

## **Atributos urbanos e produção de conhecimento nos municípios de Minas Gerais: uma análise exploratória de dados<sup>1</sup>**

**Ulisses Pereira dos Santos**

Professor do CEDEPLAR/FACE/UFMG

**José Carlos Miranda da Silva**

Graduando em Relações Econômicas Internacionais-UFMG  
Bolsista de Iniciação Científica - Probic – FAPEMIG

**Thalita Cristine Freitas Silva**

Graduanda em Ciências Econômicas-UFMG  
Bolsista de Iniciação Científica - Probic – FAPEMIG

**Resumo:** O presente trabalho busca avaliar as relações entre a presença de atributos urbanos e a produção de conhecimento nos municípios de Minas Gerais. Para tal, são observadas duas formas de conhecimento, o conhecimento sintético, relacionado à capacidade produtiva local, e o conhecimento analítico, intensivo em ciência. Utilizando a técnica de Análise de Correlações Canônicas, foi possível observar que aspectos relativos à estrutura urbana municipal, como escala e densidade do emprego, são relevantes para a produção local de conhecimento. São observáveis diferenças sensíveis entre os atributos mais importantes para a produção de cada tipo de conhecimento.

**Abstract:** This paper aims to evaluate the relationship between the presence of specific urban attributes and the local knowledge production in the municipalities of Minas Gerais (Brazil). Two kinds of knowledge were investigated, the synthetic knowledge, which is related to local productive capacity, and the analytical knowledge, more intensive in science. Using the Canonical Correlation Analysis, it was observed that aspects related to the municipal urban structure, such as employment density and local scale, are relevant for local knowledge production. Important differences regarding the most important attributes for the production of each type of knowledge were found.

**Palavras Chave:** Conhecimento, Patentes, Artigos Científicos, Correlações Canônicas, Minas Gerais

**Key Words:** Knowledge, Patents, Scientific Articles, Canonical Correlations, Minas Gerais

**Área Temática:** 2 – Teoria Econômica e Economia Aplicada

---

<sup>1</sup> O presente trabalho contou com financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG – Projeto APQ-00577-17, Demanda Universal 2017.

# **Atributos urbanos e produção de conhecimento nos municípios de Minas Gerais: uma análise exploratória de dados**

## **1 Introdução**

O estado de Minas Gerais constitui um importante ator do sistema brasileiro de inovação, se destacando tanto pela sua produção de conhecimento técnico quanto científico. No entanto, é marcado por disparidades regionais, sendo a participação de seus 853 municípios no esforço de produção do conhecimento extremamente desequilibrada. Nesse sentido, se faz importante a compreensão acerca dos aspectos que seriam os mais relevantes para determinar a produção de conhecimento técnico e científico entre os municípios mineiros.

Para tal, distingue-se aqui o conhecimento em duas frentes, o conhecimento sintético, alinhado ao saber produtivo, e o conhecimento analítico, relacionado à capacidade científica (ASHEIM; GERTLER, 2005). Essas duas formas de conhecimento serão consideradas na análise que se propõe de forma a tentar entender como atributos urbanos influenciam em sua criação. Entende-se que elementos como o grau de urbanização, a presença de aglomerações econômicas e a acessibilidade a serviços públicos e econômicos, bem como a dinâmica da economia local, guardam relações com a capacidade local de produzir conhecimento. Tal relação entre será observada aqui, a partir do uso de estatísticas de patentes e marcas, como proxy para o conhecimento técnico e produtivo, e artigos científicos publicados, como proxy para o conhecimento científico. Por meio do método de análise de correlações canônicas tentar-se-á combinar essas diferentes formas de conhecimento e captar suas relações com um segundo grupo de variáveis referentes às características urbanas dos municípios de Minas Gerais com mais que 20 mil habitantes.

O que se objetiva fazer no presente estudo, portanto, é avaliar como a existência de atributos urbanos específicos influencia a geração de conhecimento técnico científico nos municípios de Minas Gerais.

Para tal exercício esse artigo está dividido em 6 seções, sendo a primeira essa introdução. Na segunda seção são discutidos, com base na literatura, aspectos relacionados à dinâmica regional e local e os sistemas de inovação. Na terceira seção são apresentados aspectos gerais acerca do sistema de inovação de Minas Gerais. Na quarta seção é introduzida a metodologia empregada para a análise dos determinantes urbanos para a produção de conhecimento pelos municípios do estado, bem como as variáveis escolhidas para tal. Na quinta seção são apresentados os resultados obtidos a partir do uso da técnica de análise de correlações canônicas. A sexta seção conclui o trabalho.

## **2 A dimensão regional/local e os sistemas de inovação**

A análise regional dos sistemas de inovação e da produção de conhecimento se coloca como um importante elemento para o entendimento dos processos de desenvolvimento desigual. Esse desafio ganha maior relevância ao se tratar de países de dimensões continentais, como é o caso do Brasil, em que o sistema nacional de inovação (SNI) é formado por regiões com trajetórias e dinâmicas bastante diferentes e particulares (EDQUIST, 2005). Nesse sentido, a literatura incita questões sobre o papel das regiões no desenvolvimento dos SNIs, levantando inquietações implícitas ou explícitas, sobre como as atividades inovativas se distribuem localmente (ASHEIM, 1996; ASHEIM; BOSCHMA; COOKE, 2011; COOKE, 1992). Aspectos como a proximidade regional e a identificação social, pautada na partilha de um mesmo ambiente local, potencializariam os fluxos de informações fundamentais para a atividade inovativa.

Esse fenômeno pode estar alinhado à existência de trajetórias tecnológicas regionais, construídas ao longo da formação econômica de um espaço específico e baseadas nas economias de aglomeração industrial (MARSHALL, 1983). A aglomeração das atividades industriais e tecnológicas criaria uma série de externalidades capazes de induzir e intensificar o crescimento local e o progresso técnico. Como forma de potencializar essas externalidades, a provisão de infraestrutura e serviços para regiões marcadas pela presença de aglomerações se colocaria como estratégia de desenvolvimento. Tal estratégia se refletiria em ações orientadas à provisão de equipamentos urbanos, como estradas, aeroportos e serviços públicos, e de equipamentos de pesquisa e desenvolvimento, como universidades e laboratórios. No entanto, em economias com baixo grau de desenvolvimento e, conseqüentemente, baixo nível de renda, a escassez de recursos levaria à ação estatal prioritariamente focada em regiões com potencial de crescimento. Ou seja, regiões com maior dinamismo econômico tenderiam a concentrar os esforços públicos para o desenvolvimento infraestrutural e institucional, o que, por sua vez, reforçaria seu dinamismo econômico prévio.

Assim, para as perspectivas como a estruturalista e a neoschumpeteriana, a distribuição desigual dos atributos do sistema de inovação no espaço pode ajudar a explicar a concentração do crescimento econômico em determinadas regiões. Por tal razão, a concentração territorial de renda, característica marcante das economias menos desenvolvidas, apresenta forte relação com a distribuição espacial dos pilares que compõem o SNI (SANTOS, 2014). Ou seja, localidades dotadas de ativos de ciência e tecnologia tendem se desenvolver mais rapidamente que outras, aprofundando a diferença entre as regiões mais ricas e pobres em um determinado sistema econômico.

Já no pioneiro trabalho de Freeman (1987) sobre o conceito de sistema nacional de inovação e o processo de catch up japonês, há referências sobre a influência de políticas tecnológicas orientadas para o desenvolvimento de capacitações regionais no processo de expansão industrial daquele país. Nesse sentido, o autor destaca a importância das políticas regionais nos processos de desenvolvimento industrial, com vistas a levar à maior parte do território nacional o acesso os conhecimentos técnicos e científicos necessários para tanto. Fica assim, evidente a importância da abrangência territorial do

sistema de inovação como forma de promoção de um crescimento mais equilibrado territorialmente.

Entende-se, ainda à luz dessa perspectiva, que as regiões detêm um papel essencial para os processos de criação e difusão de conhecimento, uma vez que suas formas tácita ou científica são relacionadas às trajetórias regionais específicas. Nesse sentido, Asheim e Coenen (2005) classificam essas formas de conhecimento regionalmente criado em duas classes, o conhecimento sintético e o conhecimento analítico. O primeiro deles seria relativo ao saber produtivo, alinhado às configurações econômicas locais. A inovação sustentada pelo conhecimento sintético teria suas bases na combinação de saberes previamente existentes, tácitos, e relacionados a uma cultura produtiva local. Normalmente, esse tipo de conhecimento é alinhado a setores tradicionais, com baixa intensidade em ciência, sendo a sua transferência pautada especialmente nas interações horizontais e verticais observadas em aglomerações produtivas. Já o conhecimento analítico seria aquele sustentado pela ciência sendo, portanto, intensivo em P&D acadêmico e privado. Logo, demandaria a existência local de organizações orientadas para a pesquisa científica e para a formação de pesquisadores. A transferência desse tipo de conhecimento se daria especialmente sob a forma de divulgações científicas, qualificação técnica ou realização de pesquisas conjuntas.

Perante a essa distinção, haveria, então, localidades mais engajadas em uma forma de conhecimento do que em outra. Aquelas alinhadas ao conhecimento científico apresentariam maior necessidade de contar com entes mais avançados do sistema de inovação. Nesse contexto, a presença local de universidades, centros de pesquisa e agências de fomento ao desenvolvimento científico seriam fundamentais para a atividade inovativa dessas regiões. Para elas, também se colocaria como um requisito para o desenvolvimento técnico a existência de fluxos de informação dinâmicos envolvendo tais instituições e o ambiente produtivo local. Destaca-se que a existência de atividades privadas de P&D também figuraria como um importante elemento para a produção local de conhecimento, o que, por sua vez, pressupõe a formação de cientistas altamente qualificados (mestres e doutores). Este seria o arquétipo dos sistemas regionalizados de inovação, para os quais a presença de uma aglomeração produtiva seria complementada por um aparato institucional voltado para a geração e difusão do conhecimento científico e para a formação de cientistas (COOKE, 2001).

Já as regiões mais especializadas no conhecimento sintético, teriam na presença de aglomerações produtivas e nas interações verticais e horizontais entre seus membros as suas principais fontes de inovações (ASHEIM; COENEN, 2005). Para as regiões especializadas em atividades alinhadas a esse tipo de conhecimento, a cultura produtiva e a especialização industrial seriam os elementos mais relevantes para a inovação. As indústrias com esse perfil são aquelas baseadas em tecnologias já maduras e plenamente difundidas, havendo, desta forma, pouco espaço para inovações radicais. Em tais segmentos predominam inovações incrementais, sendo elas na maioria das vezes alinhadas à prática produtiva e pautadas nas interações envolvendo fornecedores e consumidores ou concorrentes pertencentes a uma mesma aglomeração. Para os SRIs

caracterizados pela especialização em setores alinhados a esse tipo de conhecimento a existência de instituições científicas apresentaria importância secundária, assim como a disponibilidade de cientistas com alto grau de qualificação. A tradição produtiva e os fluxos de informação construídos pelas interações sustentadas na cooperação e na competição entre as empresas componentes da aglomeração produtiva local seriam os elementos chave para essas regiões em seu processo de inovação (COOKE, 2001).

Acredita-se, ainda, que as duas formas de conhecimento consideradas, o sintético e o analítico, demandam um nível significativo de urbanização para o seu desenvolvimento e disseminação (STORPER; VENABLES, 2004). Nesse sentido, o meio urbano proporcionaria, por suas características, o estabelecimento de canais de informação que impulsionariam a criatividade local (FLORIDA, 1995). Economias urbanas e de aglomeração contribuiriam para esse processo, ao criar forças de atração promovendo a concentração de agentes geradores e difusores de conhecimento nas cidades. Assim sendo, os centros urbanos mais dinâmicos se destacariam por atrair e concentrar a localização dos atores relevantes para o processo de desenvolvimento econômico e tecnológico, como as universidades e os laboratórios de pesquisa, além de outros agentes econômicos relevantes como é o sistema financeiro. As cidades proporcionam um fluxo intenso de pessoas e informações que potencializam a atividade criativa, e consequentemente a produção de conhecimento nas suas mais diversas formas (BUNNELL; COE, 2001).

Nessa linha, é possível destacar a existência de relações positivas entre o grau de urbanização, ou a existência de atributos urbanos específicos, e a capacidade de produção de conhecimento e de inovar dos atores locais (GONÇALVES, 2006; SIMÕES; MARTINS; MORO, 2014).

### **3 O sistema de inovação de Minas Gerais: características gerais**

O Brasil é um país marcado por profundas desigualdades internas, sendo que tais assimetrias, especialmente as de caráter econômico, são atribuídas à condição de subdesenvolvimento em que o país se encontra. Cenário muito similar é observado em menor escala ao longo do território do estado de Minas Gerais. Autores que se dedicaram a compreensão do desenvolvimento e subdesenvolvimento econômico afirmam que tal fenômeno tenha relação com a distribuição espacial dos frutos do progresso científico e tecnológico (FURTADO, 1967). Deste modo, entende-se que a apropriação da renda gerada em função do avanço técnico é realizada desigualmente pelas regiões brasileiras (Furtado, 1959). O mesmo ocorre internamente aos estados e regiões do país. Nesse sentido, aquelas localidades dotadas de melhor infraestrutura urbana e de ativos de C&T mais avançados concentrariam a maior parcela da renda e da produção nacionais.

O estado de Minas gerais possui um vasto e diversificado território, dividido em 853 municípios. Suas características geográficas, políticas e econômicas tornam-no representativo como exemplo em escala reduzida para análises relacionadas à condição do desenvolvimento do SNI brasileiro. Formatado principalmente durante a segunda metade do século XX, no âmbito do processo de substituição de importações brasileiro,

o sistema regional de inovação de Minas Gerais não completou sua trajetória de desenvolvimento, sendo marcado, sobretudo, pelos esforços estatais e pela grande participação do capital estrangeiro (DINIZ, 1981). A tradição mineradora, e a disponibilidade recursos naturais, orientou a industrialização mineira para os setores alinhados à indústria metal-mecânica, a qual se concentrou na sua região central e, especialmente, no entorno da capital.

Esse processo de industrialização é marcado pelo aprofundamento das desigualdades regionais em Minas Gerais, dado que as regiões contempladas pela aceleração industrial, e aquelas indiretamente beneficiadas por esse processo, apresentaram maior dinamismo que outras fora desse circuito. Ao fim de seu processo de substituição de importações, o estado de Minas Gerais já contava com um dos sistemas de inovação mais avançados do Brasil, embora ainda imaturo, o qual se destaca no contexto nacional pela quantidade de universidades e institutos federais de pesquisa presentes em seu território (LEMOS; DINIZ, 1999). O arcabouço institucional do sistema de inovação de Minas Gerais conta com dezessete universidades públicas, entre federais e estaduais<sup>2</sup>; além de institutos públicos de pesquisa e de uma das principais fundações estaduais de financiamento à pesquisa do Brasil. Trata-se de um importante polo produtor de conhecimento técnico e científico frente à conjuntura brasileira.

As bases desse SRI começaram a ser construídas ainda no fim do século XIX com a criação da Escola de Minas de Ouro Preto, a qual foi estabelecida com o propósito de viabilizar a exploração mineral no estado, a partir do desenvolvimento de atividades de ensino e pesquisa (CARVALHO, 2002). Desde então foram desenvolvidas no estado importantes capacitações científicas alinhadas aos segmentos que pautaram a formação econômica de Minas Gerais. Os principais destaques são a minero-metalurgia e a pesquisa agrícola (SUZIGAN; ALBUQUERQUE, 2011).

Nesse sentido, desvela-se o papel fundamental de incentivo do estado no desenvolvimento científico, basilar para a capacidade de se produzir inovações. No entanto, mesmo contando com uma das melhores estruturas regionais de inovação do país, o SI mineiro ainda enfrenta problemas, tais como: a coexistências de regiões modernas e marginalizadas no que tange à produção; a concentração regional do conhecimento científico e o baixo grau de cooperação entre o setor produtivo e as instituições de ensino e pesquisa (RAPINI et al., 2009; SANTOS, 2008). A superação dessas deficiências mostra-se como primordial para o amplo desenvolvimento econômico e social, não só do SI mineiro, mas também do nacional.

#### **4 O panorama geral da realidade produtiva mineira.**

Como observado acima, o estado de Minas Gerais reflete a heterogeneidade regional e estrutural que caracteriza o subdesenvolvimento brasileiro. Tomando como base as 12 mesorregiões que abrigam todos os 853 municípios do estado é possível ter uma ideia da diversidade regional observada em Minas Gerais. Um primeiro aspecto que

---

<sup>2</sup> Dados disponíveis no sitio do MEC (<https://www.mec.gov.br/>). Consulta realizada em abril de 2019.

salta aos olhos diz respeito ao substancial nível de desigualdade econômica entre as regiões. No ano de 2015, três das doze mesorregiões concentravam mais de dois terços de toda a renda estadual. A região Metropolitana de Belo Horizonte, o Triângulo Mineiro e o Sul/Sudeste de Minas são os locais mais dinâmicos da economia mineira, onde o setor de serviços destaca-se com maior representatividade no produto final e onde a indústria também possui bastante peso.

A regiões da Zona da Mata, Vale do Rio Doce, Oeste e Norte de Minas possuem uma significativa participação no PIB estadual, somando 22% desse; o destaque também fica por conta dos setores de serviços e da indústria de transformação e extrativa. Locais como Campo das Vertentes, Noroeste de Minas e Central mineira produzem 5,3% do produto estadual e tem o setor agricultor como seu segmento mais dinâmico.

As faixas mais pobres do território mineiro são justamente o Vale do Jequitinhonha e o Vale do Mucuri, que contribuem com 2,3% do PIB estadual, os quais contam com a agropecuária como setores mais importantes.

É possível inferir a influência que as fronteiras estaduais têm na composição da economia de cada região. No caso do Sul/Sudeste de Minas verifica-se que a proximidade com o estado de São Paulo tem influência na dinâmica produtiva desta região por meio de transbordamentos espaciais oriundos da economia paulista. De forma similar, a Zona da Mata se beneficia da proximidade com o estado do Rio de Janeiro. Já nas regiões do Norte de Minas percebe-se uma redução significativa da influência territorial de outros estados.

**Tabela 1: Ranking dos 10 Municípios com maior Produção Tecnológica de Minas Gerais em 2015**

| <b>Município</b>             | <b>Dep. Patentes (2015)</b> | <b>Dep. Patentes Per Capita (p/milhão de hab)</b> |
|------------------------------|-----------------------------|---|
| Belo Horizonte               | 293                         | 117,080   |
| Uberlândia                   | 34                          | 51,331  |
| Uberaba                      | 29                          | 90,027  |
| Contagem                     | 28                          | 43,159  |
| Juiz de Fora                 | 27                          | 48,624  |
| Pouso Alegre                 | 21                          | 145,989   |
| Sete Lagoas                  | 15                          | 64,625  |
| Poços de Caldas              | 14                          | 85,534  |
| Betim                        | 13                          | 31,152  |
| Nova Lima                    | 12                          | 133,482   |
| <b>Total de Minas Gerais</b> | <b>728</b>                  | <b>6817,039</b>                                   |

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do INPI

No que tange à produção de conhecimento, as tabelas 1 e 2 mostram os 10 municípios com maiores números de depósitos de patentes e publicações de artigos em periódicos internacionais. Estatísticas de patentes têm sido recorrentemente utilizadas

pela literatura como uma proxy para a produção de conhecimento tecnológico ou de inovações tecnológicas (GRILICHES, 1990). Apesar dos problemas observados para esse indicador ele segue como o mais adequado para avaliar a produção técnica de organizações ou regiões. Os artigos científicos também têm emprego recorrente em estudos empíricos orientados para a análise da produção de conhecimento científico. A partir da observação desses indicadores referentes ao sistema de inovação de Minas Gerais é destacável a concentração do número de depósitos de patentes em Belo Horizonte, 40% do total. Esse quadro mostra que quase a metade do conhecimento técnico quantificável gerado no estado tem suas origens na capital. Os dez municípios do estado com mais patentes depositadas em Minas Gerais concentram 67% do total de depósitos de residentes no estado. Ademais, destaca-se que a grande maioria dos municípios do estado, 751, não apresentou depósitos de patentes no ano avaliado, 2015.

**Tabela 2: Ranking dos 10 Municípios com maior Produção Científica de Minas Gerais em 2015.**

| <b>Município</b>    | <b>Produção Científica (2015)</b> | <b>Produção Científica (p/milhão de hab)</b> |
|---------------------|-----------------------------------|--|
| Belo Horizonte      | 2055                              | 821,160                                      |
| Viçosa              | 551                               | 7126,413                                     |
| Lavras              | 417                               | 4159,891                                     |
| Juiz de Fora        | 354                               | 637,512                                      |
| Uberlândia          | 321                               | 484,629                                      |
| Uberaba             | 173                               | 537,057                                      |
| Alfenas             | 136                               | 1727,818                                     |
| Ouro Preto          | 128                               | 1728,889                                     |
| Itajubá             | 102                               | 1062,279                                     |
| Diamantina          | 89                                | 1856,023                                     |
| <b>Minas Gerais</b> | <b>4875</b>                       | <b>233,600</b>                               |

**Fonte: Elaboração própria a partir de dados do ISI Web of Science.**

A capital também apresenta uma grande participação nas autorias de artigos científicos publicados em periódicos internacionais. Em 42% dos artigos publicados por residentes em Minas Gerais houve a participação de autores domiciliados em Belo Horizonte. Esse aspecto retrata a forte concentração do corpo científico do estado na capital. Considerando os 10 municípios com maiores participações nas autorias de artigos publicados em periódicos nacionais, é possível observar que esses figuraram como local de residência para a autores de 89% das publicações científicas de Minas Gerais em 2015. Destaca-se, ainda, que para apenas 79 dos 853 municípios do estado foram identificadas participações em autorias de artigos publicados por pesquisadores do estado. Tais evidências indicam um cenário de concentração ainda mais intenso que o observado por meio das estatísticas de patentes. Tal aspecto pode guardar relação com o fato de a produção científica demandar a existência de capacitações locais, como universidade e centros de pesquisa orientados para atividades de promoção da ciência. Tais equipamentos, por sua vez, acabam por se localizar em pontos específicos no território, privilegiando a centralidade de cidades com maior grau de urbanização ou têm sua



localização orientada por interesses públicos. Não é por acaso que que na tabela 2 constam apenas municípios com reconhecida infraestrutura universitária, como é o caso de Viçosa e Uberlândia, além de Belo Horizonte. Por sua vez, a atividade tecnológica, sobretudo pautada na produção de conhecimento sintético, tem como principal determinante a prática de produção, sendo, dessa forma, marcada pelo núcleo produtivo local. Isso explicaria a presença na tabela 1 de municípios não contemplados com infraestrutura de pesquisa, mas com importantes aglomerações produtivas, como é caso de Nova Lima, Betim e Contagem.

#### 4.1 O método de Análise de Correlações Canônicas

Como exposto acima, esse trabalho tem como foco avaliar a produção de conhecimento nos municípios de Minas Gerais a partir da consideração de atributos urbanos locais. Para isso, é utilizado o método de Análise de Correlações Canônicas. Trata-se de um método de estatística multivariada que tem como o propósito central identificar e quantificar a associação entre dois conjuntos de variáveis (Johnson, 2005). Desta forma, dados dois conjuntos de variáveis distintas,  $X = (x_1, x_2, x_3 \dots x_n)$  e  $Y = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)$ , são calculadas combinações lineares que maximizem a correlação entre eles. Assim como outros métodos de análise multivariada, busca-se reduzir o número de dimensões que seriam avaliadas por um conjunto de variáveis originalmente maior que o obtido a partir do uso dessa metodologia<sup>3</sup>.

Desta forma, definindo as combinações lineares como

$$U = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1k}x_k$$

$$V = b_{11}y_1 + b_{12}y_2 + \dots + b_{1L}y_L$$

o método apresenta como principal propósito encontrar o par de combinações lineares  $U_1$  e  $V_1$  que apresente a máxima correlação entre si (STATA CORP., 2009). Esta é definida como a primeira correlação canônica. Na sequência são calculadas os pares de combinações lineares  $U_2$  e  $V_2$  com máxima correlação entre todos os pares não correlacionados com o primeiro par, e assim sucessivamente. As combinações lineares obtidas por meio de tal método são chamadas variáveis canônicas.

Sendo as covariâncias para os dois conjuntos de variáveis originais iguais a  $Cov(X) = S_{xx}$ ,  $Cov(Y) = S_{yy}$  e  $Cov(X, Y) = S_{xy}$ , tem-se que os quadrados das correlações canônicas ( $\rho^2_1 \geq \rho^2_2 \geq \dots \geq \rho^2_1$ ) são dados pelos autovalores das matrizes  $S_{xx}^{-1/2} S_{xy} S_{yy}^{-1/2} S_{yx}$  e  $S_{yy}^{-1/2} S_{yx} S_{xx}^{-1/2} S_{xy}$ . Os respectivos autovetores  $a_k$  e  $b_k$ , são os coeficientes brutos utilizados para o cálculo das variáveis canônicas obtidas.

Com isso é possível obter as combinações lineares  $U = a'X$  e  $V = b'Y$ , sendo  $a_{(p \times 1)}$  e  $b_{(q \times 1)}$  vetores de coeficientes, onde o  $k$ -ésimo par de variáveis canônicas:

$$a_k = \frac{1}{\rho_k} S_{yy}^{-1} S_{yx} b_k$$

Tal combinação deve maximizar  $Corr(U_k, V_k) = \rho_k$

---

<sup>3</sup> Para uma apresentação mais detalhada do método de Análise de Correlações Canônicas ver Johnson (2005)

As variáveis canônicas obtidas  $U$  e  $V$  apresentam as seguintes propriedades:

$$\text{Var}(U_k) = \text{Var}(V_k) = 1$$

$$\text{Cov}(U_k, U_l) = \text{Corr}(U_k, U_l) = 0 ; k \neq l$$

$$\text{Cov}(V_k, V_l) = \text{Corr}(V_k, V_l) = 0 ; k \neq l$$

$$\text{Cov}(U_k, V_l) = \text{Corr}(U_k, V_l) = 0 ; k \neq l$$

Para  $k, l = 1, 2, \dots, p$ .

## 4.2 Sobre os dados utilizados

O conjunto de variáveis selecionadas para o presente trabalho foi avaliado a partir do uso do método de Análise de Correlações Canônicas com o intuito de se observar relações entre variáveis relativas à produção de conhecimento científico e tecnológico e atributos urbanos das cidades de Minas Gerais. Os dois conjuntos de variáveis são apresentados por meio do quadro 1.

**Quadro 1: Conjuntos de variáveis utilizadas para avaliação das relações entre a produção do conhecimento e a estrutura urbana em MG**

| <b>Produção de conhecimento científico e tecnológico</b> | <b>Atributos urbanos</b>                    |
|--|---|
| Patentes por milhão de hab                               | PIB per Capita                              |
| Marcas por milhão de hab                                 | Estabelecimentos SUS/mi. Hab.               |
| Artigos por milhão de hab                                | Agências bancárias /mi. Hab.                |
|  | Participação da agropecuária no PIB         |
|  | Participação da Indústria no PIB            |
|  | Participação dos Serviços no PIB            |
|  | Densidade do Emprego                        |
|  | Densidade Urbana                            |
|  | Grau de Urbanização                         |
|  | Mestres e doutores ocupados em IES/mi. Hab. |

**Fonte: Elaboração própria a partir de INPI, ISI Web of Science, IBGE, DataSUS, Geocapes e MTE.**

Como proxies para a produção de conhecimento nos municípios mineiros são utilizados dados referentes ao número de patentes depositadas por residentes, marcas registradas por residentes e artigos científicos publicados em periódicos de circulação internacional por residentes.

Como já apontado acima, estatísticas de patentes são tradicionalmente empregadas pela literatura de economia da inovação como proxy para o desenvolvimento tecnológico, sendo que o mesmo ocorre com dados de artigos científicos, usualmente utilizados como proxy para o desenvolvimento científico (ALBUQUERQUE, 1999; RIBEIRO et al., 2010). O uso dessas variáveis é observado inclusive em análises com foco regional (ALBUQUERQUE et al., 2002; SANTOS, 2017; SIMÕES; MARTINS; MORO, 2014). Por sua vez, estatísticas de marcas têm sido pouco utilizadas pela literatura. Sabe-se que para o registro de uma marca não há o requisito de inovatividade, o que pode justificar o baixo uso desse tipo de dado em análises relativas à inovação e ao

progresso tecnológico. No entanto, sabe-se que a introdução de produtos inovadores no mercado passa, muitas vezes, pela utilização de tal mecanismo com vistas à construção de sua imagem perante potenciais consumidores (ECONOMIDES, 1992). Por isso, um crescente número de estudos aponta a correlação entre a atividade inovadora e o registro de marcas. Ademais, a literatura tem observado que dados de marcas podem figurar como importante ferramenta para captar inovações, especialmente, em setores para os quais estatísticas de patentes são pouco eficientes (FLIKKEMA; DE MAN; CASTALDI, 2014; MENDONÇA; PEREIRA; GODINHO, 2004). Dessa forma, é possível mencionar setores como os de serviços e a produção de softwares. Por essa razão esses dados são utilizados no presente estudo, de forma complementar aos dados de patentes, tal como sugerem Mendonça et al. (2004), no intuito de captar a produção de conhecimento tecnológico em municípios mineiros.

Os dados de patentes e marcas foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial – INPI, sendo referentes aos anos de 2015 e 2012, respectivamente. Já os dados de artigos científicos foram obtidos a partir de consulta à base de publicações o *Institute for Science Information – ISI – Web of Science*. Estes dados também se referem ao ano de 2015.

A partir desses dados será definido um primeiro vetor de variáveis visando a representar a produção municipal de conhecimento. Esse vetor seria caracterizado pela presença de diferentes formas de conhecimento, o analítico, para o qual acredita-se que a produção de artigos científicos seja relevante, assim como parte das patentes, e o sintético, para o qual se destacariam os dados de marcas e, novamente, parte das estatísticas de patentes. Considerando que as patentes podem representar formas diferentes de inovação, entende-se que parte das aqui consideradas seja referente às inovações intensivas em ciência e, portanto, alinhadas à primeira forma de conhecimento, e outra parte intensiva em conhecimento tácito, know-how e dependentes da cultura produtiva, se alinhando, dessa maneira, à segunda forma. Acredita-se que as combinações lineares resultantes dessas três variáveis possam expressar essas duas formas de conhecimento por meio do peso das variáveis em sua construção.

O segundo vetor de variáveis diz respeito a características urbanas dos municípios pesquisados. Assume-se que tais características sejam capazes de explicar o processo de produção do conhecimento local. São consideradas, para tanto, variáveis relativas à estrutura econômica local, urbanização e aglomeração, presença de amenidades urbanas, e sistema de inovação. Destaca-se que boa parte dessas variáveis já foi testada em estudos prévios indicando a importância desses aspectos para a atividade de inovação localizada (GONÇALVES, 2006; SIMÕES; MARTINS; MORO, 2014).

Tais variáveis utilizadas na análise são descritas a seguir:

- PIB per capita e participação setorial no PIB – PIB per capita municipal para o ano de 2015, disponibilizado pelo IBGE;
- Grau de urbanização – razão entre a população urbana e total do município, dados do IBGE referentes a 2010.
- Densidade urbana e densidade do emprego - dadas, respectivamente, pela razão entre o número de pessoas ocupadas e a área total do município  $KM^2$ , e pela razão

entre a população total e a área do município em KM<sup>2</sup>. Dados da RAIS (2015) e IBGE.

- Quantidade de estabelecimentos do SUS – proxy para infraestrutura urbana e qualidade de vida da população local. Dados do DATASUS, retirados da homepage: <http://cnes.datasus.gov.br/> e referentes ao ano de 2015.
- Quantidade de agências bancárias – proxy para a infraestrutura urbana e acessibilidade ao sistema financeiro local. Dados referentes ao ano de 2015, coletados no website do Banco Central do Brasil, (<http://www4.bcb.gov.br/fis/cosif/estban.asp>).
- Mestres e doutores ocupados em instituições de ensino superior – proxy para a presença local de entes do sistema de inovação. Número de docentes em instituições de ensino superior com o título de mestres ou doutor. Dados disponíveis na RAIS de 2015.

Com esse conjunto de variáveis tenta-se observar se a hipótese de que aspectos tradicionais, como forças aglomerativas, *spillovers* de conhecimento da academia para a indústria e o desenvolvimento do mercado local seriam indutores do processo de inovação e de produção do conhecimento. Objetiva-se também avaliar quais destes aspectos seriam os mais relevantes para tal processo. Em outros termos, tenta-se observar se a características urbanas seriam mais ou menos importantes para a promoção do conhecimento local que a presença de atores do sistema nacional de inovação, representada nesse trabalho pela estrutura de ensino universitário.

## **5 Produção de conhecimento e atributos urbanos: resultados e discussão**

Os resultados observados a partir do uso do método de Análise de Correlações Canônicas são apresentados na sequência. Como já pontuado, o método foi utilizado com o objetivo de verificar as relações de variáveis que compõem o vetor relativo à produção de conhecimento científico e tecnológico com o vetor de variáveis que representa as características urbanas dos municípios do estado de Minas Gerais. Com o intuito de ampliar a acuracidade da análise, foram considerados apenas os municípios com 20 mil habitantes ou mais, o que restringiu a amostra em 136 municípios, de um total de 853 municípios em Minas Gerais. Essa escolha se justifica pelo fato de boa parte dos municípios do estado serem demasiado pequenos para apresentar as características consideradas relevantes para a análise que se propõe.

O grupamento de municípios avaliados no presente exercício responde por 85% do PIB do estado, considerando dados de 2015, e por 70% das patentes. Também responde pela quase totalidade das autorias em artigos científicos publicados por residentes em Minas Gerais. Desta forma, é possível dizer que se trata de uma amostra que concentra algumas das principais economias municipais de Minas Gerais<sup>3</sup>. Mas, ainda assim, a amostra detém grande variabilidade, como é possível observar por meio da tabela 3. Dos municípios avaliados, 37,5% apresentou registro de patentes e 49% participação em autorias de artigos científicos. Os coeficientes de variação indicam que renda e população apresentam menor dispersão que dados relativos a depósitos de patentes e publicação de artigos.

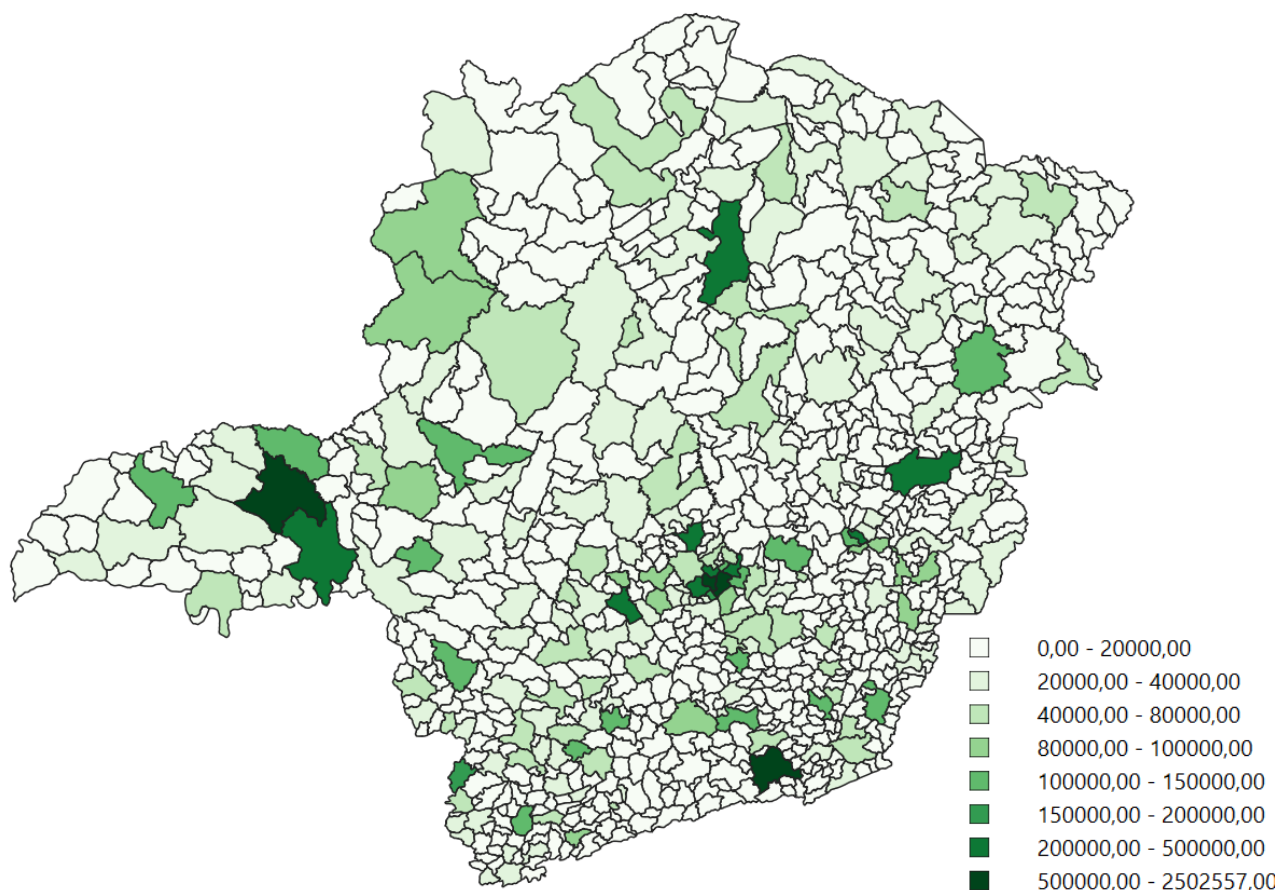
**Tabela 3: Características gerais dos 136 municípios avaliados**

|                | Frequência | Média (a) | Desvio Padrão (b) | Coefficiente de variação (b/a) |
|----------------|------------|-----------|-------------------|--------------------------------|
| Patentes       | 51         | 2,71      | 21,67             | 8,00                           |
| Artigos        | 67         | 25,73     | 162,77            | 6,33                           |
| PIB per capita | 136        | 22765,30  | 15880,36          | 0,70                           |
| População      | 136        | 84140,72  | 202366,69         | 2,41                           |

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE, INPI e ISI Web of Science.

Também há que se destacar que esse conjunto de municípios selecionados para a análise é representativo no que diz respeito à cobertura do território estadual, abarcando praticamente todas as regiões do estado. A figura 1 ilustra a distribuição destes municípios em Minas Gerais, considerando sua dimensão populacional.

**Figura 1: Municípios de Minas Gerais de acordo com sua população, 2015.**



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IBGE.

Quanto ao método utilizado, a tabela 4 apresenta os testes de significância e as correlações canônicas observadas para os dois conjuntos de variáveis. O número de variáveis canônicas é dado pelo número mínimo de variáveis entre os dois vetores. Nesse

caso, foram obtidos três pares de variáveis canônicas. Todos os testes realizados rejeitam a hipótese de inexistência de relação linear entre os dois conjuntos de variáveis testados<sup>4</sup>. Nesse sentido, os dados são adequados para a realização de uma análise de correlações canônicas.

**Tabela 4: Testes de significância e correlações canônicas observadas entre variáveis utilizadas, municípios de Minas Gerais**

|                        | Statistic | df1  | df2    | F     | Prob>F |   |
|------------------------|-----------|------|--------|-------|--------|---|
| Wilks' lambda          | 0,50      | 30   | 508,47 | 4,58  | 0      | A |
| Pillai's trace         | 0,59      | 30   | 525    | 4,24  | 0      | A |
| Lawley-Hotelling trace | 0,86      | 30   | 515    | 4,91  | 0      | A |
| Roy's largest root     | 0,62      | 10   | 175    | 10,85 | 0      | U |
| Correlações Canônicas  | 0,62      | 0,41 | 0,18   |       |        |   |

**Fonte: Elaboração própria a partir de INPI, ISI Web of Science, IBGE, DataSUS, Geocapes e MTE.**

Os primeiros resultados indicam que a correlação entre o primeiro par de variáveis canônicas é de 0,62. Ou seja, essa é a correlação máxima obtida entre as combinações lineares resultantes do conjunto de variáveis original. Tal resultado é suficiente para afirmar a relação entre os dois grupos de variáveis. Ou seja, o método indica que variáveis relativas à produção do conhecimento e relativas aos atributos urbanos dos municípios de Minas Gerais são relacionadas. Logo, sugere-se que a hipótese assumida nesse trabalho seja verdadeira, ou seja, os atributos urbanos são relevantes para a produção de conhecimento nos municípios de Minas Gerais. Cabe agora, uma avaliação um pouco mais profunda acerca das especificidades desse resultado.

Os coeficientes brutos para a variáveis canônicas obtidas são apresentados no apêndice A1 desse texto. Optou-se aqui por analisar apenas os *loadings* canônicos como forma de avaliar os pares de variáveis canônicas extraídas com o uso do método. Dessa forma, a tabela 5 apresenta os *loadings* para a primeira variável canônica, sendo que eles representam a correlação entre cada variável original e a variável canônica resultante da aplicação do método. Ou seja, indica quais variáveis originais têm maior importância para a definição das variáveis canônicas obtidas. Considerando-se o primeiro par canônico, ou seja, a primeira variável canônica obtida para cada vetor de variáveis originais, é observável que artigos e patentes por milhão de habitantes são as variáveis mais correlacionadas com a primeira variável canônica referente à produção de conhecimento científico e tecnológico. Sendo assim, essas variáveis originais seriam as que melhor explicariam a primeira variável canônica.

<sup>4</sup> Para detalhes sobre os testes de significância ver Johnson (2005) e Stata Corp. (2009).

**Tabela 5: Loadings canônicos para a primeira lista de variáveis**

|                            | Variáveis Canônicas |         |         |
|----------------------------|---------------------|---------|---------|
|                            | 1                   | 2       | 3       |
| Patentes por milhão de hab | 0,7298              | 0,5343  | -0,4265 |
| Artigos por milhão de hab  | 0,8409              | -0,5337 | 0,0895  |
| Marcas por milhão de hab   | 0,2574              | 0,5125  | 0,8192  |

**Fonte: Elaboração própria a partir de INPI, ISI Web of Science, IBGE, DataSUS, Geocapes e MTE.**

Por sua vez, no que tange ao grupo referente aos atributos urbanos, apresentado pela tabela 6, a primeira variável canônica apresenta maior correlação com a variável mestres e doutores ocupados em instituições de ensino superior. Essa seria, portanto, a variável mais relevante para a definição da combinação linear que resultou nessa primeira variável canônica originária do vetor de atributos urbanos. Dessa forma, o que o primeiro par canônico indica é que há um perfil a partir do qual a produção de conhecimento técnico científico guarda forte relação com a existência nos municípios de uma infraestrutura de ensino e pesquisa, o que é tomado aqui como uma característica estruturante de sistemas locais de inovação. Ainda sobre essa primeira variável canônica relativa aos atributos urbanos, outras variáveis originais relevantes para a sua construção, mas com menor importância, são o grau de urbanização, a participação dos serviços no PIB municipal e a densidade do emprego. Essas variáveis indicam que municípios mais urbanizados e que aglutinam maiores possibilidades de emprego, sobretudo em setores de serviços, estariam mais ligados à produção de conhecimento representada pelo primeiro par canônico.

**Tabela 6: Loadings canônicos para a segunda lista de variáveis**

|   | Variáveis Canônicas |         |         |
|---|---------------------|---------|---------|
|   | 1                   | 2       | 3       |
| PIB per Capita                              | 0.3123              | 0.5849  | -0.0881 |
| Estabelecimentos SUS/mi. Hab.               | -0.2353             | -0.1868 | 0.6893  |
| Agências bancárias /mi. Hab.                | -0.0702             | 0.3225  | 0.4201  |
| Participação da agropecuária no PIB         | -0.4055             | -0.3817 | 0.2602  |
| Participação da Indústria no PIB            | 0.2775              | 0.6457  | -0.3276 |
| Participação dos Serviços no PIB            | 0.3633              | -0.1164 | 0.0956  |
| Densidade do Emprego                        | 0.3421              | 0.4541  | 0.1480  |
| Densidade Urbana                            | 0.3089              | 0.4404  | 0.0066  |
| Grau de Urbanização                         | 0.4710              | 0.5257  | 0.0455  |
| Mestres e doutores ocupados em IES/mi. Hab. | 0.9282              | -0.3292 | -0.033  |

**Fonte: Elaboração própria a partir de INPI, ISI Web of Science, IBGE, DataSUS, Geocapes e MTE.**

De forma geral, o que a análise do primeiro par canônico indica é que as combinações lineares obtidas com maior correlação entre si são determinadas principalmente por aspectos relativos ao conhecimento analítico, por um lado, e por aspectos relativos à infraestrutura de C&T e à escala urbana e densidade econômica, por outro.

Cabe ainda uma análise do segundo par canônico que apresenta uma correlação de 0,41, sendo a mais alta entre as variáveis canônicas não correlacionadas com o primeiro par. Considerando o primeiro vetor de variáveis, é possível observar que a segunda variável canônica obtida apresenta maior relacionamento com as variáveis patentes e marcas por milhão de habitantes, sendo a correlação com artigos negativa. Tal condição indica que o conhecimento relacionado a essa variável canônica tenha uma base alinhada à prática, e não necessariamente à ciência. Ou seja, tratam-se de desenvolvimentos tecnológicos marcados por conhecimento tácito, por uma cultura produtiva e, sobretudo, pelo *know-how* acumulado nesses municípios. Assim, é possível concluir que a primeira e a segunda variáveis canônicas relativas ao primeiro grupo indicam formas distintas de conhecimento, sendo a primeira marcada pela importância da ciência, refletida pela importância dos artigos científicos como visto acima, e a segunda, ao que tudo indica, marcada pelo conhecimento prático e produtivo.

A segunda variável canônica referente ao vetor de atributos urbanos tem como variáveis mais relevantes em sua definição a participação da indústria no PIB, o PIB per capita e o grau de urbanização. Ou seja, é uma variável canônica que reflete a importância do desenvolvimento industrial e das economias de aglomeração. Por sua vez, o *loading* negativo para a variável mestres e doutores ocupados em IES indica que para essa combinação linear a pesquisa universitária não é importante. Assim, a relação entre as duas variáveis canônicas que compõem esse segundo par indica que a relevância da indústria na economia local e a existência de uma aglomeração urbana seriam fundamentais para a produção do conhecimento produtivo e tácito.

Essa análise de correlações canônicas aqui realizada apresenta dois resultados importantes. O primeiro deles se refere ao fato de os dados e o método de Análise de Correlações Canônicas conseguirem captar a existência de duas formas de conhecimento gerados nos municípios do estado, sendo a primeira fortemente relacionada à ciência e a segunda podendo ser alinhada ao conhecimento tácito e produtivo. A outra evidência resultante desse exercício é relacionada ao fato de cada uma dessas formas de conhecimento apresentar determinantes urbanos específicos. A primeira delas, como não poderia deixar de ser, é influenciada positivamente pela existência local de uma estrutura de ensino universitário e pesquisa, ou seja, de braços do sistema de inovação no município. Esta forma de conhecimento se alinharia ainda a localidades que tenham nos serviços o principal setor gerador de renda. Já o segundo tipo de conhecimento, o tácito e produtivo, guardaria relações com a relevância do setor industrial para a economia local, sendo a capacidade produtiva a sua principal determinante. As duas formas de conhecimento observadas estão relacionadas a aspectos urbanos, especialmente, o grau de urbanização e as densidades do emprego e urbana. Isso indica que ambas são beneficiadas por aglomerações urbanas em que configure a existência de oportunidades econômicas para a população local.



## 6 Considerações finais

O presente estudo teve como principal motivação captar a relação entre a presença de atributos urbanos e a produção de conhecimento técnico-científico nos municípios de Minas Gerais. À luz da literatura sobre desenvolvimento regional e sistemas de inovação, buscou-se, portanto, investigar quais elementos urbanos poderiam contribuir para o fortalecimento das produções científicas e tecnológicas no estado.

Estatísticas de patentes e artigos científicos indicam um quadro de forte concentração territorial da produção de conhecimento em Minas Gerais, ficando esta atividade fortemente concentrada na capital e em seu entorno. Nesse sentido, embora o estado tenha grandes dimensões territoriais, com diferentes especializações econômicas, tem-se na área central, historicamente alinhada à mineração e à indústria metal-mecânica, o principal polo gerador e difusor de conhecimento.

O uso método de Análise de Correlações Canônicas se mostrou satisfatório para esse tipo de análise por reduzir a dimensionalidade dos dados e, por meio de combinações lineares de variáveis originais, indicar relações não perceptíveis através de análises descritivas de dados. As análises indicam que é possível distinguir para os municípios de Minas Gerais dois padrões de produção de conhecimento. Um pautado pela ciência, e que pode ser classificado como conhecimento analítico, e outro pautado pela prática produtiva, o conhecimento sintético (ASHEIM; COENEN, 2005). Esses dois padrões de conhecimento apresentam relações distintas com os tipos de atributos urbanos considerados para essa análise. Por um lado, municípios que se destacam pela produção do conhecimento analítico se caracterizariam pela presença de instituições de ensino universitário e de pesquisa. Por outro, municípios alinhados ao conhecimento sintético apresentam como característica urbana mais relevante a capacidade produtiva da indústria local. Para ambos os tipos de conhecimento produzidos pelos municípios do estado é perceptível a relevância do grau de urbanização dos municípios e de aspectos relativos à aglomeração, como as densidades do emprego e urbana. Por sua vez, indicadores de disponibilidade de serviços se mostram pouco importantes para a produção local de conhecimento nos municípios mineiros, como são os casos das variáveis que indicam o número de agências bancárias e o número de estabelecimentos do SUS por milhão de habitantes.

Em linhas gerais, os resultados apontam que o quadro de concentração da produção de conhecimento técnico-científico em Minas Gerais se mostra fortemente relacionado a elementos da estrutura urbana nos municípios do estado. As combinações lineares que extraem a maior parte da variabilidade dos dados indicam que a presença local de instituições de ensino e pesquisa é o ativo com maior capacidade de influenciar localmente para a obtenção de tal resultado.

Fica, então, explícito que para uma melhor distribuição espacial das capacitações alinhadas à produção de conhecimento no estado é fundamental averiguar o tipo de conhecimento alinhado às aglomerações produtivas locais. A atenção a esse aspecto no

âmbito das políticas públicas pode ter importantes repercussões sobre a ampliação das bases locais de conhecimento.

## Referências

- ALBUQUERQUE, E. National Systems of Innovation And Non-OECD Countries: Notes about a rudimentary and tentative Typology. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 19, n. 4, p. 35–54, 1999.
- ALBUQUERQUE, E. et al. A Distribuição Espacial da Produção Científica e Tecnológica Brasileira : uma Descrição de Estatísticas de Produção Local de Patentes e Artigos Científicos \*. **RBI-Revista Brasileira de Inovação**, v. 1, n. 2, p. 225–251, 2002.
- ASHEIM, B. T. Industrial districts as “learning regions”: a condition for prosperity. **European Planning Studies**, v. 4, n. 4, p. 7–11, 1996.
- ASHEIM, B. T.; BOSCHMA, R.; COOKE, P. Constructing Regional Advantage: Platform policies based on related variety and differentiated knowledge bases. **Regional Studies**, v. 45, n. 7, p. 893–904, 2011.
- ASHEIM, B. T.; COENEN, L. Knowledge bases and regional innovation systems: Comparing Nordic clusters. **Research Policy**, v. 34, n. 8, p. 1173–1190, 2005.
- ASHEIM, B. T.; GERTLER, M. The Geography of Innovation. In: FAGERBERG, J.; MOWERY, D.; NELSON, R. R. (Eds.). . **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford: Oxford University Press, 2005. p. 291–317.
- BUNNELL, T. G.; COE, N. M. Spaces and scales of innovation. **Progress in Human Geography**, v. 25, n. 4, p. 569–589, 1 dez. 2001.
- CARVALHO, J. M. DE. **A Escola de Minas de Ouro Preto - O Peso da Glória**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.
- COOKE, P. Regional innovation systems: Competitive regulation in the new Europe. **Geoforum**, v. 23, n. 3, p. 365–382, jan. 1992.
- COOKE, P. Regional Innovation Systems, Clusters, and the Knowledge Economy. **Industrial and Corporate Change**, v. 10, n. 4, p. 44–45, 2001.
- DINIZ, C. C. **Estado e capital estrangeiro na industrialização mineira**. Belo Horizonte: UFMG/PROED, 1981.
- ECONOMIDES, N. The Economics of Trademarks. **Trademark Reporter**, v. 78, p. 523–539, 1992.
- EDQUIST, C. Systems of Innovation: perspectives and challenges. In: FARCEBERG, J.; MOWERY, D.; NELSON, R. R. (Eds.). . **The Oxford Handbook of Innovation**. Oxford: Oxford University Press, 2005. p. 181–208.
- ERNST, D. GLOBAL PRODUCTION NETWORKS AND THE CHANGING GEOGRAPHY OF INNOVATION SYSTEMS. IMPLICATIONS FOR DEVELOPING COUNTRIES. **Economics of Innovation & New Technology**, v. 11, n. 6, p. 497, 2002.
- FLIKKEMA, M.; DE MAN, A.-P.; CASTALDI, C. Are Trademark Counts a Valid Indicator of Innovation? Results of an In-Depth Study of New Benelux Trademarks Filed by SMEs. **Industry & Innovation**, v. 21, n. 4, p. 310–331, 2014.

- FLORIDA, R. Toward the Learning Region. **Futures**, v. 27, n. 5, p. 527–536, 1995.
- FREEMAN, C. Continental , national and sub-national innovation systems — complementarity and economic growth. **Research Policy**, v. 31, p. 191–211, 2002.
- FURTADO, C. Intra-country discontinuities: towards a theory of spatial structures. **Social Science Information**, v. 6, n. 6, p. 7–16, 1967.
- GONÇALVES, E. Estrutura urbana e atividade tecnológica em Minas Gerais. **Economia Aplicada**, v. 10, n. 4, p. 481–502, 2006.
- GRILICHES, Z. Patent statistics as economic indicator: A survey. **Journal of Economic Literature**, v. 28, n. 3301, p. 1324–1330, 1990.
- MARSHALL, A. **Princípios de Economia**. São Paulo: Abril Cultural, 1983.
- MENDONÇA, S.; PEREIRA, T. S.; GODINHO, M. M. Trademarks as an indicator of innovation and industrial change. **Research Policy**, v. 33, n. 9, p. 1385–1404, 2004.
- RAPINI, M. et al. University—industry interactions in an immature system of innovation: Evidence from Minas Gerais, Brazil. **Science and Public Policy**, v. 36, n. 5, p. 373–386, 2009.
- RIBEIRO, L. C. et al. Matrices of science and technology interactions and patterns of structured growth: Implications for development. **Scientometrics**, v. 83, n. 1, p. 55–75, 2010.
- SANTOS, U. P. DOS. Uma classificação dos municípios de Minas Gerais segundo o grau de avanço de seus sistemas de inovação. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, n. 18, 2008.
- SANTOS, U. P. DOS. Spatial distribution of the Brazilian national system of innovation : an analysis for the 2000s. **CEPAL Review**, v. 122, p. 217–234, 2017.
- SIMÕES, R.; MARTINS, A.; MORO, S. Innovation, urban attributes and scientific structure: a Zero-Inflated-Poisson model for biotechnology in Brazil. **Journal of Economics and Development Studies**, v. 2, n. 2, p. 523–553, 2014.
- STORPER, M.; VENABLES, A. J. Buzz: Face-to-face contact and the urban economy. **Journal of Economic Geography**, v. 4, n. 4, p. 351–370, 2004.
- SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. The underestimated role of universities for the Brazilian system of innovation. **Revista de Economia Política**, v. 31, n. 1, p. 3–30, 2011.

## Apêndice

**Tabela A1: Coeficientes brutos para o primeiro conjunto de variáveis**

|                            | Variáveis Canônicas |         |         |
|----------------------------|---------------------|---------|---------|
|                            | 1                   | 2       | 3       |
| Patentes por milhão de hab | 0,0143              | 0,0198  | -0,0169 |
| Artigos por milhão de hab  | 0,0011              | -0,0011 | 0,0004  |
| Marcas por milhão de hab   | 0,0013              | 0,0031  | 0,0061  |

**Fonte: Elaboração própria a partir de INPI, ISI Web of Science, IBGE, DataSUS, Geocapes e MTE.**

**Tabela A2: Coeficientes brutos para o segundo conjunto de variáveis**

|   | Variáveis Canônicas |         |          |
|---|---------------------|---------|----------|
|   | 1                   | 2       | 3        |
| PIB per Capita                              | 0.0000              | 0.0000  | 0.0000   |
| Estabelecimentos SUS /mi. Hab.              | 0.0000              | -0.0007 | 0.0044   |
| Agências bancárias /mi. Hab.                | 0.0027              | 0.0066  | 0.0066   |
| Participação da agropecuária no PIB         | -0.4508             | -2.7322 | -4.6651  |
| Participação da Indústria no PIB            | 1.9934              | 1.1902  | -10.9145 |
| Participação dos Serviços no PIB            | 1.3888              | -1.4888 | -11.7326 |
| Densidade do Emprego                        | 1.1493              | 2.099   | 3.2117   |
| Densidade Urbana                            | -0.1905             | -0.3913 | -0.9833  |
| Grau de Urbanização                         | 0.5771              | 2.4396  | 6.6511   |
| Mestres e doutores ocupados em IES/mi. Hab. | 0.0007              | -0.0004 | 0.0001   |

**Fonte: Elaboração própria a partir de INPI, ISI Web of Science, IBGE, DataSUS, Geocapes e MTE.**