

INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DOS MUNICÍPIOS MINEIROS

Cíntia Santos Silva¹
Luana de Castro Lopes²
Samara Cristina Vieceli Piacenti¹

¹ Doutorandas em Economia no Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (CEDEPLAR/UFMG)

² Mestranda em Economia no Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (CEDEPLAR/UFMG)

RESUMO

Novas abordagens sobre a inovação industrial evidenciam a importância da especialização inteligente para o crescimento e desenvolvimento econômico das regiões. Este estudo identifica algumas características fundamentais à promoção da inovação tecnológica nos municípios mineiros. Para isto, elaborou-se um indicador de inovação e desenvolvimento tecnológico utilizando Análise Fatorial. O principal resultado aponta que os municípios com maiores potenciais de inovação e de diversificação tecnológica contêm parques tecnológicos em operação em seu território, evidenciando que os parques tecnológicos impactam positivamente no sistema de inovação da região. Por outro lado, os polos regionais de inovação dos municípios mineiros permanecem concentrados em poucas regiões.

Palavras-chave: Desenvolvimento Econômico. Sistemas Regionais de Inovação. Progresso Tecnológico. Parques Tecnológicos.

Área temática: Economia

ABSTRACT

New approaches to industrial innovation emphasize the importance of smart specialization for the economic growth and development of regions. This study identifies some of the fundamental characteristics for the promotion of technological innovation in the municipalities of Minas Gerais. For this purpose, we developed an indicator of innovation and technological development using Factor Analysis. The main result point that the municipalities with the greatest potential for innovation and technological diversification have Science and Technology Parks operating in their territory, showing that technology parks have a positive impact on the region's innovation system (RIS). On the other hand, the regional innovation poles of Minas Gerais municipalities are still concentrated in a few locations.

Keywords: Economic development. Regional Innovation Systems. Technological Progress. Science and Technology Parks.

1. INTRODUÇÃO

Em um contexto em que a inovação e tecnologia tem assumido um papel de destaque nas discussões sobre desenvolvimento local, estudos sobre os Sistemas Nacionais de Inovação (SNI), seus arranjos, características e desdobramentos são fundamentais. Mais ainda, em um país de dimensões continentais como o Brasil, com disparidades regionais evidentes, as discussões sobre os Sistemas Regionais de Inovação (SRI) ganham espaço e tem grande relevância para a compreensão da dinâmica inovativa em meio à estrutura produtiva de cada região. De acordo com Freeman (2002), os sistemas supracitados mantêm uma relação de complementariedade entre si, uma vez que a escala nacional influencia as aglomerações econômicas regionais, por meio da política, cultura, instituições e da própria economia do país. Por isso, segundo Santos e Mendes (2018), os SRI são considerados parte integrante do SNI, de forma que cada região - dadas suas especificidades econômicas e institucionais – podem apresentar caminhos tecnológicos distintos, influenciando o sucesso ou fracasso das políticas de ciência e tecnologia definidas nacionalmente.

Segundo alguns teóricos, a capacidade de inovar das nações seria um dos pontos cruciais de seu sucesso econômico, sendo um reflexo do seu Sistema Nacional de Inovação (FREEMAN, 1995). Dentre as questões que permeiam o processo de desenvolvimento tecnológico e inovador, a interação entre as universidades, o governo e as empresas têm desempenhado um papel-chave. Nelson e Rosenberg (1993) destacam a interação entre as dimensões científica e tecnológica como as características que guiam o sistema de inovação e, por consequência, o progresso tecnológico. Nesse contexto, os parques científicos e tecnológicos materializam essas dimensões e promovem inovação rumo à produção de alta tecnologia, partindo de uma interação dinâmica entre seus três pilares principais: as empresas, o governo e instituições de pesquisa.

No Brasil, os parques tecnológicos são concentrados em municípios que possuem uma estrutura produtiva consolidada, com empresas locais complexas e diversificadas. Em Minas Gerais, os parques tecnológicos em operação estão situados em cinco municípios. Seu primeiro parque tecnológico entrou em operação no ano de 2011, o TecnoParq – localizado em Viçosa. No ano seguinte, o BH-Tec, localizado em Belo Horizonte (BH), iniciou suas operações, seguido pelo parque de Itajubá (PCTI). Em 2015, o Arranjo Produtivo Local (APL) de Eletroeletrônicos do município de Santa Rita do Sapucaí, por meio de sua entidade de Governança local (SINDVEL), solicitou ao governo do estado o reconhecimento de Santa Rita do Sapucaí como um Parque Tecnológico Aberto, título esse que foi concedido em janeiro de 2021. Por fim, o parque de Uberaba iniciou suas operações em 2018.

Diante da importância que a inovação tecnológica tem para o desenvolvimento econômico, este estudo buscou identificar algumas das características fundamentais para a promoção da inovação tecnológica nos municípios de Minas Gerais. Com isso, tem-se por objetivo elaborar um indicador de inovação e desenvolvimento tecnológico para os municípios mineiros, bem como analisar as variáveis que mais contribuem para seu desenvolvimento econômico e tecnológico, contribuindo na identificação dos municípios mineiros com maior potencial de inovação e desenvolvimento tecnológico.

As implicações do avanço tecnológico sobre o desenvolvimento regional têm sido intensamente evidenciadas na literatura e apontam para o crescimento econômico. Vale ressaltar que o crescimento econômico sem desenvolvimento pode gerar desequilíbrios socioeconômicos e aprofundar problemas sociais como o desemprego, a pobreza e desigualdades regionais. Portanto, para que ocorra um desempenho inovador no município, em consonância com o desenvolvimento econômico, a articulação dos atores locais se torna fundamental. Levando estes pontos em consideração, este estudo evidencia a importância do

desenvolvimento econômico ao considerar variáveis de abrangem os atores locais (empresas, universidades e gestão governamental), questões sociais, a infraestrutura e a estrutura produtiva local dos municípios no indicador de inovação e desenvolvimento tecnológico elaborado.

Ressaltada a importância da inovação e desenvolvimento tecnológico para avanços no crescimento econômico, assim como para o desenvolvimento, este estudo contribui com a literatura ao analisar as características dos municípios mineiros que mais contribuem para o desenvolvimento regional guiado pela especialização inteligente. Esta análise é importante para direcionar políticas públicas ativas aos municípios, priorizando áreas que potencialmente gerem inovações em locais que promovam o desenvolvimento nas regiões em que estão inseridos.

Para isso, esse trabalho está dividido em 5 seções. A primeira seção enfatiza a importância da inovação e das atividades econômicas de maior nível tecnológico para o desenvolvimento econômico dos municípios de Minas Gerais. A segunda faz uma discussão a partir da literatura sobre a definição de Sistema Nacional de Inovação e seu papel no desenvolvimento regional. Posteriormente, são abordados os aspectos metodológicos utilizados na análise e na quarta seção são discutidos os resultados obtidos no trabalho. Por fim, são apresentadas as considerações finais.

2. IMPORTÂNCIA DA INOVAÇÃO NAS ECONOMIAS DE AGLOMERAÇÃO

Novas abordagens sobre a inovação industrial, como a especialização inteligente, visam impulsionar o crescimento e o desenvolvimento econômico das regiões por meio da diversificação das atividades econômicas mais complexas. Para explicar o surgimento e o fortalecimento das inovações, a literatura internacional destaca a abordagem das economias de aglomeração e os transbordamentos de conhecimento no espaço geográfico (AUDRETSCH; FELDMAN, 1996; BOSCHMA, 2005; BALLAND; BOSCHMA; FRENKEN, 2015).

Marshall (1982) foi um dos pioneiros a desenvolver o raciocínio de que quanto maior a concentração industrial em uma região, maiores são as chances de ocorrerem *spillovers* de conhecimento técnico entre as indústrias, encadeamento de processos produtivos, bem como a redução dos custos de logística e fretes. Por outro lado, Freeman (1995) e Boschma (2005) argumentam que a diversificação das economias também é um requisito para o compartilhamento dos transbordamentos tecnológicos que fluem no espaço. Radosevic (2017), Grillitsch e Asheim (2018) consideram a especialização inteligente como a nova política de inovação industrial. A diversificação da economia em atividades de maiores níveis tecnológicos aumenta a complexidade do conhecimento em comparação com o nível atual na região e impulsionam o crescimento econômico.

Em suma, a especialização inteligente visa uma diversificação econômica planejada a curto e a médio prazo, com uma perspectiva de longo prazo para as mudanças estruturais resultantes deste processo, rumo ao desenvolvimento das regiões. Camagni e Capelo (2017) ressaltam que essa abordagem de diversificação baseada em tecnologia e inovação exigem políticas verticais e ativas por regiões, assim, reconhecendo as heterogeneidades nas condições regionais, as políticas aumentam o potencial de se tornarem mais assertivas para direcionar as respectivas regiões ao crescimento econômico. Nesse sentido, o governo é um dos principais agentes em um sistema de inovação, juntamente com os setores produtivos e com instituições de pesquisa, como será abordado no tópico a seguir.

2.1 Sistema de Inovação

As discussões a respeito do Sistema de Inovação foram iniciadas entre as décadas de 1980 e 1990 e seu conceito pode ser aplicado aos níveis nacional, regional ou setorial. O Sistema Nacional de Inovação (SNI) não tem uma definição única, mas a literatura discute amplamente as interações entre instituições de pesquisa com a produção tecnológica. Nelson e Rosenberg (1993) destacam a interação entre as dimensões científica e tecnológica como as características que guiam o SNI e, por consequência, o progresso tecnológico. O SNI é comumente caracterizado como o conjunto de condições estruturais e de instituições que atuam na condução do desenvolvimento, sendo essencial compreender os vínculos entre os atores envolvidos no processo de inovação e nas melhorias da tecnologia (FREEMAN, 1995; LUNDVALL, 1995).

O desempenho inovador de um país decorre, em grande parte, de como os atores se relacionam entre si, como partes de um sistema coletivo de criação e uso do conhecimento, assim como das tecnologias que utilizam. A OECD (1997) e Johnson, Edquist e Lundvall (2003) apontam que os principais atores são empresas privadas, esforços de P&D em empresas, universidades e institutos públicos de pesquisa, organizações em ciência, inovação e tecnologia e políticas públicas. Similarmente, Etzkowitz e Leydesdorff (2000) defendem a tese da “tripla hélice”, em que universidades, governo e empresas são os três pilares em uma interação dinâmica para a inovação rumo à produção de alta tecnologia.

O conceito da tripla hélice é citado por Abreu et al. (2016) como modelo de atuação de diversos parques tecnológicos e está associado a uma nova visão do papel das universidades na sociedade, em particular, na missão de desenvolver novos conhecimentos tecnológicos em cooperação com as empresas privadas. Nessa abordagem, os processos de aprendizagem, concomitantes com o desenvolvimento do conhecimento técnico, científico e tecnológico são realizados em uma perspectiva dinâmica, de forma que as universidades e instituições de pesquisa têm um papel proeminente. Dessa forma, diferentes organizações, como empresas iniciantes de base tecnológica (*startups*), incubadoras, aceleradoras entre outros, podem se articular em ambientes que promovam a inovação e, assim, se vincularem a redes de fomento e fundações de amparo à pesquisa, para que novos produtos e processos tecnológicos sejam introduzidos no mercado e promovam o desenvolvimento econômico.

No Brasil, ao menos até o final da década de 1990, o SNI era considerado incompleto e imaturo em comparação com outros países (ALBUQUERQUE, 1999). Ao longo dos anos 2000, houve um processo de expansão do Sistema Nacional de Inovação com o aumento do número de instituições de ensino e pesquisa, nas produções científicas e tecnológicas, assim como houve um processo de redistribuição espacial dessas atividades no território nacional. Isso fez com que os ativos de CI&T se distribuíssem para mais regiões e, portanto, ficassem menos concentrados nas áreas mais desenvolvidas economicamente no país (SANTOS; MENDES, 2018).

Diante da dimensão continental do Brasil, é importante analisar as disparidades regionais do país e as características potenciais para o desenho de políticas que potencializem a construção e/ou o fortalecimento de Sistemas Regionais de Inovação (SRI). A abordagem do SRI reconhece a inovação como um fator decisivo na promoção do desenvolvimento econômico regional e local, pois o processo de inovação tende a contribuir para a competitividade de produção dos agentes locais e para a dinâmica dos setores produtivos. O espaço econômico atrelado à proximidade geográfica desencadeia importantes efeitos de geração e disseminação do conhecimento entre os agentes, assim como pode gerar *spillovers* do desenvolvimento regional em termos sociais e econômicos em localidades próximas (ALBUQUERQUE et al., 2002; SANTOS; MENDES, 2018; GARCIA et al., 2020). Assim, dentro da abordagem de SRI, o espaço passa a ser considerado como variável fundamental para a ascensão e disseminação de inovações, assumindo-se a distribuição desigual do conhecimento, que dependem das

diferentes trajetórias de aprendizagem, baseadas nos arranjos institucionais específicos de cada localidade (ISAKSEN, 2001; ASHEIM; GERTLER, 2005).

Segundo Britto et al. (2015), a interação entre universidades e institutos públicos de pesquisa em uma região é um fator chave que influencia as estratégias de inovação das empresas, pois promove a educação e treinamento dos trabalhadores com conhecimento altamente qualificado, assim como complementa as necessidades de P&D por meio de parcerias entre as empresas e as universidades. Dessa forma, as universidades têm papel essencial de contribuir para o desenvolvimento regional. As mudanças estruturais que decorrem destas parcerias caminham em direção à diversificação das atividades produtivas, com maior intensidade tecnológica, especialmente em países de economias emergentes e com sistemas de inovação imaturos, onde ainda há muito espaço para a criação de ciência e tecnologia.

O estudo empírico de Turkina, Oreshkin e Kali (2013) analisou como as inovações em uma região podem ser afetadas em um cluster de inovação. Os autores defendem que a localização de indústrias em clusters regionais de inovação oferecem benefícios, mas, ao mesmo tempo, implicam em limitações para o crescimento da região. A limitação identificada foi a presença de retornos decrescentes do desempenho da inovação da empresa e novos esforços em P&D, entretanto, alinhados ao argumento de Britto et al. (2015), a conexão das empresas de alta tecnologia com relacionamento com instituições de pesquisa e universidades em seu cluster moderou estes efeitos.

De acordo com Monck e Peters (2009), os parques científicos e tecnológicos promovem uma gama de benefícios para as economias que os hospedam, bem como para seus sistemas de inovação. Segundo a *International Association of Science Parks and Areas of Innovation* (IASP), parque científico (e tecnológico) pode ser definido como uma organização gerenciada por profissionais especializados, que tem como objetivo principal aumentar o bem-estar social, promovendo uma cultura de inovação e competitividade das empresas e instituições de bases tecnológicas associadas. Para isso, o parque estimula e gerencia o fluxo de conhecimento e tecnologia entre universidades, empresas e instituições de pesquisa e desenvolvimento. Assim, facilita a criação e o crescimento de empresas de base tecnológica por meio de incubações e processos de *spin-off*, além de oferecer um espaço e infraestrutura de alta qualidade (IASP, 2022).

Etzkowitz e Leydesdorff (2000) e Abreu et al. (2016) abordaram contribuições dos parques tecnológicos para avanços em inovação e suas relações com o desenvolvimento regional. Os autores apontam evidências que os parques tecnológicos atuam como pivôs do desenvolvimento tecnológico em um sistema de inovação, uma vez que eles se propõem a promover interações entre os principais atores do desenvolvimento para que se complementem de forma dinâmica e eficiente. Portanto, o potencial de um parque tecnológico de contribuir para o desenvolvimento regional está relacionado ao seu grau de envolvimento com as universidades e instituições de pesquisa, com empresas de base tecnológica, com o governo e suas linhas de fomento para viabilizar e incentivar a geração de conhecimento e inovações.

Montenegro e Betarelli Junior (2008) e Fochezatto e Tartaruga (2013) identificaram que a questão do espaço é importante para a dinâmica das atividades. Em ambos os estudos, os autores criaram indicadores de inovação (ou potencial de inovação) que apresentaram associação direta com o desenvolvimento local. Uma justificativa para essa relação é que os organismos de pesquisa que concentram pesquisadores contribuem para a geração de novas tecnologias no Sistema Local de Inovação ao desenvolverem relações de cooperação com as empresas da região. Estes efeitos foram considerados recorrentes a partir de polos tecnológicos e *clusters* industriais, especialmente em São Paulo.

Anderle (2020) analisou os impactos dos parques tecnológicos nos municípios brasileiros, onde comparou as diferenças dos sistemas locais de inovação (SLI) antes e após a

fundação dos parques e constatou que a experiência brasileira teve, em média, um impacto positivo da inovação sobre as indústrias. Outro resultado apontado foi que a distribuição dos parques no espaço é extremamente concentrada no Brasil, especialmente nas regiões Sul e Sudeste. Para o autor é evidente que isso ocorre em função das organizações políticas do território, em relação às políticas industriais e de inovação. A destinação de incentivos por parte do governo central, por exemplo, mesmo em momentos distintos, é recorrentemente endereçada para as mesmas regiões.

A partir dos avanços da literatura, o presente estudo contribui ao identificar os municípios mineiros com maior potencial de inovação e desenvolvimento tecnológico e busca analisar as características locais que mais contribuem para o desenvolvimento regional guiado pela especialização inteligente. Para isto, a próxima seção apresenta a metodologia da Análise Fatorial, utilizada na criação do indicador local de inovação e desenvolvimento tecnológico.

3. METODOLOGIA

O método utilizado para atender o objetivo da pesquisa consiste na aplicação de uma análise fatorial, com dados para todos os 853 municípios de Minas Gerais. Para isso, foram seguidas algumas etapas: construção da matriz de correlação, verificação da adequação da base de dados pelos testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e Alpha Cronbach's, determinação da matriz de cargas fatoriais a partir do gráfico do número de fatores com seus respectivos autovalores e, por fim, rotação ortogonal dos fatores utilizando o método oblimin. Uma vez extraídos os fatores, foram gerados os escores fatoriais para cada município e para cada fator. Posteriormente, é feita a análise dos indicadores e classificou-se os municípios em baixo, médio, ou alto desempenho para cada um dos fatores, considerando os anos de 2015 e 2019.

3.1. Análise Fatorial

A análise fatorial é definida como um conjunto de técnicas multivariadas, tendo como intuito a avaliação da dimensão de um conjunto de dados, além de encontrar o menor número de fatores necessários para explicar a correlação entre eles. Para Hair et al. (2009) esse método tem por objetivo reduzir o número original de variáveis, por meio da extração de fatores independentes, ao passo que estes fatores possam explicar, de forma simples e reduzida, as variáveis originais. Em suma, esta técnica permite extrair um número sintetizado de fatores, que são combinações lineares das variáveis originais, perdendo o mínimo de informações.

Deste modo, a análise fatorial pode ser representada por meio de uma combinação linear entre as (X_i) variáveis selecionadas e os K fatores comuns (F) , assim como apresentado na Equação 1.

$$X_i = A_{i1} F_1 + A_{i2} F_2 + \dots + A_{ik} F_k + U_i + E_i \quad (1)$$

Em que, A_{ik} são as cargas fatoriais, F_k são os fatores comuns; U_k é o fator único; e E_i é o fator de erro.

3.1.1. Base de dados

O método de análise fatorial foi utilizado para obter as relações de inovações e do desenvolvimento tecnológico local de Minas Gerais. Para isso, foram selecionadas vinte variáveis que estão descritas no Quadro 1. Para que se tenha um desempenho inovador, a articulação dos atores locais se torna fundamental.

Quadro 1 – Variáveis selecionadas

Código variável	Descrição da variável	Natureza	Fonte
r_prec	Razão de precariedade - trabalho formal com até 1 salário mínimo (%)	Percentual	RAIS
N_ept	Número de estabelecimentos da educação profissional e tecnológica - ensino médio e ensino superior	Unitário	INEP
exp_tec	Exportações de média e alta tecnologia (%)	Percentual	MDIC
eco_cri	Emprego em economia criativa e turismo (%)	Percentual	RAIS
des_ind	Desenho industrial	Unitário	INPI
dep_pat	Deposito de patentes	Unitário	INPI
mat_sup	Matrículas no ensino superior	Unitário	INPI
tec_emp	Tecido empresarial – índice de densidade de atividades dos municípios, das microrregiões e percentual de serviços empresariais	Índice	ISDEL
com_int	Comércio internacional	R\$	MDIC
comp_x	Complexidade	Índice	ISDEL
IHH	Diversidade Produtiva (Índice Hirschman Herfindahl)	Índice	RAIS
QL	Agglomerações Produtivas (Quociente Locacional)	Índice	RAIS
cre_per	Crédito per capita	R\$	BACEN
IFGF_aut	Índice Firjan de Gestão Fiscal - autonomia	Índice	FIRJAN
BNDES	Operações de financiamento do BNDES	R\$	BNDES
emp_ind	Empregos na indústria (%)	Percentual	RAIS
emp_serv	Empregos em serviços (%)	Percentual	RAIS
conecti	Conectividade – densidade de acessos à banda larga fixa e móvel	Acessos por 100 domicílios	ISDEL
massa_sal	Massa salarial	R\$	RAIS
areatotal	Densidade do emprego - Razão entre a população total ocupada em cada município, pela área deste em Km ²	Percentual	RAIS e IBGE

Fonte: Elaboração das autoras.

A OECD (1997) e Johnson, Edquist e Lundvall (2003) afirmam que os principais atores são as empresas privadas, os esforços de P&D em empresas, universidades e institutos públicos de pesquisa, organizações em ciência e tecnologia (C&T) e políticas públicas. Dessa forma, as variáveis como Número de estabelecimentos da educação profissional e tecnológica (N_ept), Exportações de média e alta tecnologia (exp_tec), Desenho industrial (des_ind), Depósito de patentes (dep_pat) e Matrículas no ensino superior (mat_sup) são justificadas pela importância evidenciada da produção de alta tecnologia e da inovação no desenvolvimento das regiões, sendo as patentes uma *proxy* para o desenvolvimento tecnológico.

A variável BNDES tem natureza monetária¹ e contabiliza as operações de financiamento do BNDES para o município, portanto, representa a esfera de fomentos à inovação. Essa

¹ BNDES e as demais variáveis monetárias foram deflacionadas pelo IPCA para o ano base 2019.

variável foi considerada com o intuito de mensurar a participação ativa do governo na inovação, ou seja, para promover o desenvolvimento econômico regional.

Em contrapartida, as variáveis denominadas de Tecido empresarial (*tec_emp*), Complexidade (*comp_x*), Diversidade Produtiva (IHH), Aglomerações Produtivas (QL), Crédito per capita (*cre_per*), Índice Firjan de Gestão Fiscal - autonomia (IFGF_au), Conectividade (*conecti*), Comércio internacional (*com_int*) e Razão de precariedade (*r_prec*) foram utilizadas com o objetivo de identificar a influência que a dinâmica da economia do município e suas características têm sobre o desenvolvimento tecnológico local.

A presença de variáveis como percentual de empregos em economia criativa e turismo (*eco_cri*), na indústria (*emp_ind*) e em serviços (*emp_serv*) se justifica pela importância destes setores na estrutura produtiva dos municípios, pela caracterização da dinâmica das atividades econômicas entre os municípios, bem como para evidenciar a complementariedade que os setores podem oferecer entre si no importante papel da inserção de novas tecnologias no mercado. Segundo Henrique e Staduto (2014), a economia criativa está dispersa em diversos setores de economia, mas tende a ocupar principalmente atividades em que as inovações estão em evidência.

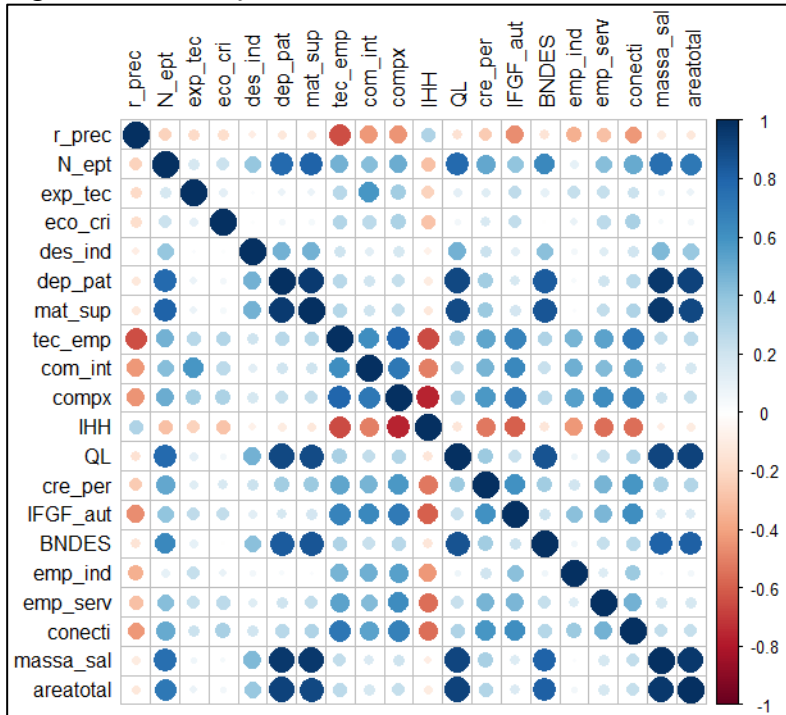
Os testes realizados de validação do banco de dados foram o Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e o Alpha Cronbach's. O teste de KMO apresentou um valor de 0,86, e o Alpha de 0,92, demonstrando que a amostra é apropriada para aplicação da análise fatorial e que há confiabilidade e consistência nas informações dispostas.

Para a apresentação dos resultados, os scores dos municípios obtidos em cada dimensão foram classificados a partir do método de quebras naturais de *Jenks*, método que visa minimizar a variância dentro da classe e maximizar as diferenças entre elas. Dessa forma, três grupos foram considerados, sendo o primeiro grupo de municípios classificados como altos valores na dimensão em questão, o segundo grupo como valores médios e o terceiro como valores baixos, representando alto, médio e baixo nível, respectivamente.

4. RESULTADOS

Para entender o grau de relacionamento entre as variáveis, foi calculada a matriz de correlações, que permite identificar subconjuntos de variáveis com uma alta correlação entre si e pouco relacionadas com outros subconjuntos. A Figura 1 demonstra as correlações entre as variáveis. Observa-se que razão de precariedade (*r_prec*) e o índice de diversidade produtiva (IHH) apresentaram uma correlação negativa com todas as outras variáveis. Por outro lado, nota-se uma autocorrelação entre as matrículas de nível superior e o depósito de patentes, bem como a massa salarial e o depósito de patentes.

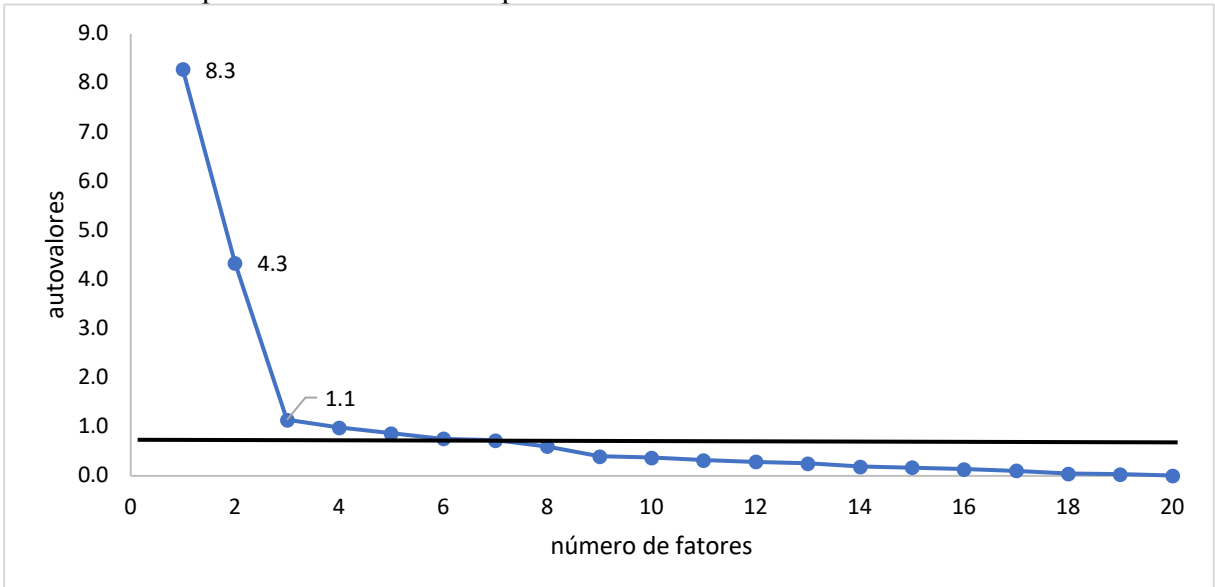
Figura 1 - Correlações das variáveis utilizadas



Fonte: Elaboração das autoras.

Para determinar o menor número de fatores que expliquem a maior parte da variância do banco de dados, foram calculados os autovalores e a porcentagem de variância explicada por cada fator. É possível observar no Gráfico 1 que três fatores foram identificados com autovalor maior que 1.

Gráfico 1 – Dispersão dos autovalores por fatores



Fonte: Elaboração das autoras.

As cargas fatoriais descrevem a relação de cada variável com o seu respectivo fator. Para facilitar a interpretação dos fatores, foi realizada uma rotação ortogonal Oblimin. A Tabela 1 apresenta os resultados dos autovalores, a porcentagem da variância que é explicada por cada fator e a variância acumulada. Observa-se que 49% das variâncias são explicadas pelo fator 1,

38% pelo fator 2 e 13% pelo fator 3. Destaca-se que os três fatores definidos explicaram 64% da variação total dos dados.

Tabela 1 – Autovalores, carga fatorial, variância acumulada

	Fator 1	Fator 2	Fator 3
Eigenvalues	8,27	4,33	1,13
SS loadings	6,25	4,82	1,67
Proportion Var	0,31	0,24	0,08
Cumulative Var	0,31	0,55	0,64
Proportion Explained	0,49	0,38	0,13
Cumulative Proportion	0,49	0,87	1

Fonte: Elaboração das autoras com base nos dados da pesquisa.

Seguindo com o método da análise fatorial, o Quadro 2 apresenta as cargas fatoriais e de que forma foram selecionadas as variáveis para cada dimensão. O fator 1 representa a dimensão de inovação e especialização, visto que tem uma alta carga fatorial nas variáveis de depósitos de patentes, matrículas no ensino superior e aglomerações produtivas, as quais são variáveis importantes para a determinação da inovação e especialização dos municípios.

Quadro 2 – Cargas fatoriais e formação dos componentes

Fatores	Variáveis	Pesos Fatoriais
Inovação e especialização	Massa salarial	0,99
	Depósito de patentes	0,98
	Matrículas no ensino superior	0,97
	Densidade de emprego	0,96
	Agglomerações produtivas (QL)	0,95
	Operações de financiamento do BNDES	0,85
	Estabelecimentos da educação profissional e tecnológica - ensino médio e superior	0,69
	Desenho industrial	0,45
Conexões empresariais e diversificação produtiva	Crédito per capita	0,73
	Diversidade produtiva (IHH)	-0,83
	Empregos em economia criativa e turismo (%)	0,37
	Conectividade	0,78
	Tecido empresarial	0,76
	IFGF autonomia	0,70
	Empregos em serviços (%)	0,67
	Complexidade	0,78
	Razão de precariedade	-0,37
Comércio exterior e industrialização	Empregos na indústria (%)	0,39
	Comércio internacional	0,79
	Exportações de média e alta tecnologia (%)	0,66

Fonte: Elaboração das autoras com base nos dados da pesquisa.

Já o fator 2 concentrou variáveis relacionadas às conexões empresariais e às diversificações produtivas. Nota-se uma carga alta em conectividade e no índice de diversidade

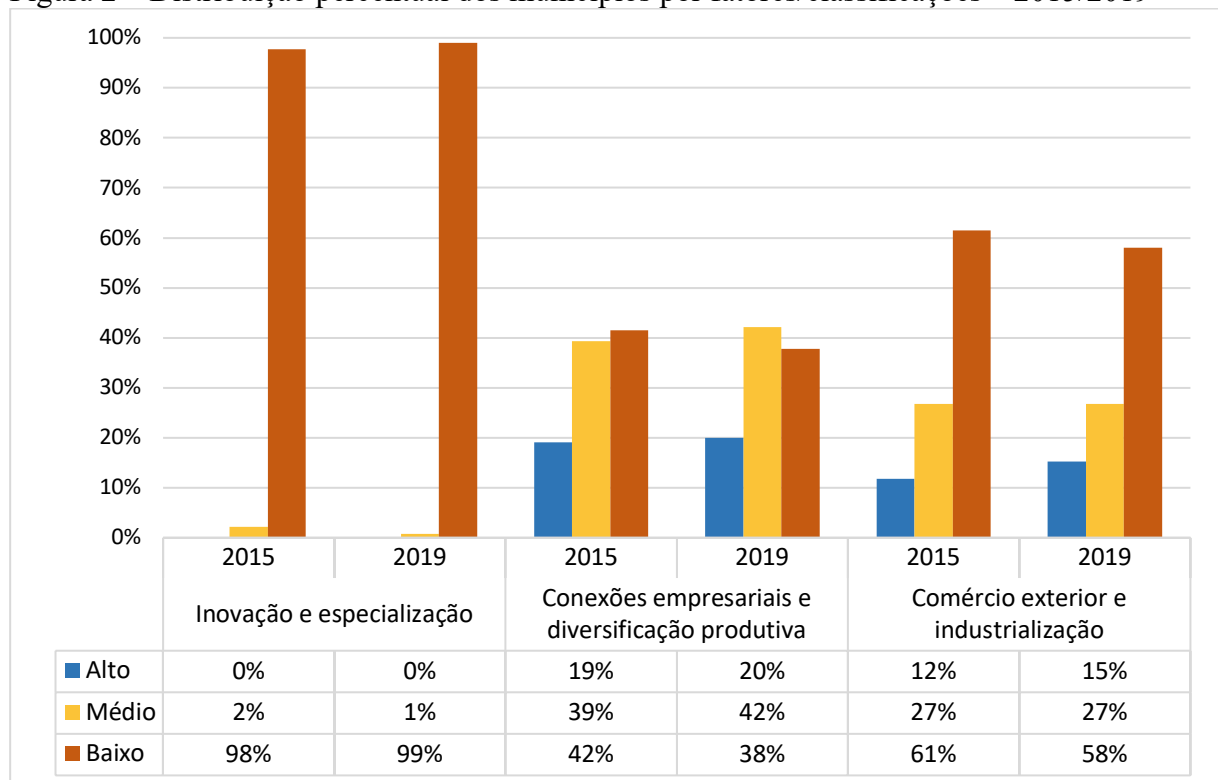
produtiva, assim como na complexidade dos setores dos municípios. O fator 3, denominado como comércio exterior e industrialização, concentrou as variáveis relacionadas ao comércio internacional, percentual de empregos no setor industrial e a participação das exportações de média e alta tecnologia frente ao total de exportações do município.

Após extraídos os fatores relacionados às variáveis, foi calculado o escore fatorial (pesos fatoriais) para cada dimensão, para cada município e para os dois anos analisados. Desse modo, os municípios foram classificados de acordo com seu escore, podendo ser classificados como alto, médio e baixo nível de inovação e especialização, de conexões empresariais e diversificação produtiva e, por fim, de comércio exterior e industrialização.

A

Figura 2 apresenta como os municípios mineiros foram classificados em cada uma das dimensões. Destaca-se que poucos municípios foram considerados de alto nível no primeiro fator, o qual concentra o maior poder explicativo pelas variâncias do banco de dados, 49%. Isso indica que a maioria dos municípios mineiros estão em um nível baixo para esse fator, já os fatores dois e três são mais distribuídos entre as classificações.

Figura 2 – Distribuição percentual dos municípios por fatores/classificações – 2015/2019



Fonte: Elaboração das autoras com base nos dados da pesquisa.

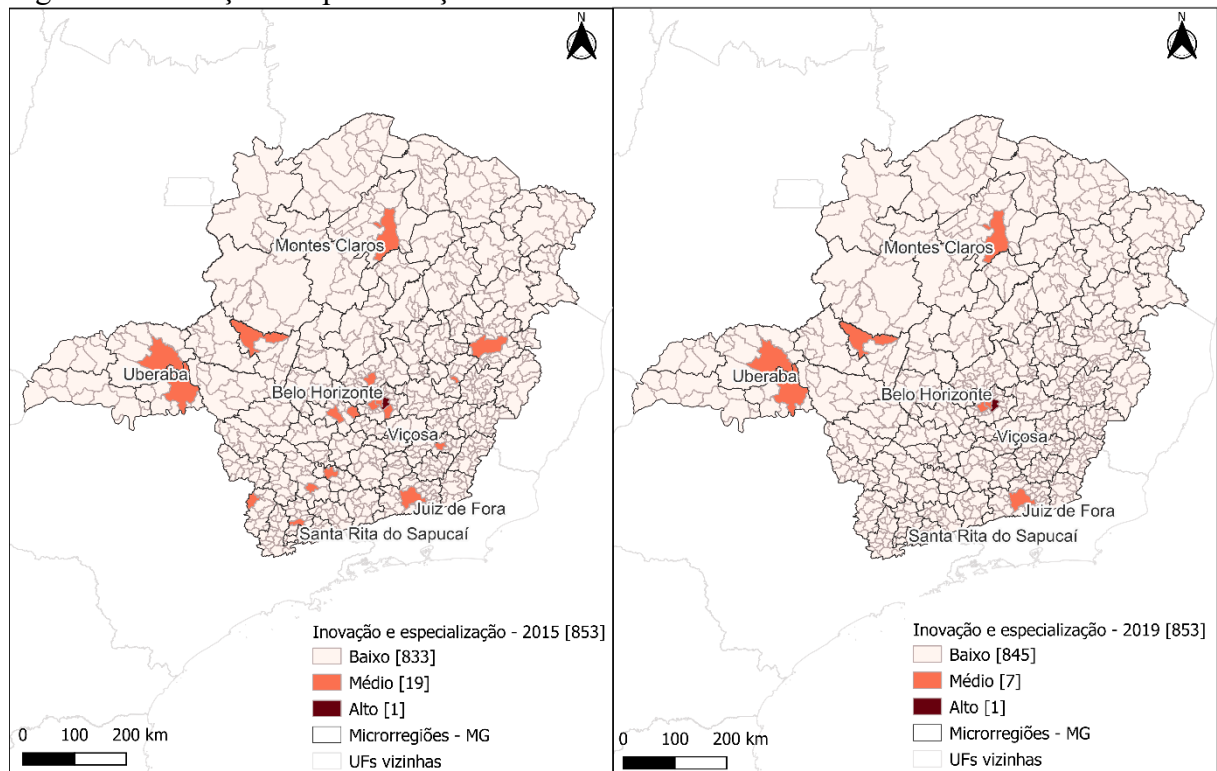
Entre 2015 e 2019, o percentual de municípios com nível médio de inovação reduziu, migrando para o nível baixo. Poucas modificações ocorreram entre os períodos na dimensão de conexões empresariais, mas observa-se uma queda de municípios com níveis baixos em conexões empresariais e comércio exterior, ao passo que há uma queda de 4% nos municípios considerados baixos nos fatores 2 e 3. Ressalta-se, também, um aumento de 3% de municípios no nível alto do terceiro fator, comércio exterior e industrialização.

Com o intuito de visualizar como os municípios que possuem parques tecnológicos em operação se relacionaram com as dimensões do indicador, a Figura 3 demonstra as

classificações dos municípios mineiros frente ao fator de inovação e especialização nos anos de 2015 e 2019. Conforme supracitado, os municípios mineiros apresentaram um valor baixo em inovação e especialização nos anos analisados.

Por outro lado, observa-se que em 2015, os municípios com parques tecnológicos em operação tiveram valores expressivos, sendo Belo Horizonte classificado como alto nível de inovação e especialização e Itajubá, Uberaba e Viçosa classificados como médios. Outro destaque é que municípios com parques tecnológicos em implementação também apresentaram valor significativo para essa dimensão, como Montes Claros, Uberlândia e Juiz de Fora. Em contrapartida, em 2019 os municípios de Viçosa e Itajubá foram considerados em nível baixo. Anderle (2020) identificou em sua pesquisa que os parques tecnológicos brasileiros em operação impactaram positivamente no sistema local de inovação onde se instalaram, corroborando com os resultados encontrados nesse indicador, em que municípios com parques tecnológicos possuem um valor significativo na dimensão inovação e especialização.

Figura 3 – Inovação e especialização – 2015/2019



Fonte: Elaboração das autoras com base nos dados da pesquisa.

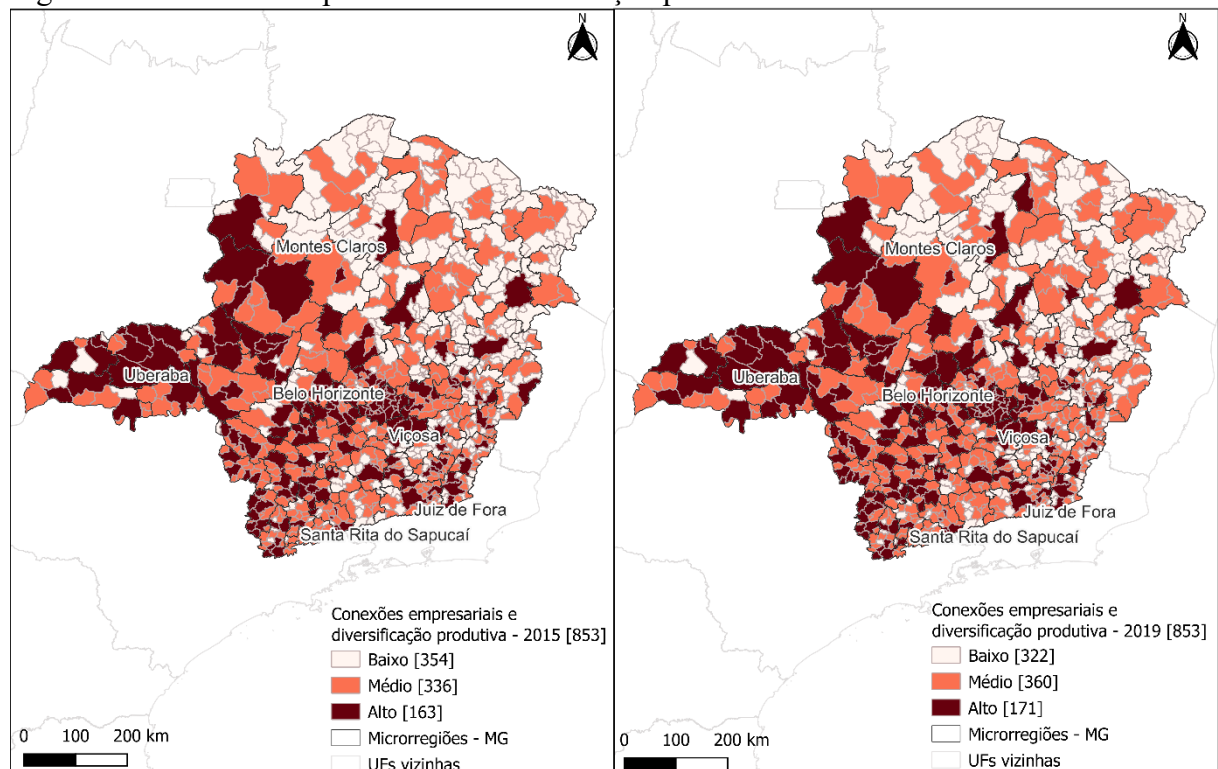
Os baixos valores podem ser explicados pelas disparidades regionais no estado de Minas Gerais. Em relação a inovação e especialização, de acordo com os dados do INPI, no ano de 2015 somente 59 municípios registraram depósito de patentes e 65 municípios em 2019, fato que representa pouco mais de 7% dos municípios mineiros. A interação das universidades com as empresas é fator chave para as estratégias de inovação dos municípios, cerca de 16% dos municípios registraram matrículas em instituições de nível superior (em 2015 e 2019). Montenegro e Betarelli Junior (2009, p. 28), em um estudo feito para compreender os determinantes da inovação dos municípios de São Paulo, relataram que a concentração de pesquisadores com mestrado e doutorado “[...] além de fomentarem e desenvolverem relações de cooperação entre empresas envolvidas, contribuem para o caráter local da geração de novas tecnologias e da formação de sistemas localizados de inovações.”

Conforme aludido, há uma concentração da dimensão inovação e especialização entre alguns municípios de Minas Gerais. Santos (2008) ressalta que o sistema de inovação mineiro é um retrato do sistema de inovação brasileiro, com as desigualdades regionais sendo reflexo entre os sistemas de inovação. Corroborando com os resultados encontrados nesse trabalho, os autores Fochezatto e Tartaruga (2013) elaboraram um indicador de potencial de inovação tecnológica e desenvolvimento para os municípios do Rio Grande do Sul, concluindo que o potencial de inovação tecnológica nos municípios gaúchos segue um padrão espacial relativamente concentrado e que há uma associação positiva entre inovação e o nível do desenvolvimento local dos municípios.

Os trabalhos de alguns autores como Vedovello (1997) e Bakouros (2002), apontam que os parques tecnológicos proporcionam uma maior interação entre as universidades e as empresas, conseqüentemente, favorecendo a transferência de um para o outro. Squicciarini (2008) afirma que empresas instaladas em parques tecnológicos são mais inovadoras, e que investem em mais P&D, como também aumentam a possibilidade de uma parceria de pesquisas com as universidades.

Conforme mencionado, um tecido empresarial complexo, com diversificações produtivas são capazes de gerar tecnologias inovadoras e fomentar o desenvolvimento local. O segundo fator (Conexões empresariais e diversificação produtiva) condensou informações voltadas para o tecido empresarial local. Pela Figura 4 observa-se que em 2015 e 2019 os municípios com valores altos e médios estão concentrados no centro-sul do estado.

Figura 4 – Conexões empresariais e diversificação produtiva – 2015/2019



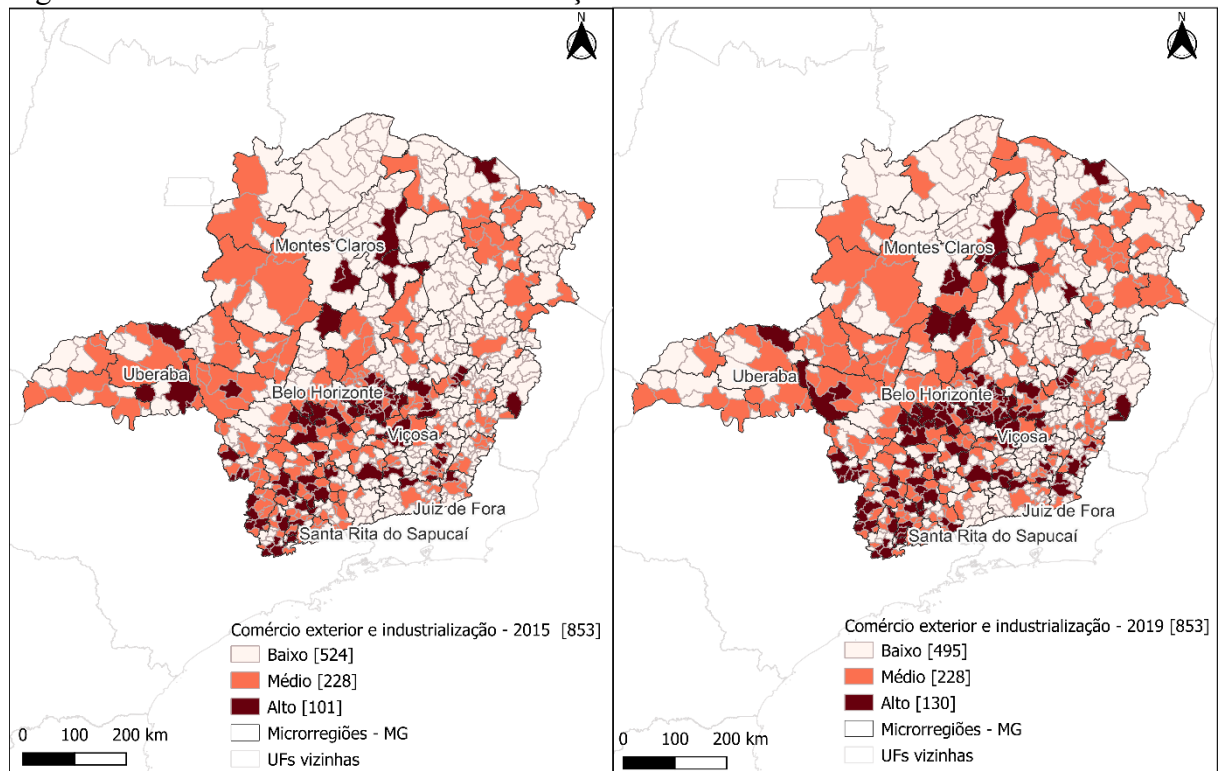
Fonte: Elaboração das autoras, conforme os resultados da pesquisa.

Além disso, nota-se que o número de municípios com valor médio e alto nessa dimensão são superiores às demais dimensões e, também, que houve uma migração de 4% (32) dos municípios que em 2015 eram considerados baixos e passaram para nível médio e alto em 2019. Ressalta-se, ainda, que todos os municípios com parques tecnológicos em operação apresentaram um valor alto para essa dimensão, nos dois períodos.

Uma das variáveis importantes para essa dimensão foram as diversificações produtivas, a complexidade dos empregos gerados e a conectividade do município. As diversificações produtivas são importantes para dinamização das atividades econômicas e, conseqüentemente, para o desenvolvimento local de inovação.

O fator 3, representado pelas exportações intensivas em tecnologia do município, foi o responsável por agrupar as variáveis que revelam a capacidade da estrutura produtiva do município de gerar receitas com vendas de produtos no comércio internacional. A Figura 5 reflete como os municípios se classificaram na dimensão de comércio exterior e industrialização. Dos municípios com parques tecnológicos em operação, somente Belo Horizonte não apresentou um valor alto para a dimensão nos dois anos, e Uberlândia obteve um valor considerado médio em 2019. De acordo com Nahas et al. (2019), houve perda absoluta e relativa dos diferenciais regionais de especialização e de concentração produtiva nos setores industriais de alta e média intensidade tecnológica, especialmente aqueles municípios mais próximos de Belo Horizonte.

Figura 5 – Comércio exterior e industrialização – 2015/2019



Fonte: Elaboração das autoras, conforme os resultados da pesquisa.

Por outro lado, os municípios de Viçosa e Itajubá tiveram um valor alto para ambos os anos nessa dimensão, o que reflete a competência da estrutura produtiva para se inserir no comércio internacional. De acordo com os dados de exportação, em 2019 somente 8% das exportações de Belo Horizonte foram de produtos intensivos em tecnologia e Uberaba 17%. Já no município de Viçosa, 68% eram produtos de média e alta tecnologia, e 92% das exportações de Itajubá. Os municípios com os parques em implantação, Montes Claros e Santa Rita do Sapucaí, exportaram respectivamente 75%, 76% de produtos de média e alta tecnologia. Além disso, Belo Horizonte e Uberaba reduziram o percentual de empregos no setor industrial entre 2015 e 2019.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o objetivo de criar um indicador de inovação e desenvolvimento tecnológico para os municípios mineiros, a aplicação da análise fatorial permitiu extrair três fatores. A partir destes fatores, os municípios mineiros foram classificados por seu nível de “inovação e especialização”, “conexões empresariais e diversificação produtiva” e de “comércio exterior e industrialização”.

Dessa forma, foi verificado que o Fator 1 (inovação e especialização) é fortemente relacionado às variáveis de massa salarial, depósito de patentes, matrículas no ensino superior e densidade do emprego, sendo esse fator responsável por 49% do total da variância acumulada. O Fator 2 (conexões empresariais e diversificação produtiva) está relacionado com as variáveis diversidade produtiva (IHH), conectividade, tecido empresarial, IFGF autonomia, e complexidade, essa dimensão foi responsável por 38% da variância acumulada. Já o Fator 3 (comércio exterior e industrialização) foi responsável por 13%, sendo o menor acúmulo da variância entre os fatores. Esse fator teve uma relação com as variáveis de comércio internacional, percentual de empregos no setor industrial e o percentual de produtos exportados de média e alta tecnologia. Assim, as vinte variáveis utilizadas possibilitaram sintetizar em três os fatores que identificaram o nível de inovação e desenvolvimento tecnológico dos municípios de Minas Gerais.

Em relação às classificações dos municípios entre as dimensões encontradas, observou-se que nos anos de 2015 e 2019, respectivamente 98% e 99% dos municípios apresentaram um nível baixo de inovação e especialização. Somente o município de Belo Horizonte apresentou nível alto de inovação e especialização, seguido dos municípios de Uberaba, Itajubá e Viçosa - municípios que possuem parques tecnológicos em operação - com níveis médios para esse fator.

No segundo fator, que identifica o nível das conexões empresariais e a diversificação produtiva dos municípios, há uma desconcentração dos níveis classificados e ressalta-se que todos os municípios com parques tecnológicos apresentaram um alto nível para esse fator. Já o fator 3, que revela a capacidade da estrutura produtiva do município em exportar produtos de média e alta tecnologia no comércio internacional, classificou somente 12% em 2015 e 15% em 2019 dos municípios com um nível alto. Vale a pena destacar que esse foi o único fator que o município de Belo Horizonte não ficou classificado com um nível alto.

De modo geral, o indicador foi capaz de identificar que as inovações tecnológicas estão concentradas em poucos municípios de Minas Gerais, sobretudo naqueles que já possuem os parques tecnológicos em operação e em instalação. Esses resultados são reflexo dos desequilíbrios regionais existentes, da falta de investimentos no processo de inovação, bem como do escasso apoio para as instituições de ciência e tecnologia que desenvolve o processo inovador. Constata-se, também, que há uma rede empresarial forte, complexa e concentrada no centro-sul do estado, com diversificações produtivas expressivas. Por outro lado, poucos municípios têm competência para se inserir no comércio internacional e parte dos municípios que estão inseridos não exporta produtos de média e alta tecnologia.

Dessa forma, tendo em vista a relevância dos parques tecnológicos para o desenvolvimento econômico do estado de Minas Gerais, pode-se concluir que o indicador de inovação e desenvolvimento tecnológico foi importante para identificar os fatores determinantes no avanço do processo inovador e as características relacionadas com os municípios que possuem os parques tecnológicos. Estes destaques foram evidenciados em todas as dimensões do indicador de inovação. Logo, é fundamental que haja maiores investimentos em municípios com potencial (nível médio) de inovação (Fator 1) e que não possuem parques tecnológicos. Essa estratégia pode auxiliar na redução das disparidades regionais e na promoção do desenvolvimento econômico e social.

REFERÊNCIAS

- ABREU, I. B. L.; VALE, F. S.; CAPANEMA, L.; GARCIA, R. C. B. Parques tecnológicos: panorama brasileiro e o desafio de seu financiamento. **Revista do BNDES**, v. 45. 2016.
- ALBUQUERQUE, E. National Systems of Innovation and Non-OECD Countries: Notes About a Tentative Typology. **Revista de Economia Política**, out./dez., 1999.
- ALBUQUERQUE, E.; SIMÕES, R.; BAESSA, A.; CAMPOLINA, B.; SILVA, L. A distribuição espacial da produção científica e tecnológica brasileira: uma descrição de estatísticas de produção local de patentes e artigos científicos. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 1, n. 2, p. 225-251, 2002.
- ANDERLE, R. V. R. **Parques tecnológicos no Brasil, um exercício de avaliação dos seus impactos nos municípios**. 2008. 234 f. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2020.
- ASHEIM, B. T.; GERTLER, M. The geography of innovation. In J. Fagerberg, D. Mowery, & R. R. Nelson (Eds.), **The Oxford Handbook of Innovation** (pp. 291–317). Oxford: Oxford University Press., 2005
- AUDRETSCH, D. B.; FELDMAN, M. P. R&D spillovers and the geography of innovation and production. **American Economic Review**, v. 86, n. 3, p. 630-640, 1996.
- BAKOUROS, Y. L.; MARDAS, D. C.; VARSAKELIS, N. C. Science park, a high-tech fantasy? an analysis of the science parks of Greece. **Technovation**, Amsterdam, NL, v. 22, n. 2, p. 123–128, 2002.
- BALLAND, P. A.; BOSCHMA, R.; FRENKEN, K. Proximity and innovation: From statics to dynamics. **Regional Studies**, 49(6), p. 907-920, 2015.
- BOSCHMA R. A. Proximity and innovation. A critical assessment, **Regional Studies** 39, p. 61–74, 2005.
- BRITTO, G.; SANTOS, U. P.; KRUSS, G.; ALBUQUERQUE, E. Global innovation networks and university-firm interactions: an exploratory survey analysis. **Revista brasileira de inovação**, v. 14, n. 1, p. 163-192, 2015.
- CAMAGNI, R., CAPELLO, R. Regional Innovation Patterns and the EU Regional Policy Reform: Towards Smart Innovation Policies. In: Capello, R. (eds) *Seminal Studies in Regional and Urban Economics*. **Springer**. 2017. DOI:10.1007/978-3-319-57807-1_16
- ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The dynamics of innovation: from National Systems and ‘Mode 2’ to Triple Helix of university-industry-government relations, **Research Policy**, 29, p. 109-123, 2000.
- FARIA, A. F. et al. **Estudo dos ambientes de inovação de Minas Gerais: empresas, incubadoras de empresas e parques tecnológicos**. NTG. Viçosa, p. 56. 2017.
- FOCHEZATTO, A.; TARTARUGA, I. G. P. Indicador de potencial de inovação tecnológica e desenvolvimento nos municípios do Rio Grande do Sul. **Ensaio FEE (Impresso)**, v. 34, p. 831-864, 2013.
- FREEMAN, C. Continental, national and sub-national innovation systems – complementarity and economic growth. **Research Policy**, 31, 191–211, 2002.
- FREEMAN, C. The National System of Innovation in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, v. 19, p. 5–24, 1995.

- GARCIA, R. et al. **Sistemas Regionais de Inovação: fundamentos conceituais, aplicações empíricas, agenda de pesquisa e implicações de políticas**. Campinas, Unicamp. IE, **Texto para Discussão**, n. 394, 2020.
- GRILLITSCH, M.; ASHEIM, B. Place-based innovation policy for industrial diversification in regions, **European Planning Studies**, 26:8, p. 1638-1662, 2018.
- HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. 6 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2009.
- HENRIQUE, J. S.; STADUTO, J. A. R. Distribuição espacial das atividades criativas nos municípios do Paraná. In: **XII ENABER e 2nd Ibero-American Meeting on Regional Development**, Belo Horizonte. 2014.
- ISAKSEN, A. Building regional innovation systems: Is endogenous industrial development possible in the global economy? globalisation: A Challenge for local industrial policy regionalisation as an aspect of economic globalisation. **Canadian Journal of Regional Science**, v. 24, n.1, p. 101–120, 2001.
- JOHNSON, B.; EDQUIST, C.; LUNDVALL, B. **Economic development and the national system of innovation approach**. Rio de Janeiro, 2003.
- LUNDVALL, B (Ed.). **National Systems of Innovation: towards a theory of innovation and interactive learning**. 2 ed., p. 1–19. London: Pinter Publishers. 1995.
- MONCK, C.; PETERS, K. **Science parks as an instrument of regional competitiveness: measuring success and impact**. XXVI IASP World Conference on Science and Technology Parks, Malaga, p. 1-19, 2009.
- MONTENEGRO, R. L. G.; BETARELLI JUNIOR, A. A. Análise e investigação dos fatores determinantes da inovação nos municípios de São Paulo. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 2, p. 7-31, 2008.
- NAHAS, M. M.; SIMÕES, R.; GOLGHER, A. B.; RIBEIRO, L. C. de S. Especialização e diversificação produtiva: um modelo de painel espacial para a indústria extrativa mineral em Minas Gerais, 2000-2010. **Nova Economia**, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 7-40, 2019. Disponível em: <https://revistas.face.ufmg.br/index.php/novaeconomia/article/view/3244>. Acesso em: 28 maio. 2022.
- NELSON, R. R.; ROSENBERG, N. **National Innovation Systems: A comparative analysis**. 1993.
- OECD - Organization for Economic Cooperation and Development. **National Innovation Systems**. 1997.
- RADOSEVIC, S. Assessing EU smart specialisation policy in a comparative perspective. In S. RADOSEVIC, A. et al. (Eds.). **Advances in the theory and practice of smart specialization**, p. 2–36, 2017.
- SANTOS, U.; MENDES, P. A localização dos atores do sistema de inovação brasileiro e seus impactos regionais na década de 2000. **EURE**, v. 44, n. 132, p. 155-183, 2018.
- TURKINA, E.; ORESHKIN, B.; Kali, R. Regional innovation clusters and firm innovation performance: An interactionist approach. **Regional Studies**, v. 53, n. 8, p. 1193-1206, 2019.
- VEDOVELLO, C. Science parks and university-industry interaction: geographical proximity between the agents as a driving force. **Technovation**, Amsterdam, NL, v. 17, n. 9, p. 491–531, 1997.