

ATRIBUTOS URBANOS E PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO NOS MUNICÍPIOS DE MINAS GERAIS: UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS¹

Urban attributes and knowledge production in the municipalities of Minas Gerais: an exploratory data analysis

Ulisses Pereira dos Santos

Economista. Doutor em Economia e Prof. pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais – Cedeplar/UFMG. Integrante do Grupo de Pesquisa em Economia da Ciência e Tecnologia. Faculdade de Ciências Econômicas – UFMG. ulisses@cedeplar.ufmg.br

José Carlos Miranda da Silva

Graduando em Ciências Econômicas (UFMG). Bolsista de Iniciação Científica - Probic – Fapemig, integrante do Grupo de Pesquisa em Economia da Ciência e Tecnologia. carlosmirandaufmg@gmail.com

Thalita Cristine Freitas Silva

Graduanda em Ciências Econômicas (UFMG). Bolsista de Iniciação Científica - Probic – Fapemig, integrante do Grupo de Pesquisa em Economia da Ciência e Tecnologia. th.freitas0@gmail.com

Resumo: O presente trabalho tem como propósito 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. Para municípios que se notabilizam pela produção de conhecimento analítico a existência de instituições locais de ensino e pesquisa se colocam como mais relevantes. Para aqueles especializados na produção de conhecimento sintético, a aglomeração produtiva figura como determinante mais importante.

Palavras-Chave: Conhecimento; Patentes; Artigos; Correlações Canônicas; Minas Gerais.

Abstract: This paper aims to evaluate the relationship between the presence of specific urban attributes and the local production of knowledge in the municipalities of Minas Gerais. Two sorts of knowledge, synthetic knowledge, related to local productive capacity, and analytical knowledge, intensive in science, were observed. Using the Canonical Correlation Analysis technique, it was possible to observe that aspects related to the municipal urban structure, such as employment density and local scale, are relevant to municipal knowledge production. Sensible differences among the most important attributes for the production of each type of knowledge were found. In this sense, for municipalities engaged in the production of analytical knowledge, the local existence of universities and research institutions are more relevant. For those specialized in the production of synthetic knowledge, productive agglomeration is the most important element.

Keywords: Knowledge; Patents; Articles; Canonical Correlations; Minas Gerais.

¹ O presente trabalho contou com o financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – Fapemig – Projeto APQ-00577-17, Demanda Universal 2017.

1 INTRODUÇÃO

O estado de Minas Gerais constitui um importante ator do sistema brasileiro de inovação, destacando-se tanto pela produção de conhecimento técnico quanto científico. No entanto, o estado também demonstra grandes desequilíbrios regionais, o que se reflete na participação desigual de seus 853 municípios na produção do conhecimento. Por isso, se faz importante a identificação e avaliação dos aspectos mais relevantes para 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 local (ASHEIM; GERTLER, 2005). Essas duas formas de conhecimento serão empregadas nesse trabalho com o propósito de identificar como atributos urbanos influenciam em sua criação. Entende-se que elementos como o grau de urbanização, a presença de aglomerações econômicas locais e a acessibilidade a serviços públicos e econômicos, bem como a dinâmica da economia local, guardam relações com a capacidade de produção de conhecimento em um determinado município. Tal relação será observada aqui, a partir do uso de estatísticas de patentes e marcas, como *proxies* 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, considerando aqueles com mais que 20 mil habitantes.

O que se objetiva neste estudo é uma avaliação dos impactos da existência de atributos urbanos específicos sobre a geração de conhecimento técnico e científico nos municípios de Minas Gerais.

Este artigo está dividido em seis seções, sendo a primeira essa Introdução. Na segunda seção são discutidos, com base na literatura, aspectos relacionados à dinâmica regional e local, aos sistemas de inovação e à produção de conhecimento. Na terceira seção, são apresentados aspectos gerais acerca do sistema de inovação de Minas Gerais. Na quarta seção, é introduzida a metodologia em-

pregada 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 e discutidos 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, OS SISTEMAS DE INOVAÇÃO E A PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO

A análise regional dos sistemas de inovação (SI) e da produção de conhecimento se coloca como um importante elemento para o entendimento dos processos de desenvolvimento desigual. Esse desafio ganha maior relevância quando se trata de territórios formados por regiões com trajetórias e dinâmicas tecnológicas particulares e muito diferentes entre si (EDQUIST, 2005). Nesse sentido, a literatura incita questões sobre o papel das regiões no desenvolvimento dos SIs, 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 ambiente em comum, potencializariam os fluxos de informações fundamentais para a atividade inovativa.

Considera-se a existência de trajetórias tecnológicas regionais, construídas ao longo da formação econômica de um espaço específico e baseadas nas economias de aglomeração industrial (MARSHALL, 1983; PORTER, 1989). A aglomeração das atividades industriais e tecnológicas criaria uma série de externalidades capazes de induzir e intensificar o crescimento local e o progresso técnico (ASHEIM, 1996). Tais aglomerações seriam, ainda, essenciais para a promoção da competitividade econômica das regiões e das nações, perante um cenário de integração dos mercados e ampliação do comércio (PORTER, 1989).

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. Considera-se, assim, ações orientadas à provisão de equipamentos urbanos, como estradas, aeroportos

e serviços públicos, e de equipamentos de pesquisa e desenvolvimento, como universidades e laboratórios (FLORIDA, 1995; PORTER, 1989).

No entanto, em economias com baixo grau de desenvolvimento e, conseqüentemente, baixo nível de renda, a escassez de recursos tenderia a conduzir a ação estatal a eleger regiões com maior potencial de crescimento para o recebimento de tais equipamentos. Ou seja, regiões com maior dinamismo econômico tenderiam a concentrar os esforços públicos para o desenvolvimento infraestrutural e institucional, dado que teriam maiores chances de converter tais investimentos em crescimento de curto e médio prazo. Essa tendência, por sua vez, reforçaria seu dinamismo econômico prévio ampliando sua distância, em termos de desenvolvimento, das regiões mais empobrecidas.

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 isso, a concentração territorial de renda, característica marcante das economias menos desenvolvidas, apresenta forte relação com a distribuição espacial dos pilares que compõem o SI (SANTOS, 2017). Ou seja, localidades dotadas de ativos de ciência e tecnologia tendem a 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 importância de políticas tecnológicas orientadas para o desenvolvimento de capacitações regionais no processo de expansão industrial. O autor destaca a relevância das políticas regionais nos processos de desenvolvimento industrial, com vistas a permitir *à maior parte do território nacional o acesso* aos conhecimentos técnicos e científicos necessários para tal. Fica assim, evidente relação entre a abrangência territorial do sistema de inovação e a promoção do crescimento 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. Asheim e Coenen (2005) as the innovation processes of firms are strongly shaped by their spe-

cific knowledge base. In this paper, we shall distinguish between two types of knowledge base: analytical and synthetic. These types indicate different mixes of tacit and codified knowledge, codification possibilities and limits, qualifications and skills, required organisations and institutions involved, as well as specific competitive challenges from a globalising economy, which have different implications for different sectors of industry, and, thus, for the kind of innovation support needed. The traditional constellation of industrial clusters surrounded by innovation supporting organisations, constituting a regional innovation system, is nearly always to be found in contexts of industries with a synthetic knowledge base (e.g. engineering-based industries classificam essas formas de conhecimento regionalmente criado em duas classes, o *conhecimento sintético* e o *conhecimento analítico*.

O conhecimento sintético 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 regionais.

Já o conhecimento analítico seria aquele sustentado pela ciência sendo, portanto, intensivo em pesquisa e desenvolvimento (P&D) universitário 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.

Considerando essa distinção, é possível pressupor a existência de 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 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 especializadas no conhecimento sintético, teriam na presença de aglomerações produtivas e nas interações verticais e horizontais entre seus membros as suas principais fontes de inovação e produção de conhecimento (ASHEIM; COENEN, 2005) as the innovation processes of firms are strongly shaped by their specific knowledge base. In this paper, we shall distinguish between two types of knowledge base: analytical and synthetic. These types indicate different mixes of tacit and codified knowledge, codification possibilities and limits, qualifications and skills, required organisations and institutions involved, as well as specific competitive challenges from a globalising economy, which have different implications for different sectors of industry, and, thus, for the kind of innovation support needed. The traditional constellation of industrial clusters surrounded by innovation supporting organisations, constituting a regional innovation system, is nearly always to be found in contexts of industries with a synthetic knowledge base (e.g. engineering-based industries. Em tais casos, 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. A existência de instituições científicas, em tais regiões, 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).

Mesmo com naturezas diferentes, acredita-se, 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 para a promoção da concentração de agentes geradores e difusores de conhecimento nas cidades. Com isso, 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 e o sistema financeiro, dentre outros. As cidades proporcionam, então, um fluxo intenso de pessoas e informações que potencializam a criatividade e, conseqüentemente, 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 ao longo do território do estado de Minas Gerais. Acredita-se que tal fenômeno tenha relação com a distribuição espacial dos frutos do progresso científico e tecnológico, aspecto apontado durante as décadas de 1950 e 1960 por au-

tores estruturalistas como Furtado (1967) e Pinto (2000). Nessa linha, entende-se que a apropriação da renda gerada em função do avanço técnico é realizada desigualmente pelas regiões brasileiras, como reflexo das estruturas locais de C&T (ALBUQUERQUE, 2002; DINIZ, 2009; SANTOS, 2008; 2017). Logo, aquelas localidades dotadas de melhor infraestrutura urbana e de ativos de C&T mais avançados concentrariam a maior parcela da renda e da produção nacional ou estadual.

O estado de Minas Gerais possui um vasto e diversificado território, dividido em 853 municípios muito distintos entre si (SANTOS, 2008). Suas características geográficas, políticas e econômicas tornam-no representativo como exemplo em escala reduzida para análises relacionadas à condição do desenvolvimento do SI brasileiro. Formatado principalmente durante a segunda metade do século XX, no âmbito do processo de substituição de importações, 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; LEMOS; DINIZ, 1999). A tradição mineradora, e a disponibilidade recursos naturais, orientou a industrialização mineira para os setores alinhados à indústria metalmeccânica, a qual se concentra na região central do estado, especialmente, no entorno da capital.

Esse processo de industrialização foi 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 ainda hoje no contexto nacional pela quantidade de universidades e institutos federais de pesquisa presentes em seu território. O arcabouço institucional do sistema de inovação de Minas Gerais conta com dezessete universidades públicas, entre federais e estaduais;² 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 (LEMOS; DINIZ, 1999).

As bases institucionais desse sistema de inovação 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 pioneiro de atividades de ensino e pesquisa combinadas (CARVALHO, 2002). Desde então, foram criadas outras instituições relevantes sob a influência da Escola de Minas, como a Escola de Engenharia de Belo Horizonte,³ entre outras (SANTOS; DINIZ, 2013). Esse arcabouço institucional construído a partir da fundação da Escola de Minas contribuiu com a formatação no estado de importantes capacidades científicas alinhadas aos segmentos que pautaram a sua formação econômica. Os principais destaques são as pesquisas em campos como a minero-metalurgia e a agricultura (SUZIGAN; ALBUQUERQUE, 2011).

Desvela-se, portanto, o papel fundamental de incentivo do estado no desenvolvimento científico, basilar para a capacidade de se produzir conhecimento e inovações. No entanto, mesmo contando com uma das melhores estruturas regionais de inovação do país, o SI mineiro ainda enfrenta problemas estruturais, tais como: a coexistência de regiões modernas e atrasadas 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 DESIGUALDADE REGIONAL E A PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO EM MINAS GERAIS

Como observado acima, o estado de Minas Gerais reflete a heterogeneidade regional e estrutural que caracteriza o subdesenvolvimento

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

3 A Escola de Engenharia de Belo Horizonte, fundada em 1911, predominantemente por egressos da Escola de Minas de Ouro Preto, foi uma das quatro instituições independentes que originaram a Universidade de Minas Gerais, atualmente UFMG, em 1927.

to brasileiro. O estado com o maior número de municípios no Brasil, 853 ao todo, apresenta grandes disparidades no que tange aos indicadores econômicos regionais. No ano de 2015, apenas 10 municípios foram responsáveis por 43% do PIB estadual, sendo que 5 deles se encontra na mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte. Somente a capital concentrou quase 17% do PIB mineiro, valor que superou em mais que três vezes a participação de Uberlândia, município com segunda maior parcela no PIB do estado. Observa-se ainda que 838 municípios tiveram participação inferior a 1% no PIB do estado.

A maior parte da renda estadual se concentra na região Metropolitana de Belo Horizonte, no Triângulo Mineiro e no Sul/Suldeste de Minas. Nestas regiões, o setor de serviços se destaca com maior representatividade, sendo que a indústria também possui um peso considerável. 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, participação resultante prioritariamente da atividade agropecuária. Enquanto a primeira região conta com 51 municípios, a segunda conta com 23.

Esses dados são indícios da disparidade de desenvolvimento econômico presente entre os municípios mineiros. A seguir, 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). A despeito 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 1 – Municípios com maior número de depósitos de patentes em Minas Gerais (total de patentes e patentes por milhão de habitantes - 2015 - municípios escolhidos)

Município	Dep. Patentes (2015)	Dep. Patentes Per capita (p/milhão de hab)
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
Total de Minas Gerais	728	6817,039

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados do INPI.

Tabela 2 – Municípios com maior número de artigos científicos publicados em periódicos internacionais em Minas Gerais (total de artigos e número de artigos por milhão de habitantes - 2015 - municípios escolhidos)

Município	Produção Científica (2015)	Produção Científica (p/milhão de hab)
Belo Horizonte	2055	821,16
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
Total de Minas Gerais	4875	233,6

Fonte: elaborada pelos autores com base nos 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. Os 10 municípios com maior número de autorias concentraram 89% dos artigos científicos publicados por residentes 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. Esse resultado pode guardar relação com o fato de a produção científica demandar a existência de capacitações locais, como universidades e centros de pesquisa orientados para atividades de promoção da ciência. Tais equipamentos acabam por se localizar em pontos específicos no território, privilegiando a centralidade de cidades com maior grau de urbanização. Em outros casos, a sua localização é definida a partir de interesses públicos. Não é por acaso 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 atividade produtiva, sendo, dessa forma, marcada pela existência de um núcleo produtivo local. Isso explicaria a presença na Tabela 1 de municípios não contemplados com grande infraestrutura de pesquisa, mas com importantes aglomerações produtivas, como é caso de Nova Lima, Betim e Contagem.

5 PRODUÇÃO DE CONHECIMENTO E ATRIBUTOS URBANOS NOS MUNICÍPIOS DE MINAS GERAIS

5.1 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 aqui o método de Análise de Correlações Canônicas. Trata-se de um método de estatística multivariada que tem como propósito central identificar e quantificar a associação entre dois conjuntos de variáveis (JOHNSON; WICHERN 2005). Considerando 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.⁴

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 se orienta a encontrar o par de combinações lineares U_1 e V_1 que apresente a máxima correlação entre si (STATACORP., 2009). Esta é definida como a primeira correlação canônica. Na sequência, são calculados 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 ($\rho_1^2 \geq \rho_2^2 \geq \dots \geq \rho_k^2$) 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 é dado por:

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

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

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

⁴ Para uma apresentação mais detalhada do método de Análise de Correlações Canônicas ver Johnson e Wichern (2005)

$$\begin{aligned}
 &Var(U_k) = Var(V_k) = 1 \\
 &Cov(U_k, U_l) = Corr(U_k, U_l) = 0 ; k \neq l \\
 &Cov(V_k, V_l) = Corr(V_k, V_l) = 0 ; k \neq l \\
 &Cov(U_k, V_l) = Corr(U_k, V_l) = 0 ; k \neq l \\
 &\text{Para } k, l = 1, 2, \dots, p.
 \end{aligned}$$

Para estimar as variáveis canônicas no presente trabalho foi utilizado o software Stata 11.

5.2 Sobre os dados utilizados

Os conjuntos de variáveis selecionadas para o presente trabalho foram avaliados 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 os atributos urbanos dos municípios de Minas Gerais. Os dois conjuntos de variáveis são apresentados no Quadro 1.

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

Produção de conhecimento científico e tecnológico	Atributos urbanos
Patentes por milhão de hab	PIB <i>per capita</i>
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: elaborado pelos autores com base nos dados do 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 indicador 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 em setores para os quais estatísticas de patentes são pouco eficientes (FLIKKEMA; DE MAN; CASTALDI, 2014; MENDONÇA; PEREIRA; GODINHO, 2004). É possível mencionar setores como o de serviços e a produção de softwares entre aqueles que podem ser melhor avaliados por estatísticas de marcas. Por essa razão, esse indicador é empregado 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 do uso desses indicadores 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 local, 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 às 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).

As variáveis utilizadas na análise são listadas a seguir:

- PIB *per capita* – PIB *per capita* municipal para o ano de 2015, disponibilizado pelo IBGE;
- Participação setorial no PIB – participação dos setores agricultura, indústria e serviços no PIB municipal de 2015, a partir de dados disponibilizados 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 Km², e pela razão entre a população total e a área do município em Km². 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 siste-

ma financeiro local. Dados referentes ao ano de 2015, coletados no website do Banco Central do Brasil, (<http://www4.bcb.gov.br/fis/cosif/est-ban.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.

A partir da análise desse conjunto de variáveis tenta-se observar se a hipótese de que aspectos regionais como forças aglomerativas, *spillovers* de conhecimento da academia para a indústria e o desenvolvimento do mercado local guardam relação com os processos de inovação e de produção do conhecimento. Objetiva-se também avaliar quais destes aspectos seriam os mais relevantes em tais processos. Em outros termos, busca-se observar se as 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.

5.3 Análise dos resultados e discussão

Os resultados observados a partir do uso do método de Análise de Correlações Canônicas (ACC) são apresentados na sequência. Como já pontuado, o método foi utilizado com o objetivo de verificar as relações entre variáveis que compõem um vetor relativo à produção de conhecimento científico e tecnológico com um 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 a 136 municípios. 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 nesse trabalho.

O agrupamento 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 do estado. Mas, ainda assim, a amostra de-
tém grande variabilidade, como é possível observar na 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 os dados relativos a depósitos de patentes e publicação de artigos.

Tabela 3 – Características gerais dos 136 municípios de Minas Gerais avaliados

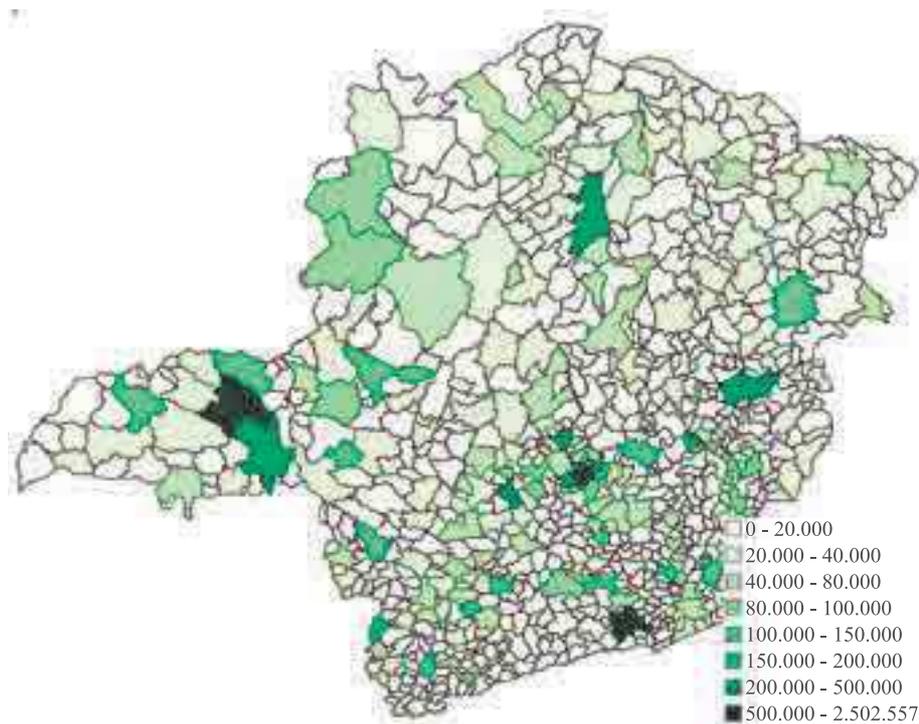
	Frequência	Média (a)	Desvio Padrão (b)	Coefficiente de variação (b/a)
Patentes (2015)	51	2,71	21,67	8
Artigos (2015)	67	25,73	162,77	6,33
PIB <i>per capita</i> (2015)	136	22765,3	15880,36	0,7
População (2010)	136	84140,72	202366,69	2,41

Fonte: elaborada pelos autores com base nos dados do 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

do 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: elaborado pelos autores com base nos dados do IBGE.

Quanto ao método de ACC, 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 testados⁵. Nesse sentido, os dados são adequados para a realização de uma análise de correlações canônicas.

5 Para detalhes sobre os testes de significância ver Johnson e Wichern (2005) e Statacorp. (2009).

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

	Statistic	df1	df2	F	Prob>F	
Wilks' lambda	0,5	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: elaborado pelos autores com base nos dados do 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, tomando por base a amostra aqui considerada. 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 mineiros. Cabe agora, uma avaliação um pouco mais profunda acerca das especificidades desse resultado.

Os coeficientes brutos para as 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 pelo 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, indicam quais variáveis originais têm maior importância para a definição das variáveis canônicas obtidas.

Considerando, portanto, a primeira lista de variáveis, na Tabela 5 é possível observar que artigos e patentes por milhão de habitantes são as variáveis que mais se correlacionam com a primeira variável canônica obtida. Sendo assim, essas variáveis originais seriam as que melhor explicariam tal combinação linear, referente à produção de conhecimento científico e tecnológico.

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: elaborado pelos autores com base nos dados do INPI, ISI Web of Science, IBGE, DataSUS, Geocapes e MTE.

Por sua vez, no que tange ao grupo referente aos atributos urbanos, apresentado na 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. Outras variáveis originais relevantes para a construção da primeira variável canônica, 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 <i>per capita</i>	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: elaborado pelos autores com base nos dados do INPI, ISI Web of Science, IBGE, DataSUS, Geocapes e MTE.

Tem-se, então, que o primeiro par canônico, formado pelas duas primeiras variáveis canônicas de cada lista original, indica a existência de um perfil de municípios para os quais a produção de conhecimento técnico e científico guarda forte relação com a existência de uma infraestrutura local de ensino e pesquisa. Tomando tal infraestrutura como uma característica definidora dos sistemas locais de inovação, é possível identificar a importância destes para a produção municipal de conhecimento em Minas Gerais.

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, à escala urbana e à 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 guarde maior relação com a prática produtiva, e não necessariamente com a ciência. Ou seja, tratam-se de desenvolvimentos tecnológicos marcados pelo 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 relevância dos artigos científicos, como visto acima, e a segunda, ao que tudo indica, marcada pelo conhecimento prático e produtivo. Tomando novamente como base a definição de Asheim e Coenen (2005), é possível afirmar que as duas variáveis canônicas em questão representam o conhecimento analítico e sintético, respectivamente.

Já 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.

A análise de correlações canônicas aqui realizada apresenta dois resultados importantes. O primeiro deles se refere ao fato de os dados empregados e o método de escolhido 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. Ou seja, é possível diferenciar padrões municipais alinhados ao conhecimento analítico e ao conhecimento sintético (ASHEIM; COENEN, 2005). 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, pela existência 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 sintético, guardaria relações com a relevância do setor industrial para a economia local, sendo a capacidade produtiva interna a sua principal determinante. Já as variáveis relativas ao grau de urbanização e às densidades do emprego e urbana se mostraram relevantes para a produção das duas formas de conhecimento. 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 identificar 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, 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. Destaca-se que, 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 em Minas Gerais.

O uso do método de Análise de Correlações Canônicas se mostrou satisfatório para esse tipo de estudo 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 identificar 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) as the innovation processes of firms are strongly shaped by their specific knowledge base. In this paper, we shall distinguish between two types of knowledge base: analytical and synthetic. These types indicate different mixes of tacit and codified knowledge, codification possibilities and limits, qualifications and skills, required organisations and institutions involved, as well as specific competitive challenges from a globalising economy, which have different implications for different sectors of industry, and, thus, for the kind of innovation support needed. The traditional constellation of industrial clusters surrounded by innovation supporting organisations, constituting a regional innovation system, is nearly always to be found in contexts of industries with a synthetic knowledge base (e.g. engineering-based industries. 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, atores fundamentais para o sistema de inovação, é o elemento com maior capacidade de potencializar a produção local de conhecimento municipal.

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. 1.173-1.190, 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.
- DINIZ, C. C. Celso Furtado e o desenvolvimento regional. **Nova Economia**, v. 19, n. 2, p. 227-249, 2009.
- 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.
- 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. 310-31, 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.
- FREEMAN, C. **Technology Policy and Economic Performance**. London: Pinter Publishers, 1987.
- 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. 1.324-1.330, 1990.
- JOHNSON, R. A., WICHERN D. W. **Applied Multivariate Statistical Methods**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2005.
- LEMOS, M. B; DINIZ, C. C. Sistemas locais de inovação: o caso de Minas Gerais. In: CASSIOLATO, J.; LASTRES, H. Globalização e inovação localizada: experiências de sistemas locais no Mercosul. Brasília: IBICT, 1999. p. 245-278.
- 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. 1.385-1.404, 2004.
- PINTO, A. A Natureza e implicações da heterogeneidade estrutural na América Latina. In: BIELSHOWSKY, R. (Ed.). **Cinquenta anos de pensamento na Cepal**. Rio de Janeiro, São Paulo: Record, 2000. p. 567-588.

- PORTER, Michael E. **A Vantagem competitiva das nações**. 5.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1989. 897 p.
- RAPINI, M., ALBUQUERQUE, E., CHAVES, C., SILVA, L., RIGHI, H., CRUZ, W. 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., BERNARDES, A., ALBUQUERQUE, E. 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.
- SANTOS, U. P. DOS; DINIZ, C. C. A interação universidade-empresa na siderurgia de Minas Gerais. **Nova Economia**, v. 23, n. 2, p. 279-306, 2013.
- 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.
- STATACORP. **Stata Multivariate Statistics Reference Manual**: Release 11. College Station: Stata Press, 2009.
- 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	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	Variáveis Canônicas		
	1	2	3
PIB <i>per capita</i>	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	-27.322	-46.651
Participação da Indústria no PIB	19.934	11.902	-109.145
Participação dos Serviços no PIB	13.888	-14.888	-117.326
Densidade do Emprego	11.493	2.099	32.117
Densidade Urbana	-0.1905	-0.3913	-0.9833
Grau de Urbanização	0.5771	24.396	66.511
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.