office, 2004). Com exceção da Índia, esse padrão de concentração geográfica repe-

¹ Esse indicador é denominado **Technology Achievement Index** (TAI), calculado a partir de dados de criação tecnológica (patentes e receitas de *royalties*), difusão de inovações recentes (servidores de *internet* e exportações de alta tecnologia), difusão de inovações antigas (telefones e consumo de eletricidade) e habilitações humanas (anos de escolaridade e matrículas universitárias em áreas científicas e exatas) (UNDP, 2001, p. 46-47). Esse indicador é útil, mas contém problemas importantes. Para os objetivos gerais deste artigo, ele pode ser usado, pois possibilita uma visão geral que distingue especialmente os países líderes (IRT > 0,5) e os países marginalizados (IRT < 0,2) de um grande conjunto intermediário (que poderia ser identificado como um conjunto de países com sistemas imaturos de inovação), onde estão incluídos os países listados na Tabela 1 (Brasil, Índia, México e África do Sul).

² No **Human Development Report 2001** (UNDP, 2001, p. 185), o Índice de Gini é definido variando entre 0 (igualdade perfeita) e 100 (desigualdade perfeita).

te-se nas atividades científicas, para as quais a unidade federativa líder também detém mais de 40% dos artigos científicos publicados (Institute for Scientific Information, 2002).

Essas pistas iniciais da desigualdade interna na distribuição de renda (indicador associado ao bem-estar social) e na distribuição das atividades científicas e tecnológicas estimulam a investigação mais detalhada do caso brasileiro. Essa investigação é importante, porque a desigualdade interna (tanto nas atividades científicas e tecnológicas como nos indicadores de bem-estar social) pode ser um importante fator explicativo da posição internacional do Brasil (conforme indicado pelo Relatório e segundo a Tabela 1).

Tabela 1

Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), Indicador de Realização Tecnológica, taxa de alfabetização, Índice de Gini, PNB *per capita* e expectativa de vida ao nascer no Brasil, na Índia, no México e na África do Sul — 1999

PAÍSES	IDH		IRT		TAXA DE ALFABETIZAÇÃO (% acima de 15 anos)	ÍNDICE DE GINI	PNB PER CAPITA (US\$)	EXPECTATIVA DE VIDA AO NASCER (anos)
	Posição	Valor	Posição	Valor				
Brasil	69	0,750	43	0,311	84,9	59,1	7,037	67,5
Índia	115	0,571	63	0,201	56,5	37,8	2,248	62,9
México	51	0,790	32	0,389	91,1	51,9	8,297	72,4
África do Sul	94	0,702	39	0,340	84,9	59,3	8,908	53,9

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IPEA. **Atlas do Desenvolvimento Humano**. Rio de Janeiro, IPEA, 2003. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br>

NOTA: A diferença nas posições dos países em termos dos dois indicadores (IRT e IDH) reflete a utilização de conjuntos diferentes de países. Alguns países constam da classificação do IDH, mas não foram considerados no IRT. Por exemplo: Suíça, Croácia, Lituânia e Letônia estão na frente do Brasil em termos de IDH e não foram avaliados em termos de IRT.

2 - Descrição das variáveis

Buscando estimar a relação entre as produções científica e tecnológica e o grau de desenvolvimento humano no Brasil, realizamos uma análise controlada, tendo o município como unidade de observação. Ainda que essa unidade geográfica assuma, no Brasil, na maioria dos casos, estrutura produtiva de pequena escala, recorrer a informações em unidade mais abrangente, como o estado, cria problemas de heterogeneidade, assim como reduz o número de observações. As variáveis utilizadas neste estudo podem ser definidas em seis grupos: infra-estrutura urbana, infra-estrutura cultural, políticas de incentivos, educação, saúde e produções científica e tecnológica.

O grupo infra-estrutura urbana contempla as variáveis: existência de favelas ou assemelhados, taxa de domicílios em áreas urbanas, taxa de domicílios com coleta de lixo, taxa de domicílios com rede de abastecimento geral de água e taxa de domicílios com banheiro. O cálculo das taxas é a relação entre os domicílios que apresentam a condição em questão e o total de domicílios no município. A variável existência de favelas ou assemelhados é uma variável binária (assume valor 1, quando há algum registro, e 0, em caso contrário).

A inclusão desse grupo de variáveis³ nos permite dimensionar o papel do desenvolvimento urbano na produção de tecnologia, esperando-se uma relação positiva entre os mesmos. Além disso, como a unidade de análise é o município, esse tipo de controle é ainda muito importante no Brasil, em virtude da heterogeneidade no desenvolvimento econômico. Observando a média dessas variáveis, constatamos que 71% dos municípios possuem favelas ou assemelhados, apenas 59% dos domicílios localizam-se em áreas urbanas, 59% dos domicílios possuem rede de abastecimento geral de água, e 55% possuem coleta de lixo.

As variáveis de infra-estrutura cultural são presença de provedor de *internet* e de livrarias (variável binária), número de bibliotecas públicas⁴ e número de jornais diários. Essas quatro variáveis possibilitam dimensionar o grau de acesso à informação dentro dos municípios. Quanto maior for a pre-

³ Como não há registro do PIB municipal para todos os municípios brasileiros, optamos por esse grupo de variáveis, que está associado a esse indicador.

⁴ Para a Cidade de Porto Alegre, o dado original da pesquisa não está disponível. Em função disso, recorreremos ao *site* Bibliotecas de Porto Alegre — Guia Virtual de Porto Alegre, que apontava a presença de 18 bibliotecas. Aos demais municípios sem informação de número de bibliotecas, não é possível imputar nenhum valor, uma vez que não existem dados disponíveis.

sença de provedores de *internet*, livrarias, jornais diários e bibliotecas na unidade de análise, maior será a produção de patentes e de artigos.

O grupo de variáveis de políticas de incentivos está associado à capacidade produtiva do município. Programa de geração de emprego e renda, programa de capacitação profissional e existência de incentivos às atividades econômicas constituem esse grupo de variáveis binárias.

A fonte de dados secundária é o CD-ROM do IBGE **Perfil de Informações Municipais**, e, em sua maior parte, as informações referem-se ao ano de 1999. **A Pesquisa de Informações Básicas Municipais — 1999** (IBGE, 2001) é uma pesquisa de registros administrativos relativos às prefeituras, permitindo-nos construir um perfil abrangente dos municípios brasileiros.

A única variável de educação é a taxa de alfabetização, ou seja, a parcela da população com 10 anos e mais alfabetizada. Nesse caso, a fonte de dados é o **Censo Demográfico 2000**, com informações para o universo da população. O grau de alfabetização da população reflete o potencial de capital humano do município. No Brasil, embora haja um processo recente de universalização da educação formal, a taxa de alfabetização ainda é um indicador importante, quando a unidade de análise é municipal. A taxa média de alfabetização observada é de 80,66% da população de 10 anos e mais, acompanhada por um desvio padrão de 11,46, com valor mínimo de 40,9 e máximo de 99,2.

As variáveis de saúde são taxa de mortalidade infantil e número de leitos *per capita*. A taxa de mortalidade infantil é calculada por meio da relação entre o número de mortos de zero a um ano e o total de nascidos vivos. Para corrigir problemas de sub-registros de informações de nascimentos e de mortes, utilizamos a série construída por Simões (1997). Buscando evitar a volatilidade das taxas devido a tamanho reduzido da população, o autor calcula a taxa de mortalidade infantil para microrregiões censitárias e imputa o mesmo valor para todos municípios da mesma.⁵ Essa variável é um indicador de bem-estar que complementa o acesso à educação.

Os dados sobre as produções científica e tecnológica provêm de estatísticas de patentes depositadas junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e de artigos indexados junto ao Institute for Scientific Information (ISI). Na literatura de economia da tecnologia, existem inúmeros textos que levantam as vantagens e as desvantagens desses indicadores. Certamente, nem todas as inovações são patenteáveis ou patenteadas. Os setores industriais diferenciam-se de acordo com suas respectivas “propen-

⁵ No caso do Município de Cuiabá, a informação provém do DATASUS.

sões a patentear”. Em países atrasados, o caráter incremental e adaptativo de inovações importantes localmente pode significar que elas não são patenteadas (Griliches, 1990). Artigos indexados junto ao ISI não representam o conjunto da produção científica de um país, especialmente quando o país não é de língua inglesa. As disciplinas científicas também se distinguem por diferentes “propensões a publicar”. No caso do Brasil, é importante lembrar que existe uma ampla gama de publicações científicas nacionais que não estão indexadas junto ao ISI e que as disciplinas científicas variam fortemente em termos de internacionalização da produção científica. Por isso, os dados do ISI podem ser lidos como uma espécie de “ponta do *iceberg*” da produção científica nacional.⁶

Apesar dos problemas, estatísticas de patentes e de artigos científicos têm contribuições para a compreensão e o mapeamento das produções científica e tecnológica do País. A recém-publicada **Pesquisa Sobre Inovação Tecnológica (Pintec)** do IBGE, por exemplo, ainda não tem os dados desagregados em nível de município, o que justifica a utilização dos dados de patentes como um esforço para a construção desse mapa.

As variáveis para mensurar capacidade de geração de tecnologia referem-se ao número de patentes registradas no INPI entre 1988 e 1999 e ao número de artigos indexados pelo ISI em 1999. Embora, no registro da patente, o endereço do titular conste no documento, o INPI (2000) não tem transferido esses dados para os seus registros magnéticos. Apenas a informação do(s) estado(s) do(s) titular(es) é apresentada.

Essa informação é importante para este trabalho, pois implica a exclusão das patentes cujos titulares são indivíduos (pessoas físicas) da presente análise. O peso dos indivíduos no ato de patentear é elevado no País. Em termos de patentes depositadas por residentes no Brasil, entre 1988 e 1996, de um total de 57.640 patentes, 38.802 são de pessoas físicas e 18.838 de pessoas jurídicas.

Os dados apresentados nesta seção, portanto, restringem-se a patentes cujos titulares são pessoas jurídicas. A identificação do município é realizada através do cotejamento dos dados fornecidos pelo INPI (envolvendo a identificação do titular) com as informações da **Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)** (que articula o titular com um município). Do cruzamento entre as informações do INPI com as da RAIS é construído o banco que é descrito nesta seção.

⁶ Agradecemos ao Professor Evando Mirra, do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos do Ministério de Ciência e Tecnologia (CGEE-MCT), por essa observação.

Os dados do INPI apresentam informações sobre 7.040 diferentes empresas, titulares de 23.919 patentes e/ou contratos de transferência de tecnologia, que, entre 1990 e 2000, registraram patentes e/ou averbaram contratos de transferência de tecnologia. O cruzamento desses dados com os da RAIS possibilita a identificação da localização municipal de 4.201 empresas, representando 17.587 patentes. Possivelmente, como o banco das patentes refere-se a um período mais amplo (1988 a 1999), e a RAIS, a um único ano (1997), algumas firmas que depositaram patentes no final da década de 80 e no início da década de 90 podem ter desaparecido (por falência, por fusão, por aquisição, etc.). O peso de pequenas firmas no total das patentes é importante: do total das firmas presentes nos dados do INPI, 4.001 (56,83% do total) depositam apenas uma patente.

O número de municípios com pelo menos um titular local de uma patente é 512. Os 10 municípios com maior produção tecnológica respondem por 53,69% das patentes identificadas. É importante destacar que apenas quatro municípios (São Paulo, Rio de Janeiro, Campinas e Joinville) detêm mais de 500 patentes.

Quanto aos artigos indexados, os dados baseiam-se em informações coletadas no *site* da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (s. d.), fornecidos pelo Institute for Scientific Information. Utilizando-se como critério de seleção o Science Citation Index (ISI, 1999) (que exclui revistas das áreas de ciências humanas e de artes), os 9.668 artigos publicados com autores filiados a instituições localizadas no Brasil (em 1999) são gravados a partir de consulta à *internet*. A partir dessa coleta, um banco de dados é construído, de forma a tornar operacional o tratamento das informações relevantes (autores e suas instituições, nome da revista).

A restrição a apenas um ano (1999) é uma limitação importante da análise. Mas, dada a dificuldade da montagem do banco e a escassez de informações com esse nível de detalhe, os dados apresentados a seguir devem contribuir para esse mapeamento preliminar dos recursos científicos disponíveis no País.

O número de municípios com pelo menos um autor participante de uma instituição local é 226. Os 10 municípios com maior produção científica respondem por 69% da produção científica nacional.

3 - Metodologia

3.1 - O modelo Hurdle Binomial Negativo

Como já explicitado, o objetivo deste artigo é avaliar as relações entre as produções científica e tecnológica e o bem-estar social no Brasil. Embora as relações entre essas duas variáveis sejam em duas direções, estamos investigando apenas uma delas, ou seja, em que medida o bem-estar social é capaz de responder pelas produções científica e tecnológica no Brasil. Reconhecemos essa limitação, mas as fontes de dados utilizadas nesta pesquisa dificultam a especificação de um modelo que combine ambas as direções. Temos informações para um determinado ano, não contamos com uma série temporal que nos permita avaliar os efeitos em ambas as direções.

A estimação de modelos de determinação do número de patentes e de artigos deve considerar algumas características importantes desse tipo de dado. O número de registros de patentes e de artigos publicados constitui-se em eventos, podendo ser considerados dados de contagem que assumem apenas valores inteiros, não negativos e que não possuem um valor limite superior. O valor associado a essas variáveis representa o número de vezes que o evento ocorreu.

No presente estudo, estimamos uma variação do modelo Binomial Negativo, conhecido na literatura por modelo Hurdle. Esse modelo permite estimar o processo de decisão de registros de patentes e de publicação de artigos como dois processos estocásticos distintos.⁷ O primeiro processo refere-se à decisão de produzir conhecimento e inovações, e o segundo diz respeito à decisão de quantas patentes registrar e de quantos artigos publicar. Nesse caso, é razoável supor que os agentes que determinam cada um desses processos são distintos. No caso do primeiro processo, trata-se da decisão de instalação de uma instituição de pesquisa no município, da decisão pela firma de instalar um laboratório de pesquisa e desenvolvimento ou da decisão de um empresário de investir no desenvolvimento de um novo

⁷ Como os dados são censurados, alguns autores sugerem a estimação através do estimador Heckit, argumentando que a ausência de informação pode ser devida a um problema de seleção amostral. A estimação através do método Heckit, entretanto, desconsidera que esses dados sejam dados de contagem. Além disso, no caso de patentes e de artigos publicados, não acreditamos que o zero seja decorrente de seleção amostral, mas que represente uma escolha genuína. Desse modo, a estimação através do modelo Hurdle é a mais adequada.

produto ou no melhoramento de um existente. No segundo processo, a quantidade de patentes registradas ou de artigos publicados depende de decisão relacionada ao volume de investimentos e/ou do número de profissionais alocados para atividades inovativas.

O modelo Hurdle consiste, portanto, em duas etapas. Na primeira etapa, utilizamos um modelo Logit para determinar se o município produziu conhecimentos científico e tecnológico e, na segunda, empregamos o modelo Binomial Negativo truncado ao zero (Negbin truncado ao zero) para estimar o número esperado de patentes e o número esperado de artigos, considerando a amostra de municípios com geração positiva.⁸ Estimamos dois modelos Hurdle: um para registro de patentes e o outro para publicação de artigos. Todas as variáveis do modelo Hurdle estão organizadas por municípios, seguindo a divisão territorial de 1996, o que gera um número total de 5.507 observações.

3.2 - Tratamento das variáveis

As variáveis taxa de domicílios em áreas urbanas, taxa de domicílios com coleta de lixo, taxa de domicílios com rede de abastecimento geral de água, taxa de domicílios com banheiro, taxa de alfabetização e taxa de mortalidade infantil são altamente correlacionadas (Tabelas 1 e 2 do **Apêndice**). Para contornar esse problema, optamos por construir índices que representem essas variáveis por intermédio do método dos componentes principais. Tal método estima fatores que são combinações lineares das variáveis originais que nos permitem explicar a variância observada na amostra.

As Tabelas 2 e 3 resumem os resultados encontrados. Os fatores 1 e 2 explicam, conjuntamente, 85% da variância total. O fator 1 contempla todas as variáveis citadas acima com distribuição uniforme dos pesos. Esse fator pode ser interpretado como indicador de desenvolvimento urbano, uma vez que todas as variáveis mostram que quanto maior for o índice, maior será o desenvolvimento. No caso de mortalidade infantil, como essa variável entra com sinal negativo na composição do índice, municípios com uma taxa de mortalidade infantil elevada devem apresentar, portanto, um menor índice. O fator 2, por sua vez, atribui um peso maior para a mortalidade infantil, porém com sinal positivo. Desse modo, interpretamos que esse resultado estaria

⁸ O modelo Hurdle é estimado por intermédio do método de máxima verossimilhança, construído com duas funções parametricamente independentes. Uma função para o modelo Logit tradicional e outra para o modelo Binomial Negativo truncado ao zero (Cameron et al., 1988).

captando a presença de pobreza no município. Em virtude do seu elevado grau de explicação, optamos por manter apenas os fatores 1 e 2 na análise econométrica.

Tabela 2

Método dos componentes das principais variáveis de qualidade de vida urbana

FATORES	AUTOVALOR	DIFERENÇA	PROPORÇÃO	ACUMULADO
1 (1)	3,84886	2,56458	0,64150	0,64150
2 (2)	1,28428	0,93459	0,21400	0,85550
3	0,34969	0,09602	0,05830	0,91380
4	0,25367	0,11748	0,04230	0,95610
5	0,13619	0,00888	0,02270	0,97880
6	0,12731	0,00000	0,02120	1,00000

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros**: pesquisa de informações básicas municipais 1999. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. (CD-ROM).

(1) Indicador de desenvolvimento urbano. (2) Indicador de presença de pobreza.

Tabela 3

Pesos das variáveis nos fatores 1 e 2

DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS	F1 (1)	F2 (2)
Taxa de mortalidade infantil	-0,34428	0,55850
Taxa de domicílios com rede de abastecimento geral de água	0,38952	0,41101
Taxa de domicílios com banheiro	0,43335	-0,23101
Taxa de domicílios com coleta de lixo	0,45132	0,28748
Taxa de alfabetização	0,42061	-0,42431
Taxa de domicílios em áreas urbanas	0,40167	0,45067

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros**: pesquisa de informações básicas municipais 1999. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. (CD-ROM).

(1) Indicador de desenvolvimento urbano. (2) Indicador de presença de pobreza.

4 - Resultados

O universo de municípios é de 5.507. Os municípios para os quais o(s) registro(s) de algumas das variáveis utilizadas não está(ão) bem especificado(s) foram retirados, reduzindo o banco de dados a 4.969 observações.⁹ Dos 4.969 municípios, 494 apresentam registros de patentes, e 204 possuem artigos publicados no ano de 1999, sendo que 562 possuem ou patentes ou artigos.

4.1 - Análise descritiva

Dividindo o universo de municípios (4.969) entre aqueles que possuem algum tipo de produção científica e/ou tecnológica (562) e aqueles que não possuem (4.407), destacamos a diferença nas frequências de municípios com provedor de *internet* e com livrarias. Enquanto 64% dos municípios com produções científica e tecnológica possuem provedor de *internet*, somente 10% dos municípios sem produções científica e tecnológica o possuem. No tocante à presença de livrarias, 80% dos municípios com produções científica e tecnológica registram ter pelo menos uma livraria, ao passo que, nos municípios sem essas produções, esse percentual se reduz para 32% (Tabelas 4 e 5).

No que tange às variáveis número de bibliotecas públicas e número de jornais diários, constatamos que o conjunto dos municípios que não têm nem patentes e nem artigos (4.407) possui menos de uma biblioteca pública (0,92) e 2,43 jornais diários por município. Em contraste, os municípios com algum tipo de produção científica e/ou tecnológica apresentam duas bibliotecas e 6,13 jornais diários por município.

⁹ Das 538 observações excluídas, nenhuma apresenta produções científica e tecnológica. Observando a distribuição das variáveis independentes nessa subamostra, constatamos que se trata de municípios com menor grau de desenvolvimento. Nesse sentido, a ausência de registro parece estar correlacionada ao grau de desenvolvimento, configurando viés nas observações eliminadas.

Tabela 4

Estatística descritiva para os municípios sem produções científica e tecnológica no Brasil — 1999

DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS	FREQUÊNCIA		PERCENTUAL	
	Não Tem	Tem	Não Tem	Tem
Existência de favelas ou assemelhados	3 268	1 139	74,15	25,85
Existência de incentivos às atividades econômicas	1 909	2 498	43,32	56,68
Programa de geração de emprego e renda	2 397	2 010	54,39	45,61
Programa de capacitação profissional	2 449	1 958	55,57	44,43
Presença de provedor de <i>internet</i>	3 963	444	89,93	10,07
Presença de livrarias	2 985	1 422	67,73	32,27

FONTE: IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros**: pesquisa de informações básicas municipais 1999. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. (CD-ROM).

INPI. **Banco de patentes do INPI**. Brasília, Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2000. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br>

INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION. **ISI essential science indicators 2002**. Philadelphia, PA, 2002. Disponível em: <http://www.isinet.com>

Tabela 5

Estatística descritiva para municípios com produções científica e tecnológica no Brasil — 1999

DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS	FREQÜÊNCIA		PERCENTUAL	
	Não Tem	Tem	Não tem	Tem
Existência de favelas ou asse- melhados	258	304	45,91	54,09
Existência de incentivos às ativi- dades econômicas	69	493	12,28	87,72
Programa de geração de empre- go e renda	164	398	29,18	70,82
Programa de capacitação profis- sional	160	402	28,47	71,53
Presença de provedor de <i>internet</i>	199	363	35,41	64,59
Presença de livrarias	111	451	19,75	80,25

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros**: pesquisa de informações básicas municipais 1999. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. (CD-ROM).

INPI. **Banco de patentes do INPI**. Brasília, Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2000. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br>

INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION. **ISI essential science indicators 2002**. Philadelphia, PA, 2002. Disponível em: <http://www.isinet.com>

NOTA: O número de municípios com produções científica e tecnológica é 562.

Tabela 6

Estatística das variáveis contínuas para municípios sem produções científica e tecnológica no Brasil — 1999

DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MÁXIMO
Número de bibliotecas públicas	0,9253	0,7756	0,0000	16,0000
Número de jornais diários ...	2,4350	9,5983	0,0000	500,0000
Taxa de domicílios com rede de esgoto	0,5594	0,2290	0,0000	1,0000
Taxa de domicílios com banheiro	0,8186	0,1970	0,0637	1,0000
Taxa de domicílios com coleta de lixo	0,5107	0,2450	0,0000	0,9984
Taxa de domicílios em áreas urbanas	0,5609	0,2186	0,0000	1,0000
Taxa de alfabetização	79,2386	11,2709	40,9000	99,2000

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros**: pesquisa de informações básicas municipais 1999. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. (CD-ROM).

INPI. **Banco de patentes do INPI**. Brasília, Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2000. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br>

INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION. **ISI essential science indicators 2002**. Philadelphia, PA, 2002. Disponível em: <http://www.isinet.com>

IPEA. **Atlas do Desenvolvimento Humano**. Rio de Janeiro, IPEA, 2003. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br>

NOTA: O número de municípios sem produções científica e tecnológica é 4.407.

Tabela 7

Estatística das variáveis contínuas para municípios com produções científica e tecnológica no Brasil — 1999

DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MÁXIMO
Número de bibliotecas públicas	2,0552	5,3370	0,0000	80,0000
Número de jornais diários	6,1352	20,4489	0,0000	480,0000
Taxa de domicílios com rede de esgoto	0,8232	0,1542	0,1551	0,9995
Taxa de domicílios com banheiro	0,9772	0,0563	0,4242	1,0000
Taxa de domicílios com coleta de lixo	0,8667	0,1362	0,1598	1,0000
Taxa de domicílios em áreas urbanas	0,8608	0,1520	0,1862	1,0000
Taxa de alfabetização	91,7774	5,1177	54,4000	98,2000

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros**: pesquisa de informações básicas municipais 1999. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. (CD-ROM).
 INPI. **Banco de patentes do INPI**. Brasília, Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2000. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br>
 INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION. **ISI essential science indicators 2002**. Philadelphia, PA, 2002. Disponível em: <http://www.isinet.com>
 IPEA. **Atlas do Desenvolvimento Humano**. Rio de Janeiro, IPEA, 2003. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br>

NOTA: O número de municípios sem produções científica e tecnológica é 562.

Comparando os municípios que possuem registros de patentes com os que possuem artigos publicados, verificamos que três das variáveis de infraestrutura cultural diferenciam o grupo de municípios com patentes do grupo de municípios com artigos. São elas: presença de provedor de *internet*, número de

bibliotecas e número de jornais diários. Nos municípios com artigos publicados, a frequência dessas três variáveis é sempre superior: 81% possui provedor de *internet*, o número médio de bibliotecas públicas é 3,4 e o número médio de jornais diários é 8 (Tabelas 8, 9, 10 e 11).

Tabela 8

Estatística descritiva para municípios com registros de patentes no Brasil — 1999

DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS	FREQUÊNCIA		PERCENTUAL	
	Não Tem	Tem	Não Tem	Tem
Existência de favelas ou asseme-				
lhados	221	273	44,74	55,26
Existência de incentivos às ativi-				
dades econômicas	54	440	10,93	89,07
Programa de geração de emprego				
e renda	139	355	28,14	71,86
Programa de capacitação profis-				
sional	138	356	27,94	72,06
Presença de provedor de <i>internet</i>	173	321	35,02	64,98
Presença de livrarias	94	400	19,03	80,97

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros**: pesquisa de informações básicas municipais 1999. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. (CD-ROM).

INPI. **Banco de patentes do INPI**. Brasília, Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2000. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br>

NOTA: O número de municípios com registros de patentes é 494.

Tabela 9

Estatística descritiva para municípios com artigos publicados no Brasil — 1999

DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS	FREQUÊNCIA		PERCENTUAL	
	Não Tem	Tem	Não Tem	Tem
Existência de favelas ou asseme-				
lhados	77	127	37,75	62,25
Existência de incentivos às ativida-				
des econômicas	29	175	14,22	85,78
Programa de geração de emprego				
e renda	49	155	24,02	75,98
Programa de capacitação profis-				
sional	45	159	22,06	77,94
Presença de provedor de <i>internet</i>	38	166	18,63	81,37
Presença de livrarias	24	180	11,76	88,24

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros:** pesquisa de informações básicas municipais 1999. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. (CD-ROM).

INPI. **Banco de patentes do INPI.** Brasília, Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2000. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br>

NOTA: O número de municípios com artigos publicados é 204.

Tabela 10

Estatística das variáveis contínuas para municípios
com registros de patentes no Brasil — 1999

DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MÁXIMO
Número de bibliotecas públicas	2,1194	5,6100	0,0000	80,0000
Número de jornais diários	5,3462	3,7541	0,0000	27,0000
Taxa de domicílios com rede de esgoto	0,8307	0,1493	0,1551	0,9995
Taxa de domicílios com banheiro	0,9826	0,0450	0,4242	1,0000
Taxa de domicílios com coleta de lixo	0,8776	0,1261	0,2997	1,0000
Taxa de domicílios em áreas urbanas	0,8678	0,1470	0,1905	1,0000
Taxa de alfabetização	92,4539	3,9149	54,4000	98,2000

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros**: pesquisa de informações básicas municipais 1999. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. (CD-ROM).
 INPI. **Banco de patentes do INPI**. Brasília, Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2000. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br>
 INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION. **ISI essential science indicators 2002**. Philadelphia, PA, 2002. Disponível em: <http://www.isinet.com>

NOTA: O número de municípios com registros de patentes é 494.

Tabela 11

Estatística das variáveis contínuas para municípios
com artigos publicados no Brasil — 1999

DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÍNIMO	MÁXIMO
Número de bibliotecas públicas	3,3971	8,5220	0,0000	80,0000
Número de jornais diários	8,0637	33,6222	0,0000	480,0000
Taxa de domicílios com rede de esgoto	0,8519	0,1447	0,2937	0,9995
Taxa de domicílios com banheiro	0,9696	0,0646	0,4781	0,9995
Taxa de domicílios com coleta de lixo	0,8862	0,1347	0,1598	1,0000
Taxa de domicílios em áreas urbanas	0,8936	0,1352	0,1862	1,0000
Taxa de alfabetização	91,3196	6,3745	56,0000	97,4000

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros**: pesquisa de informações básicas municipais 1999. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. (CD-ROM).

INPI. **Banco de patentes do INPI**. Brasília, Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2000. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br>
INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION. **ISI essential science indicators 2002**. Philadelphia, PA, 2002. Disponível em: <http://www.isinet.com>

NOTA: O número de municípios com artigos publicados é 204.

4.2 - Resultados do modelo

O modelo econométrico é estimado fazendo-se uso de uma especificação que considera os fatores estimados através da análise de componentes principais como *proxies* para o nível de desenvolvimento humano. Lembramos que os dois fatores são estimados utilizando-se as variáveis taxa de domicílios em área urbana, taxa de domicílios com coleta de lixo e abastecimento de água, mortalidade infantil e taxa de alfabetização.

Os resultados encontrados para a primeira etapa do modelo Logit surpreendem pela robustez do conjunto de variáveis, na medida em que, das 11 covariadas, apenas quatro não são significativas estatisticamente, e, sobretudo, os sinais são os esperados. O indicador de desenvolvimento urbano (f1), resultante do método dos componentes principais, indica uma probabilidade maior para os municípios mais desenvolvidos, ao passo que o indicador de presença de pobreza (f2) mostra que os municípios com maior incidência de pobreza têm uma chance menor de registrar patentes, uma vez que a razão de chance estimada é menor do que 1.¹⁰

A presença de incentivos econômicos, de provedor de *internet* e de livrarias contribui para a criação de patentes. No caso de incentivos econômicos, a probabilidade aumenta 101% em relação aos municípios que não têm acesso a esse tipo de recurso, enquanto a presença de provedor de *internet* e a presença de livrarias aumentam 90,86% e 69,75%, respectivamente, a chance de um município ter uma patente registrada. Embora a existência de favelas venha a ser uma característica negativa do desenvolvimento econômico, é também um indicador do grau de urbanização do município. Desse modo, a correlação positiva encontrada pode ser interpretada não porque a favela induza à geração de patentes, mas, sim, como indicativo de que quanto maior for o centro urbano, maior será a probabilidade de existência de patentes. Por outro lado, a não-significância estatística da variável número de bibliotecas públicas chama atenção, porque se espera que seja uma variável importante (Tabela 12).

Na Tabela 13, apresentamos os resultados para o modelo Logit referente à publicação de artigos; os resultados são também bastante similares, com exceção das variáveis presença de incentivos às atividades econômicas, número de bibliotecas públicas e número de jornais diários, quando comparados ao de registro de patentes. O resultado surpreendente é a magnitude da razão de chance estimada para o indicador f2, maior do que 1, o que pode ser interpretado como: quanto maior for a incidência de pobreza no município, maior será a chance de publicação de artigos. Como o indicador f2 capta a incidência de pobreza, ele atribui valores positivos tanto para cidades homogeneamente pobres como para cidades com elevados níveis de desigualdade (como os grandes centros urbanos do País). Municípios como São

¹⁰ Como os indicadores f1 e f2 são variáveis contínuas, a interpretação da razão de chances não é a mesma de uma variável binária. Entretanto, uma razão de chance menor que 1 pode ser interpretada como uma redução na probabilidade.

Paulo, Campinas, Rio de Janeiro e Belo Horizonte (que apresentam o indicador f2 maior do que 1) ilustram localidades com expressiva produção científica e com bolsões de pobreza.

Tabela 12

Resultados do modelo Logit para municípios com registros de patentes no Brasil — 1999

DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS	RAZÃO DE CHANCE	T
Presença de favelas ou assemelhados	2,366886	6,6600
Existência de incentivos às atividades econômicas	2,014382	3,9200
Programa de geração de emprego e renda	1,000166	0,0000
Programa de capacitação profissional	1,304687	1,8000
Presença de provedor de <i>internet</i>	1,908577	4,5700
Presença de livrarias	1,697474	3,5400
Número de bibliotecas	1,069584	1,3500
Número de jornais diários	0,9976649	-0,7300
Ano de instalação do município	0,9834522	-4,3100
f1 (1)	5,481485	10,3500
f2 (2)	0,5647159	-3,3200
Pseudo R ²	-	0,486900

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros**: pesquisa de informações básicas municipais 1999. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. (CD-ROM).

INPI. **Banco de patentes do INPI**. Brasília, Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2000. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br>

INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION. **ISI essential science indicators 2002**. Philadelphia, PA, 2002. Disponível em: <http://www.isinet.com>

NOTA: A categoria de referência é um município sem favelas, sem livrarias, sem programa de capacitação profissional, sem programas de incentivo e de geração de renda e sem provedor de *internet*.

(1) Indicador de desenvolvimento urbano. (2) Indicador de presença de pobreza.

Tabela 13

Resultados do modelo Logit para municípios com artigos publicados no Brasil — 1999

DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS	RAZÃO DE CHANCE	T
Presença de favelas ou assemelhados	1,701835	3,09
Existência de incentivos às atividades econômicas	1,16937	0,66
Programa de geração de emprego e renda	0,9918078	-0,04
Programa de capacitação profissional	1,221111	1,00
Presença de provedor de <i>internet</i>	4,26396	6,92
Presença de livrarias	2,028063	2,75
Número de bibliotecas	1,211695	3,78
Número de jornais diários	1,006608	2,65
Ano de instalação do município	0,9949102	-0,75
f1 (1)	2,147485	6,82
f2 (2)	1,723003	4,11
Pseudo R ²	-	0,4043

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros**: pesquisa de informações básicas municipais 1999. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. (CD-ROM).

INPI. **Banco de patentes do INPI**. Brasília, Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2000. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br>

INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION. **ISI essential science indicators 2002**. Philadelphia, PA, 2002. Disponível em: <http://www.isinet.com>

(1) Indicador de desenvolvimento urbano. (2) Indicador de presença de pobreza.

As Tabelas 14 e 15 reportam-se aos resultados do modelo de registro de patentes e de publicação de artigos de acordo com a estimação do Binomial Negativo. Nesse caso, o grau de desenvolvimento urbano e o indicador de presença de pobreza são estatisticamente significativos.

Tabela 14

Resultados do modelo Binomial Negativo truncado ao zero para municípios com registros de patentes no Brasil — 1999

DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS	COEFICIENTES	T
Presença de favelas ou assemelhados	0,9920797	4,71
Existência de incentivos às atividades econômicas	-0,0090898	-0,03
Programa de geração de emprego e renda	0,0565973	0,22
Programa de capacitação profissional	0,5674528	2,38
Presença de provedor de <i>internet</i>	0,8584361	3,19
Presença de livrarias	0,3221403	1,10
Número de bibliotecas	0,1317063	2,54
Número de jornais diários	0,0130499	0,47
Ano de instalação do município	-0,0027255	-0,33
f1 (1)	0,7145721	5,08
f2 (2)	0,4008395	2,17
Constante	-3,1470520	-3,10

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros**: pesquisa de informações básicas municipais 1999. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. (CD-ROM).

INPI. **Banco de patentes do INPI**. Brasília, Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2000. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br>

INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION. **ISI essential science indicators 2002**. Philadelphia, PA, 2002. Disponível em: <http://www.isinet.com>

(1) Indicador de desenvolvimento urbano. (2) Indicador de presença de pobreza.

Tabela 15

Resultados do modelo Binomial Negativo truncado ao zero para municípios com artigos publicados no Brasil — 1999

DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS	COEFICIENTES	T
Presença de favelas ou assemelhados	0,3758748	0,84
Existência de incentivos às atividades econômicas	-0,5287083	-0,69
Programa de geração de emprego e renda	0,6159782	0,92
Programa de capacitação profissional	-0,1645596	-0,17
Presença de provedor de <i>internet</i>	-1,5433260	-1,15
Presença de livrarias	1,3297150	1,53
Número de bibliotecas	0,1741710	3,14
Número de jornais diários	-0,0115120	-1,58
Ano de instalação do município	-0,0215057	-1,25
f1 (1)	0,6739465	3,21
f2 (2)	1,7192260	3,53
Constante	-9,4287250	-7,55

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros**: pesquisa de informações básicas municipais 1999. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. (CD-ROM).

INPI. **Banco de patentes do INPI**. Brasília, Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2000. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br>
 INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION. **ISI essential science indicators 2002**. Philadelphia, PA, 2002. Disponível em: <http://www.isinet.com>

(1) Indicador de desenvolvimento urbano. (2) Indicador de presença de pobreza.

No que tange à estimativa do número de artigos publicados, somente as variáveis número de bibliotecas públicas e as referentes a desenvolvimento do município, indicadores de grau de desenvolvimento urbano e de nível de pobreza são significativas a 5%. As variáveis presença de livrarias e número de jornais diários são significativas a 12% e a 11% respectivamente. Podemos concluir, portanto, que as variáveis de infra-estrutura cultural perma-

necem como determinantes do número esperado de artigos publicados. A presença de mais uma biblioteca no município gera um número esperado de artigos 17% maior.

Nas etapas da estimação, observamos que o ajuste do modelo Logit é melhor que o do Binomial Negativo, uma vez que o pseudo R^2 do primeiro é bastante elevado, estando em torno de 0,4, ao passo que no Binomial Negativo assume valores próximos a 0,06. Possivelmente, o reduzido número de observações no modelo Binomial Negativo (494 municípios com patentes e 204 municípios com artigos) afete a estimação do mesmo.¹¹

Realizamos o teste de especificação do modelo Hurdle contra o modelo de Poisson para as duas situações (registro de patentes e produção de artigos); o modelo de Poisson foi rejeitado, ratificando a utilização do Hurdle.

Os resultados obtidos no modelo Hurdle podem ser sintetizados conforme nossos grupos de variáveis. A infra-estrutura cultural (presença de provedor de *internet* e de livrarias, número de bibliotecas e de jornais diários) explica as decisões de registrar patentes e de publicar artigos. A segunda etapa do processo decisório, quanto de patentes e de artigos produzir, estimado pelo modelo Binomial Negativo, mostra que a infra-estrutura cultural já não é tão importante, pois apenas as variáveis número de bibliotecas e provedor de *internet* são determinantes.

Além disso, os grupos de variáveis de infra-estrutura urbana, de saúde e de educação, redefinidos por meio do método de componentes principais como indicador de desenvolvimento urbano e como presença de pobreza do município, são determinantes das duas etapas do processo decisório referente às produções científica e tecnológica. Em outras palavras, quanto mais desenvolvido e quanto maior for a presença de pobreza, maior será a chance de registrar patentes e de publicar artigos e maior será o número esperado de patentes, como também o número esperado de artigos.

A variável presença de favelas ou assemelhados¹² no município está também correlacionada à decisão de produzir patentes/artigos e à decisão quanto ao número de patentes a serem registradas. E sua importância deve ser explicada pelo grau de urbanização do município, porque quanto maior for

¹¹ No modelo Binomial Negativo, a função de máxima verossimilhança converge, mas não parece ser côncava.

¹² A princípio, essa variável integrava o grupo de variáveis referentes à infra-estrutura urbana. No entanto, o método de componentes principais indicou que ela deveria ser excluída desse grupo redefinido em f1 e f2.

o centro urbano, maior será a probabilidade de existência de favelas, assim como de condições favoráveis de infra-estrutura cultural e de desenvolvimento urbano.

5 - Conclusões preliminares

Este trabalho é um esforço inicial para uma avaliação mais abrangente das complexas relações entre as produções científica e tecnológica e o bem-estar social. A contribuição do artigo está na avaliação estatística realizada, tomando o município como nível de análise e utilizando dados disponíveis de ciência, tecnologia e bem-estar social.

Duas conclusões preliminares podem ser mencionadas:

- há uma forte relação entre a infra-estrutura cultural e as produções científica e tecnológica;
- há uma complexa associação entre as produções científica e tecnológica e os dados de bem-estar social. Os resultados dos testes realizados indicam que as produções científica e tecnológica estão associadas tanto a indicadores de desenvolvimento humano como a indicadores de presença e incidência de pobreza.

Como compreender essas duas conclusões?

A associação direta e clara entre dados de infra-estrutura cultural (bibliotecas, jornais, *internet*) e desenvolvimento tecnológico não é de difícil compreensão. Certamente, a disponibilidade de mais recursos desse tipo é uma pré-condição para as produções científica e tecnológica.

Já a correlação entre produções científica e tecnológica e desenvolvimento e incidência da pobreza exige uma discussão mais cuidadosa. Pelo menos quatro argumentos podem ser considerados nessa explicação.

Em primeiro lugar, a distribuição espacial das atividades de ciência e tecnologia de certa forma acompanha o mapa brasileiro de concentração regional de renda e de atividades econômicas. Por isso, a obtenção de um IDH correspondente ao de um país de alto desenvolvimento humano ($IDH > 0,8$) tem efeitos tão significativos na probabilidade de identificação de produções científica e tecnológica em um município.

Em segundo lugar, essa correlação reflete um elemento estrutural do desenvolvimento brasileiro. Ou seja, embora exista associação entre desenvolvimento tecnológico e desenvolvimento humano, o desenvolvimento humano identificado é concentrado, gerando bolsões de pobreza. As desigualdades não apenas se identificam no nível regional, mas também no interior

das cidades. Talvez essa seja a maior contribuição da combinação entre os indicadores f1 e f2 propostos no texto: uma grande cidade, simultaneamente, obtém altos valores nos dois indicadores, demonstrando a combinação entre desenvolvimento e presença de pobreza. Celso Furtado (1997) é um autor indispensável para aprofundar essa linha de investigação, especialmente quando chama atenção para uma característica do subdesenvolvimento: a articulação entre a inadequação da tecnologia e o par “modernização-marginalização” (Furtado, 1997, p. 33).

Uma outra forma de interpretação desse resultado diz respeito ao impacto da infra-estrutura científico-tecnológica sobre as condições de vida. A associação encontrada entre infra-estrutura científico-tecnológica e condições de vida aqui identificadas sugere que há uma relação causal na direção entre ciência e tecnologia e desenvolvimento humano, porém esta não é tratada neste trabalho, podendo ser incorporada em pesquisa futura, permitindo avaliar a endogeneidade entre infra-estrutura científico-tecnológica e desenvolvimento humano.

E, por último, sabendo-se que a infra-estrutura científica se desenvolveu mais do que a tecnológica nas últimas três décadas, por que essa infra-estrutura ainda não consegue gerar condições de bem-estar? Dois fatores podem estar atuando nesse ponto: por um lado, a produção científica brasileira ainda não conseguiu acumular massa crítica suficiente para influenciar, de forma perceptível, a realidade social; por outro, podem existir desconexões entre as linhas de concentração das atividades científicas e as necessidades sociais mais urgentes da população mais pobre do País ou, talvez, uma combinação entre esses elementos de falta de massa crítica e desconexão parcial.

Os próximos passos dessa linha de pesquisa podem envolver quatro linhas de elaboração: (a) do ponto de vista teórico, aperfeiçoar a compreensão das raízes estruturais da articulação “modernização-marginalização”, conforme a abordagem de Celso Furtado; (b) do ponto de vista dos dados, ampliar as bases, de forma a permitir uma avaliação mais detalhada e mais abrangente dos municípios brasileiros (em especial com a inclusão de patentes de indivíduos na base); (c) do ponto de vista regional, avaliar com mais cuidado a existência de conexões e desconexões entre as produções científica e tecnológica no País; e (d) do ponto de vista do modelo, contando com a ampliação da base de dados, buscar formas de testar a causalidade nos dois sentidos, de forma a averiguar a operação de mecanismos de retroalimentação positiva entre as dimensões tecnológica e social.

Apêndice

Tabela 1

Matriz de correlação das variáveis independentes para os municípios brasileiros — 1999

DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS	NÚMERO DE BIBLIOTECAS	PRESENÇA DE LIVRARIAS	NÚMERO DE JORNAIS DIÁRIOS	TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL	TAXA DE REDE DE ABASTECIMENTO GERAL DE ÁGUA	TAXA DE DOMICÍLIOS COM BANHEIRO (1)	TAXA DE DOMICÍLIOS COM COLETA DE LIXO (1)	TAXA DE ALFABETIZAÇÃO	PROGRAMA DE GERAÇÃO DE EMPREGO E RENDA	EXISTÊNCIA DE FAVELAS OU ASSEMBLHADOS	PRESENÇA DE PROVEDOR DE INTERNET	TAXA DE DOMICÍLIOS EM ÁREAS URBANAS	PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO PROFISSIONAL
Número de bibliotecas ...	1,0000												
Presença de livrarias	0,1264	1,0000											
Número de jornais diários	0,0387	0,0684	1,0000										
Taxa de mortalidade infantil	-0,0733	-0,1845	-0,0657	1,0000									
Taxa de domicílios com rede de abastecimento geral de água (1)	0,1452	0,2698	0,0892	-0,2761	1,0000								
Taxa de domicílios com banheiro (1)	0,1026	0,2739	0,0859	-0,6194	0,4790	1,0000							
Taxa de domicílios com coleta de lixo (1)	0,1628	0,3468	0,1261	-0,3749	0,7451	0,6690	1,0000						
Taxa de alfabetização	0,1190	0,3179	0,0960	-0,8098	0,4025	0,7886	0,5662	1,0000					
Programa de geração de emprego e renda	0,0892	0,2287	0,0517	-0,0536	0,1157	0,0978	0,1553	0,1279	1,0000				
Existência de favelas ou assemelhados	0,0940	0,1948	0,0491	0,0446	0,0892	0,0597	0,1182	0,0288	0,1779	1,0000			
Presença de provedores de internet	0,1713	0,4107	0,1025	-0,1866	0,3396	0,2578	0,4075	0,3166	0,2117	0,2111	1,0000		
Taxa de domicílios em áreas urbanas	0,1618	0,3290	0,1054	-0,2366	0,7507	0,5007	0,8424	0,4119	0,1244	0,1544	0,4082	1,0000	
Programa de capacitação profissional	0,0982	0,2189	0,0639	-0,0098	0,1087	0,0724	0,1494	0,0890	0,4687	0,1692	0,2138	0,1453	1,0000

FORNTE DOS DADOS BRUTOS: IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros**: pesquisa de informações básicas municipais 1999. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. (CD-ROM).

(1) A variável refere-se ao percentual de domicílios atendidos.

Tabela 2

Matriz de correlação das variáveis independentes com *dummy* de produção intelectual igual a 1 para os municípios brasileiros — 1999

DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS	NÚMERO DE BIBLIOTECAS	PRESENCIA DE LIVRARIAS	NÚMERO DE JORNAIS DIÁRIOS	TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL	TAXA DE DOMÍLIOS COM REDE DE ABASTECIMENTO GERAL DE ÁGUA	TAXA DE DOMÍLIOS COM BANHEIRO (1)	TAXA DE DOMÍLIOS COM COLETA DE LIXO (1)	TAXA DE ALFABETIZAÇÃO	PROGRAMA DE GERAÇÃO DE EMPREGO E RENDA	EXISTÊNCIA DE FAVELAS OU ASSEMBLHADOS	PRESENCIA DE PROVEDOR DE INTERNET	TAXA DE DOMÍLIOS EM ÁREAS URBANAS	PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO PROFISSIONAL
Número de bibliotecas ..	1,0000												
Presença de livrarias	0,0915	1,0000											
Número de jornais diários	0,0168	-0,0728	1,0000										
Taxa de mortalidade infantil	-0,0605	-0,1030	-0,0268	1,0000									
Taxa de domicílios com rede de abastecimento geral de água (1)	0,1297	0,1778	0,0710	-0,1605	1,0000								
Taxa de domicílios com banheiro (1)	0,0327	0,1314	0,0028	-0,6193	0,3937	1,0000							
Taxa de domicílios com coleta de lixo (1)	0,1305	0,1930	0,0454	-0,3368	0,6820	0,5719	1,0000						
Taxa de alfabetização	0,1062	0,2152	-0,0072	-0,7171	0,3322	0,8102	0,5309	1,0000					
Programa de geração de emprego e renda	0,1013	0,1928	-0,0444	-0,0225	0,0570	0,0383	0,0809	0,1269	1,0000				
Existência de favelas ou assemelhados	0,1274	0,1439	0,0652	0,0960	0,0951	0,0075	0,1408	0,0680	0,1941	1,0000			
Presença de provedores de internet	0,1333	0,3616	-0,0140	-0,0783	0,3618	0,1954	0,3645	0,2275	0,2040	0,1467	1,0000		
Taxa de domicílios em áreas urbanas	0,1314	0,2359	0,0571	-0,1320	0,6950	0,3850	0,8384	0,3541	0,1076	0,2189	0,3911	1,0000	
Programa de capacitação profissional	0,1123	0,1822	0,0468	0,0041	0,0971	0,0791	0,1324	0,1460	0,4797	0,1309	0,2584	0,1570	1,0000

FONTE DOS DADOS BRUTOS: IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros**: pesquisa de informações básicas municipais 1999. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. (CD-ROM).
 INPI. **Banco de patentes do INPI**. Brasília, Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2000. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br>
 INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION. **ISI essential science indicators 2002**. Philadelphia, PA, 2002. Disponível em: <http://www.isinet.com>

(1) A variável refere-se ao percentual de domicílios atendidos.

Referências

- ABRAMOVITZ, M. **Thinking about growth**. Cambridge: Cambridge University, 1989.
- CAMERON, A. C. et al. A microeconomic model of the demand for health care and health insurance in Australia. **Review of Economics Studies**, Bristol, Ing., Tieto, v. 55, n. 1, p. 85-106, 1988.
- FAPESP. **INDICA.BIB**: fontes documentais de informações sobre indicadores de CT4I. São Paulo: FAPESP, s. d. Disponível em: <http://www.fapesp.br/indicadores/bd2.php>
- FURTADO, C. Entre inconformismo e reformismo. In: FURTADO, C. **Obra Autobiográfica**. São Paulo: Paz & Terra, 1997, t. III.
- GRILICHES, Z. Patent statistics as economic indicators: a survey. **Journal of Economic Literature**, Nashville, Ten., American Economic Association, v. 28, n. 4, p. 1661-1706, Dec 1990.
- IBGE. **Perfil dos municípios brasileiros**: pesquisa de informações básicas municipais 1999. Rio de Janeiro: IBGE, 2001. (CD-ROM).
- INPI. **Banco de patentes do INPI**. Brasília, Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, 2000. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br>
- INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION. **ISI essential science indicators 2002**. Philadelphia, PA, 2002. Disponível em: <http://www.isinet.com>
- INSTITUTE FOR SCIENTIFIC INFORMATION. **Science citation index**. Philadelphia, PA: ISI, 1999. Disponível em: <http://www.thomsonisi.com>
- IPEA. **Atlas do Desenvolvimento Humano**. Rio de Janeiro, IPEA, 2003. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br>
- MURRAY, C. J.; LOPEZ, A. (Ed.). **The global burden of disease**: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected. Harvard: Harvard School of Public Health, 1996.
- NORONHA, K. V. M. S. **Dois ensaios sobre a desigualdade social em saúde**. Belo Horizonte: CEDEPLAR/UFMG, 2001, 105p. (Dissertação de mestrado).

SIMÕES, Celso Cardoso da Silva. **A mortalidade infantil na transição da mortalidade no Brasil**: um estudo comparativo entre o Nordeste e o Sudeste. Belo Horizonte: UFMG, 1997. (Tese de doutorado — Universidade Federal de Minas Gerais — Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional).

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM. **Human development report 2001**: making new technologies work for human development. New York: UNDP, 2001. Disponível em: www.undp.org

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE. **Patent counts by country/state and year all patents, all types**: January, 1977-December 31, 2003. Washington, DC: USPTO, 2004. Disponível em: <http://www.uspto.gov>

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric analysis of cross-section and panel data**. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2001.

WORLD BANK. **World development report 1993**: investing in health. Oxford: Oxford University, 1993.