

## Avaliação do potencial de desenvolvimento local da Mantiqueira

Moisés S. Rocha<sup>1</sup>  | Jefferson D. S. Pereira<sup>2</sup>  | Fernando S. Perobelli<sup>3</sup>  | Eduardo A. Haddad<sup>4</sup> 

<sup>1</sup> Doutorando em Economia pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Pesquisador LATES/UFJF. E-mail: moises.rocha@estudante.ufjf.br

<sup>2</sup> Doutorando em Economia pela Universidade Federal de Juiz de Fora. Pesquisador LATES/UFJF. E-mail: jefferson.pereira@estudante.ufjf.br

<sup>3</sup> Universidade Federal de Juiz de Fora. Bolsista de Produtividade CNPq. Pesquisador LATES/UFJF e NEREUS/USP. E-mail: fernandosalgueiro.perobelli@gmail.com

<sup>4</sup> Universidade de São Paulo. Bolsista de Produtividade CNPq. Pesquisador NEREUS/USP. E-mail: ehaddad@usp.br

### RESUMO

Este artigo objetiva caracterizar, através de aspectos socioeconômicos e ambientais, o desenvolvimento local dos municípios que compreendem a Serra da Mantiqueira. Para tanto, uma definição própria da região abrangida pela Serra da Mantiqueira foi empregada. Por meio da Análise Fatorial Exploratória, quatro fatores latentes e um indicador síntese foram desenvolvidos. Além disso, foi elaborado um *ranking* dos municípios e identificadas as tipologias de seus agrupamentos. Finalmente, a Análise Exploratória de Dados Espaciais foi utilizada para verificar a dependência espacial da região. Os resultados mostraram que a Mantiqueira possui uma grande heterogeneidade no que se refere às quatro dimensões e que a malha rodoviária desempenha um importante papel para o desenvolvimento dos municípios da região.

### PALAVRAS-CHAVE

Desenvolvimento local, Mantiqueira, Análise multivariada

### Assessment of Mantiqueira's local development potential

#### ABSTRACT

This article aims to characterize the local development of the municipalities encompassing the Serra da Mantiqueira through socioeconomic and environmental aspects. For this purpose, a specific definition of the region encompassed by the Serra da Mantiqueira was employed. Through Exploratory Factor Analysis, four latent factors and a synthetic indicator were developed. Additionally, a ranking of municipalities was elaborated, and the typologies of their clusters were identified. Finally, Exploratory Spatial Data Analysis was used to verify the spatial dependence of the region. The results pointed out that the Mantiqueira has a great heterogeneity regarding the four dimensions and that the road network has an important role for the development of the municipalities of the region.

#### KEYWORDS

Local development, Mantiqueira, Multivariate analysis

### CLASSIFICAÇÃO JEL

J18, R12, R58

## 1. Introdução

Indicadores socioeconômicos são normalmente calculados em nível agregado, possibilitando que áreas com alto nível de desenvolvimento compartilhem fronteiras territoriais com áreas com um menor desenvolvimento, e não captam as individualidades subnacionais que causam diferenças entre regiões, territórios e localidades. Além disso, devido às características de heterogeneidade da atuação municipal nas dimensões econômica, social, institucional e ambiental, as ações de planejamento e as iniciativas de desenvolvimento e competitividade local para determinada região são complexas (Haddad et al., 2021).

A inexistência de informações econômicas locais disponibilizadas de forma precisa e atualizada pode ser considerada como uma barreira ao processo de gestão pública e privada. Em vista disso, a formulação de políticas e a tomada de decisão por parte dos gestores em um ambiente de pouca informação podem ser, muitas vezes, baseadas na intuição. Portanto, é necessária a construção de indicadores econômicos que permitam o acompanhamento detalhado da realidade local (Perobelli et al., 1999).

Indicadores compostos, como é o caso do índice proposto neste estudo, congregam uma série de vantagens. OECD (2008), Cruz et al. (2011) e Nogueira e Santos (2012) apontam para a questão do resumo de informações complexas, uma vez que tais indicadores permitem ordenar, temporalmente e espacialmente, as regiões em estudo e compilar uma diversidade de informações em uma única medida. Desse modo, contribuem para um melhor entendimento por parte do público em geral de um fenômeno que está sendo estudado.

Ações colaborativas entre municípios vizinhos ou que compartilham características semelhantes entre diferentes dimensões de desenvolvimento são necessárias se o objetivo é a melhoria da qualidade de vida de seus habitantes. No entanto, como sugere Haddad et al. (2021), comumente, os municípios tendem a elaborar ações sem considerar ligações e associações de tipos distintos que podem existir entre outros municípios vizinhos ou na mesma região.

A região da Serra da Mantiqueira (SM) é um exemplo de como os municípios podem ter seu desenvolvimento atrelado a um fator comum, neste caso, à Serra. Além de ser uma das maiores e mais importantes cadeias montanhosas da Região Sudeste, a Serra da Mantiqueira possui um papel relevante, sobretudo, no abastecimento de recursos hídricos para a região. As águas que nascem na Serra abastecem de pequenas cidades a grandes centros urbanos da região, inclusive, contribuem para o Sistema Cantareira que abastece a Região Metropolitana de São Paulo (ICMBIO, 2018). Apesar da importância da Serra, não há um consenso sobre sua delimitação geográfica ou política. Isso impede uma caracterização local que pode auxiliar no direcionamento de políticas públicas conjuntas entre os municípios que fazem parte ou que são próximos da cadeia montanhosa da Mantiqueira.

Neste sentido, este artigo tem por objetivo caracterizar, por meio de aspectos socioeconômicos e ambientais, o desenvolvimento local dos municípios que compreendem a Serra da Mantiqueira. Para tanto, utilizam-se de técnicas de análise multivariada e exploratória de dados espaciais. Inicialmente, a partir da Análise Fatorial Exploratória (AF) deu-se origem a quatro dimensões ou fatores latentes, a saber: Desenvolvimento Social, Crescimento Econômico; Agropecuária e Meio Ambiente. Em seguida, esses fatores foram sintetizados em um único indicador denominado Índice Multidimensional de Potencial de Desenvolvimento Local da Mantiqueira (IDLDM). Adicionalmente, foi elaborado um *ranking* de desenvolvimento dos municípios da região e uma classificação quanto à tipologia em comum entre eles. Por fim, para capturar interações socioeconômicas entre esses municípios, empregou-se a análise das autocorrelações espaciais das quatro dimensões e do IDLDM nos municípios da Mantiqueira.

Para que esse conjunto de técnicas seja empregado considerando o escopo espacial da Serra da Mantiqueira é preciso definir seu conjunto de municípios. Isso porque falta consenso sobre quais são esses municípios. Dessa forma, a partir de documentos oficiais, este estudo classificou 96 municípios dos estados de Minas Gerais, do Rio de Janeiro e de São Paulo como pertencentes à Mantiqueira.

Este estudo traz duas contribuições importantes. A primeira é a proposição de uma delimitação da região sob influência da Serra da Mantiqueira. Espera-se que essa definição seja adotada como um escopo espacial de pesquisa a ser adotado em estudos futuros sobre a Serra de modo a homogeneizar as análises sobre a região. Outra contribuição importante é a caracterização da Mantiqueira quanto ao seu potencial de desenvolvimento. Com essa caracterização, espera-se que a implementação de políticas públicas seja estrategicamente planejada de modo a contribuir para o desenvolvimento econômico e socioambiental da localidade.

Contando com esta introdução, este trabalho está estruturado em seis seções. A segunda seção apresenta a definição de Mantiqueira adotada como escopo espacial desta pesquisa. Na terceira seção é abordada a principal discussão acerca do tema tratado. Na quarta seção é apresentada a metodologia de estimação dos resultados. As fontes dos dados e as variáveis utilizadas são exploradas na seção cinco. A sexta seção explana os principais resultados encontrados. Por fim, as considerações finais são discutidas.

## 2. A definição de Mantiqueira

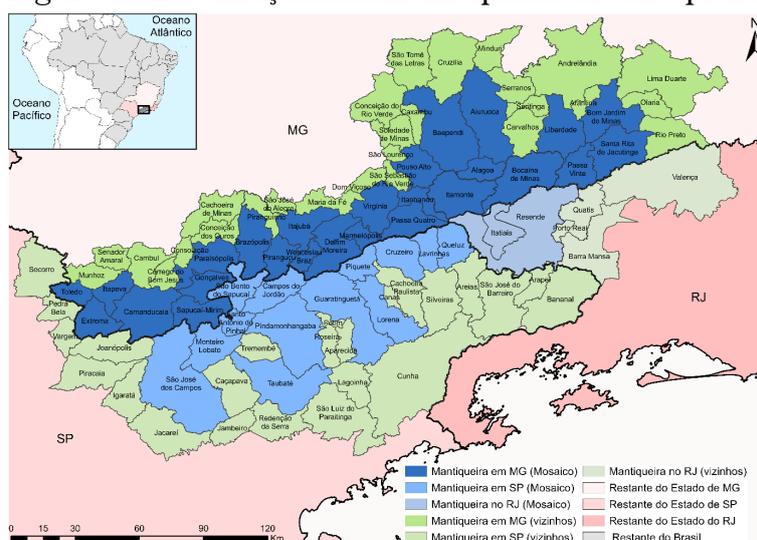
A Serra da Mantiqueira é um conjunto de grandes elevações montanhosas que ocorrem no Bioma Mata Atlântica, formando o segundo degrau do planalto brasileiro. Sua extensão tem sido dada ora como englobando a área que vai do planalto de Caldas (MG) até o Caparaó (MG) ora como situada entre Bragança (SP) e Juiz de Fora (MG) ora como localizada no norte da cidade de São Paulo (SP) até as proximidades de Barbacena (MG) (IBGE, 1977, 2016).

Embora, saiba-se que a Serra da Mantiqueira se estende por três estados da Região Sudeste do Brasil: Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro, não há um consenso, até o momento, sobre a delimitação geográfica ou política exata da Serra e a maioria dos estudos divergem sobre seus limites (Pelissari e Romaniuc Neto, 2013). Devido a essas divergências, este estudo adotará uma classificação própria, chamada de Mantiqueira, que inclui os municípios reconhecidos oficialmente como parte da Serra da Mantiqueira ou como sendo de sua região de influência, bem como os seus vizinhos imediatos.

A classificação oficial mais ampla referente à Serra da Mantiqueira é o chamado Mosaico Mantiqueira, que foi criado pelo Ministério do Meio Ambiente, por meio da Portaria nº 351 de 11 de dezembro de 2006, com o objetivo de integrar e ampliar as várias ações já existentes para a conservação do patrimônio natural e cultural da região da Serra da Mantiqueira. Ele é composto por 17 Unidades de Conservação (UC) públicas localizadas na região, além de duas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN), situadas nos estados de Minas Gerais (MG), São Paulo (SP) e Rio de Janeiro (RJ) (Brasil, 2006).

O Mosaico Mantiqueira é formado por 41 municípios dos quais 26 estão localizados em MG, 13 em SP e 2 no RJ. Esses municípios são chamados de Arco Principal da Mantiqueira por estarem inclusos em uma classificação oficial. Juntos, eles possuem 55 vizinhos imediatos, chamados de Arco Vizinhos, dos quais 27 estão localizados em MG, 24 em SP e 4 no RJ. Sendo assim, a Mantiqueira, escopo espacial desta pesquisa, compreende um total de 96 municípios, distribuídos entre os estados de Minas Gerais (53), São Paulo (37) e Rio de Janeiro (6). A Figura 1 mostra a localização de cada um desses 96 municípios da Mantiqueira.

Figura 1: Localização dos municípios da Mantiqueira



Fonte: Elaboração própria.

### 3. Revisão de literatura

Os resultados apresentados neste trabalho contribuem para a literatura que trata do desenvolvimento municipal local. Em face da ausência de uma classificação oficial da Mantiqueira, não foram encontrados estudos que analisam o desenvolvimento local dessa região. Por esse motivo, esta seção busca destacar os principais artigos que fizeram uso da metodologia e/ou de objetivos semelhantes aos propostos nesta pesquisa (e.g. Azzoni e Latif (1995); Perobelli et al. (1999); Cruz et al. (2011); SEI/SEPLAN (2013); Soares e Castro (2015); Frainer et al. (2017); Piacenti e Piacenti (2018) e Haddad et al. (2021)).

Em se tratando de indicadores de desenvolvimento, Azzoni e Latif (1995) elaboraram o Índice de Movimentação Econômica (IMEC), cuja análise de consistência foi realizada por Fava e Alves (1997). O IMEC possui enfoque no setor informal da economia e foi construído com informações mensais de deslocamento populacional, consumo de combustível e energia elétrica e indicadores de comércio para o município de São Paulo. Perobelli et al. (1999) construíram um indicador de atividade econômica para os municípios na área de influência de Juiz de Fora em Minas Gerais. Esse indicador abrange as dimensões relacionadas à atividade industrial, à agricultura, ao desenvolvimento urbano e ao desenvolvimento educacional. Outro estudo a sintetizar a economia local foi feito por Ribeiro e Dias (2006), que elaboraram um indicador para o município de Maringá no Paraná, abrangendo diferentes componentes da atividade econômica local.

Ainda considerando a construção de indicadores, Cruz et al. (2011) elaboraram um índice de desempenho para os municípios brasileiros utilizando como referência o Censo Demográfico 2000. Nesse indicador, os autores consideram as dimensões de desenvolvimento humano, desenvolvimento econômico, questões tecnológicas, desenvolvimento fiscal, desenvolvimento bancário e dinamismo municipal. Com um enfoque mais setorial, a SEI/SEPLAN (2013) propôs um indicador para os 417 municípios baianos com base em informações setoriais (e.g. agricultura, indústria e serviços) e com periodicidade anual. Soares e Castro (2015), por sua vez, construíram um Indicador de Desenvolvimento Municipal (IDM) para os municípios da região metropolitana de Belo Horizonte para o ano de 2010. O indicador congrega variáveis relativas às dimensões econômicas, social e ambiental.

Em período mais recente, Piacenti e Piacenti (2018) desenvolveram um indicador sintético denominado indicador do potencial de desenvolvimento dos municípios, além de estabelecerem uma tipologia para os municípios paranaenses. Destaca-se também o artigo elaborado por Haddad et al. (2021), que visou analisar o potencial de desenvolvimento municipal na região do Pacífico da Colômbia por meio de um índice de potencial de desenvolvimento local para região. Por fim, cabe mencionar estudos que se enquadram melhor no escopo desta pesquisa, por exemplo, Perobelli et al. (2018), que avaliou as dimensões espaciais da cadeia produtiva do leite em Minas Gerais, e

Frainer et al. (2017), que gerou um *ranking* municipal do estado do Mato Grosso que pode servir como sustentação para a tomada de decisão.

Embora tenham sido encontrados estudos que utilizam diferentes metodologias e indicadores para avaliar o desenvolvimento municipal em outras regiões, a ausência de pesquisas específicas sobre a Mantiqueira destaca a relevância deste trabalho. Os principais artigos destacados nesta seção demonstram a diversidade de abordagens utilizadas, desde indicadores de atividade econômica, desenvolvimento humano, dimensões socioambientais, até índices de potencial de desenvolvimento local.

## 4. Metodologia

Para alcançar o objetivo proposto neste estudo, duas técnicas foram utilizadas: a Análise Fatorial Exploratória e a Análise Exploratória de Dados Espaciais. Esta seção tem como objetivo descrever a implementação dessas técnicas, destacando como elas são aplicadas no escopo do estudo.

### 4.1 Análise fatorial

A Análise Fatorial Exploratória tem como proposta representar a variabilidade de um grupo de medidas em um número menor de fatores independentes ou variáveis latentes que sintetizam as principais informações do grupo de variáveis originais (Hair et al., 2009; Johnson e Wichern, 2014). O modelo de fator linear básico para  $p$  variáveis observadas,  $x_1, x_2, \dots, x_p$ , e  $q$  fatores pode ser expresso como:

$$x_i = \alpha_{i1}f_1 + \alpha_{i2}f_2 + \dots + \alpha_{iq}f_q + \epsilon_i, \quad (1)$$

Em que  $i = 1, \dots, p$ ,  $f_1 + f_2 + \dots + f_q$  são as variáveis latentes,  $\epsilon_i$  é o resíduo e  $\alpha_{i1} + \alpha_{i2} + \dots + \alpha_{iq}$  são as cargas fatoriais<sup>1</sup> (Bartholomew et al., 2008; Haddad et al., 2021). Os fatores foram estimados por meio do método dos componentes principais. Os dados utilizados não apresentaram distribuição normal multivariada, dessa forma, o método de Mínimos Quadrados Ponderados (MQP), desenvolvido por Bartlett (1937), foi utilizado para estimar os escores dos fatores (Johnson e Wichern, 2014).

A literatura sugere que a decisão do número de fatores escolhido deve ser realizada ao considerar as variáveis latentes que em conjunto representem no mínimo 70% da variabilidade comum (Hair et al., 2009; Mingoti, 2007). Além disso, o critério de Kaiser e Pearson, que afirma, que o número de fatores ideias apresentam autovalores superiores a um, também foi levado em consideração neste estudo. Em relação ao refinamento do ajustamento do modelo, os testes de Bartlett e de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) foram utilizados (Johnson e Wichern, 2014).

<sup>1</sup>Cargas fatoriais são as covariâncias entre as variáveis latentes e o  $x_s$  (ou correlações se o  $x_s$  for padronizado) (Bartholomew et al., 2008).

Os resultados gerados pela AF são utilizados para elaborar um indicador composto chamado de Índice Multidimensional de Potencial de Desenvolvimento Local da Mantiqueira (IDLM). Esse tipo de metodologia foi pioneiramente empregado por Haddad (1993) e se tornou um instrumento comum na literatura (e.g. Perobelli et al. (1999), Piacenti e Piacenti (2018), Haddad et al. (2021)) que permite reunir uma diversidade de informações em uma única medida e, a partir dela, classificar localidades temporalmente e espacialmente (Cruz et al., 2011; Nogueira e Santos, 2012). A construção desse indicador é obtida da seguinte maneira:

$$IDLM_i = \left( \frac{varF1}{vartotal} \right) * F1_i + \left( \frac{varF2}{vartotal} \right) * F2_i + \dots + \left( \frac{varFn}{vartotal} \right) * Fn_i, \quad (2)$$

Em que  $IDLM_i$  representa o fator ponderado do município  $i$ ;  $varF1$ ,  $varF2$  e  $varFn$  são as variâncias dos fatores 1, 2 e  $n$ , respectivamente;  $vartotal$  é a variância total do modelo; e  $F1_i$ ,  $F2_i$  e  $Fn_i$  representam os valores dos fatores 1, 2 e  $n$  para o município  $i$ , respectivamente (Piacenti e Piacenti, 2018). Regressões são utilizadas para estimar as expectativas condicionais ou os valores médios do fator em relação às pontuações das variáveis observadas (Haddad et al., 2021). Assim, o indicador é obtido pela soma da multiplicação do fator estimado pela razão da variância do respectivo fator e a variância total dos fatores.

Esta pesquisa faz, complementarmente, uma classificação dos municípios da Mantiqueira por meio de uma tipologia regional criada a partir das diferentes dimensões do IDLM. Para tanto, resultados comparáveis para cada município são obtidos ao se normalizar os coeficientes dos fatores em relação à média e ao desvio padrão. Assim, a partir do número de fatores escolhidos, os municípios podem ser classificados em tipos de regiões de acordo com seus escores fatoriais e o escore médio. Os valores abaixo ou acima da pontuação média em cada dimensão são utilizados como pontos de corte (Haddad et al., 2021).

Um total de quatro dimensões permite que os municípios sejam classificados em 16 tipologias regionais. O Quadro 1 mostra que se um município da Mantiqueira possui pontuação acima da média nas quatro dimensões, ele será classificado como REGIÃO 1. Porém, se o município apresenta pontuação abaixo da média nas quatro dimensões, ele será classificado como REGIÃO 16. Os sinais de positivo e negativo e a cor são utilizados para identificar em quais fatores as localidades apresentaram pontuações abaixo ou acima da média, o que determina suas posições nas 16 tipologias.

Quadro 1: Tipologia regional

		Fator 1			
		+		-	
		Fator 3		Fator 3	
		+	-	+	-
Fator 2	+	REGIÃO 1 REGIÃO 2	REGIÃO 3 REGIÃO 4	REGIÃO 9 REGIÃO 10	REGIÃO 11 REGIÃO 12
	-	REGIÃO 5 REGIÃO 6	REGIÃO 7 REGIÃO 8	REGIÃO 13 REGIÃO 14	REGIÃO 15 REGIÃO 16

Obs. Fator 4 - Acima da média (+)/ Abaixo da média (-)

Fonte: Elaboração própria.

## 4.2 Análise espacial

A partir dos fatores e do indicador sintético gerados pela análise fatorial, este estudo verifica a presença de autocorrelação espacial na Mantiqueira. A presença de autocorrelação espacial na região sugere que existe falta de independência entre as observações nos dados transversais, resultante do efeito da distância em relação as localidades vizinhas (Anselin, 1988; Haddad et al., 2021). Para verificar se os dados possuem ou não autocorrelação espacial, testes são empregados a partir das estatísticas I de Moran Global e Local (Anselin et al., 2009).

Supondo uma variável normalizada  $z_i$  e uma matriz de pesos espaciais com padronização de linhas  $W_{ij}$ , a estatística I de Moran Global pode ser obtida a partir da seguinte expressão:

$$I = \frac{\sum_i \sum_j z_i W_{ij} z_j}{\sum_i z_i^2}, \quad (3)$$

Em que  $W_{ij} z_j$  é a defasagem espacial da variável normalizada  $z_i$  (Haddad et al., 2021). Um coeficiente da estatística I de Moran significativo e positivo indica uma correlação positiva, ou seja, observações semelhantes tendem a se agregar espacialmente, enquanto, um coeficiente negativo indica uma correlação negativa, sugerindo diferenças espaciais (Anselin e Florax, 1995). A hipótese nula do teste de I de Moran é nenhuma autocorrelação espacial.

No entanto, as estatísticas de I de Moran Globais podem não captar padrões locais de autocorrelação espacial. Dessa forma, a literatura sugere uso dos Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA) para a aplicação de comparações das estatísticas I de Moran Locais em cada município específico com seus valores em áreas vizinhas. Esse tipo de metodologia é avaliado por meio de mapas de significância e agrupamentos de quatro tipos de categorias: Alto-Alto e Baixo-Baixo, nesses casos, são aglomeração espacial de valores semelhantes ao redor da região, o primeiro de coeficientes altos e o segundo de coeficientes baixos; e Alto-Baixo e Baixo-Alto, representam aglomeração espacial de valores diferentes (Anselin, 1995).

## 5. Base de dados

Para a aplicação da AF foram coletadas aproximadamente 50 variáveis, consideradas medidas prováveis de variáveis latentes, de quatro principais bases de dados. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021) foi escolhido como principal fonte de dados sociais, econômicos e agropecuários. Enquanto medidas referentes ao mercado de trabalho têm como origem a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2021). As medidas para captar a qualidade do meio ambiente dos municípios da Mantiqueira possuem duas bases de dados de origem: o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG, 2022) e o MapBiomias (MAPBIOMAS, 2022).

Após estimativas de Análise Fatorial Exploratória, foram identificadas 17 medidas que aparentavam possuir o potencial de formar variáveis latentes para a construção de quatro dimensões de desenvolvimento da região da Mantiqueira. As dimensões encontradas são: Desenvolvimento Social, Crescimento Econômico, Agropecuária e Meio Ambiente. As dimensões escolhidas se assemelham às abordadas em Haddad et al. (2021). Algumas informações dessas medidas, como descrição, período e fonte, são apresentadas no Quadro 2, enquanto suas estatísticas descritivas são apresentadas na Tabela 1.

Quadro 2: Descrição das variáveis

	<b>Variáveis</b>	<b>Descrição</b>	<b>Período</b>	<b>Fonte</b>
X1	txmor_inf	Taxa de mortalidade infantil de crianças até cinco anos	2010	IBGE
X2	per_fun	Percentual da população com ensino fundamental completo	2010	IBGE
X3	per_med	Percentual da população com ensino médio completo	2010	IBGE
X4	per_sup	Percentual da população com ensino superior completo	2010	IBGE
X5	idhm_e	Índice de Desenvolvimento Humano (IDH): Educação	2010	IBGE
X6	idhm_r	Índice de Desenvolvimento Humano (IDH): Renda	2010	IBGE
X7	txpop	Taxa de crescimento populacional	2000-2020	IBGE
X8	txva	Taxa de crescimento do valor agregado	2000-2018	IBGE
X9	txva_ind	Taxa de crescimento do valor agregado na indústria	2000-2018	IBGE
X10	txva_agr	Taxa de crescimento do valor agregado na agropecuária	2000-2018	IBGE
X11	txva_ser	Taxa de crescimento do valor agregado em serviços	2000-2018	IBGE
X12	part_lavouras	Participação da área total dos estabelecimentos agrícolas destinada a lavouras	2017	IBGE
X13	txpro_ani	Taxa de crescimento do valor da produção animal	2006-2017	IBGE
X14	txemp_agr	Taxa de crescimento do emprego no setor agropecuário	2010-2019	RAIS
X15	txemi_co2	Taxa de crescimento das emissões de CO2	2000-2018	SEEG
X16	partemi_agri	Participação das emissões de CO2 da agropecuária	2018	SEEG
X17	cober_florest	Taxa de crescimento da área (ha) coberta por florestas	2000-2020	MapBiomias

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 1: Estatísticas descritivas

	<b>Variáveis</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
X1	txmor_inf	17,201	2,440	10,110	21,550
X2	per_fun	40,613	11,870	21,920	66,870
X3	per_med	27,186	10,082	11,740	50,750
X4	per_sup	7,724	3,401	2,690	18,040
X5	idhm_e	0,618	0,070	0,476	0,764
X6	idhm_r	0,688	0,043	0,615	0,804
X7	txpop	26,033	121,523	-25,347	1.187,923
X8	txva	165.697,46	221.826,65	29.501,969	2.206.809,800
X9	txva_ind	129.820,56	255.025,54	14.911,310	2.485.582,000
X10	txva_agr	112.729,24	158.640,96	13.224,589	1.461.407,600
X11	txva_ser	203.585,86	268.152,09	60.791,492	2.621.140,800
X12	part_lavouras	0,080	0,066	0,004	0,373
X13	txpro_ani	12,461	224,699	-1.910,864	100,000
X14	txemp_agr	-0,804	47,236	-64,531	214,173
X15	txemi_co2	0,080	0,227	-0,149	1,879
X16	partemi_agri	2,617	27,128	-3,879	265,529
X17	cober_florest	-0,144	11,097	-103,711	18,865

Fonte: Elaboração própria.

## 6. Resultados

A análise dos resultados subdivide-se em três subseções. Primeiro são apresentados os resultados da Análise Fatorial Exploratória (AF). Em seguida, são apresentadas as tipologias regionais e, por fim, há a análise espacial.

### 6.1 Análise fatorial

Quatro fatores latentes foram selecionados a partir das 17 variáveis escolhidas para análise por meio da Análise Fatorial Exploratória (AF). Eles atendem aos critérios de Kaiser e Pearson, ou seja, apresentam autovalores superiores a um e acumulam 72,5% da variância total dos dados, como é possível verificar na Tabela 2. Para melhorar a interpretação dos resultados, as cargas fatoriais foram rotacionadas pelo método ortogonal Varimax de Kaiser (Johnson e Wichern, 2014). O valor da estatística de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), 0,74, é mostrado abaixo da Tabela 2 e, nesse caso, indica adequação do modelo fatorial, enquanto o teste de esfericidade de Bartlett fornece evidências de que existem coeficientes estatisticamente significativos diferentes de zero, a um nível de significância de 1%.

Tabela 2: Cargas fatoriais rotacionadas e comunalidades

	Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Comunalidades
X1	txmor_inf	-0,724	-0,201	0,057	0,230	0,620
X2	per_fun	0,958	0,011	-0,022	0,092	0,927
X3	per_med	0,962	-0,072	-0,057	0,064	0,939
X4	per_sup	0,924	-0,064	-0,016	-0,048	0,860
X5	idhm_e	0,876	0,013	-0,070	0,154	0,796
X6	idhm_r	0,880	0,072	0,062	-0,158	0,808
X7	txpop	0,039	0,981	0,032	-0,008	0,965
X8	txva	-0,000	0,992	-0,001	0,006	0,984
X9	txva_ind	0,017	0,978	0,034	-0,035	0,960
X10	txva_agr	-0,012	0,888	-0,229	0,142	0,860
X11	txva_ser	-0,022	0,976	0,046	-0,013	0,955
X12	part_lavouras	-0,079	-0,036	0,731	0,255	0,606
X13	txpro_ani	0,042	0,005	0,687	-0,340	0,589
X14	txemp_agr	-0,407	-0,044	0,506	0,041	0,426
X15	txemi_co2	0,086	0,073	0,014	0,821	0,686
X16	partemi_agri	-0,106	0,004	-0,187	-0,267	0,118
X17	cober_florest	0,151	0,011	0,011	-0,454	0,229
Autovalores		4,981	4,707	1,370	1,270	-
Proporção da variância total (%)		0,293	0,570	0,650	0,725	-

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Teste LR: independente vs. saturado: (136) = 1976,24 Prob>chi2 = 0,0000. Método: componentes principais. Rotação: varimax ortogonal (Kaiser off). Testes estatísticos dos modelos fatoriais: Cronbach: 0,80; Kaiser-Meyer-Olkin (KMO): 0,74; Bartlett: 1954,16 (valor-p = 0,0000).

A partir das cargas fatoriais mostradas na Tabela 2, é possível notar que o Fator 1 é negativamente relacionado à taxa de mortalidade infantil e positivamente relacionado aos percentuais da população com ensino fundamental, médio e superior e aos IDHs de educação e renda. Ou seja, o Fator 1 representa a dimensão de Desenvolvimento Social da Mantiqueira. Enquanto o Fator 2 é classificado como a dimensão do Crescimento Econômico da região, isso ocorre devido à sua relação positiva com o crescimento populacional e com as taxas de crescimento do valor agregado nos setores industrial, agrícola e de serviços.

O Fator 3 é positivamente relacionado à participação da área destinada a lavouras nos estabelecimentos agropecuários e às taxas de crescimento da produção animal e de emprego da agricultura. Assim, ele pode ser caracterizado como a dimensão da Agropecuária dos municípios da Mantiqueira. Por último, o Fator 4 é entendido como a dimensão do Meio Ambiente dos municípios da Mantiqueira devido à sua relação positiva com a área de cobertura florestal dos municípios e com os sinais negativos da taxa de crescimento das emissões de CO<sub>2</sub> e da participação das emissões de CO<sub>2</sub> da agropecuária.

A partir das variâncias individuais dos quatro fatores e da variância acumulada foi possível estimar um fator ponderado endogenamente (FTOT), um fator sintético, chamado de Índice Multidimensional de Potencial de Desenvolvimento Local da Mantiqueira (IDLIM), conforme a seguinte expressão:

$$FTOT = (0,293/0,725)*F1 + (0,277/0,725)*F2 + (0,081/0,725)*F3 + (0,075/0,725)*F4. \quad (4)$$

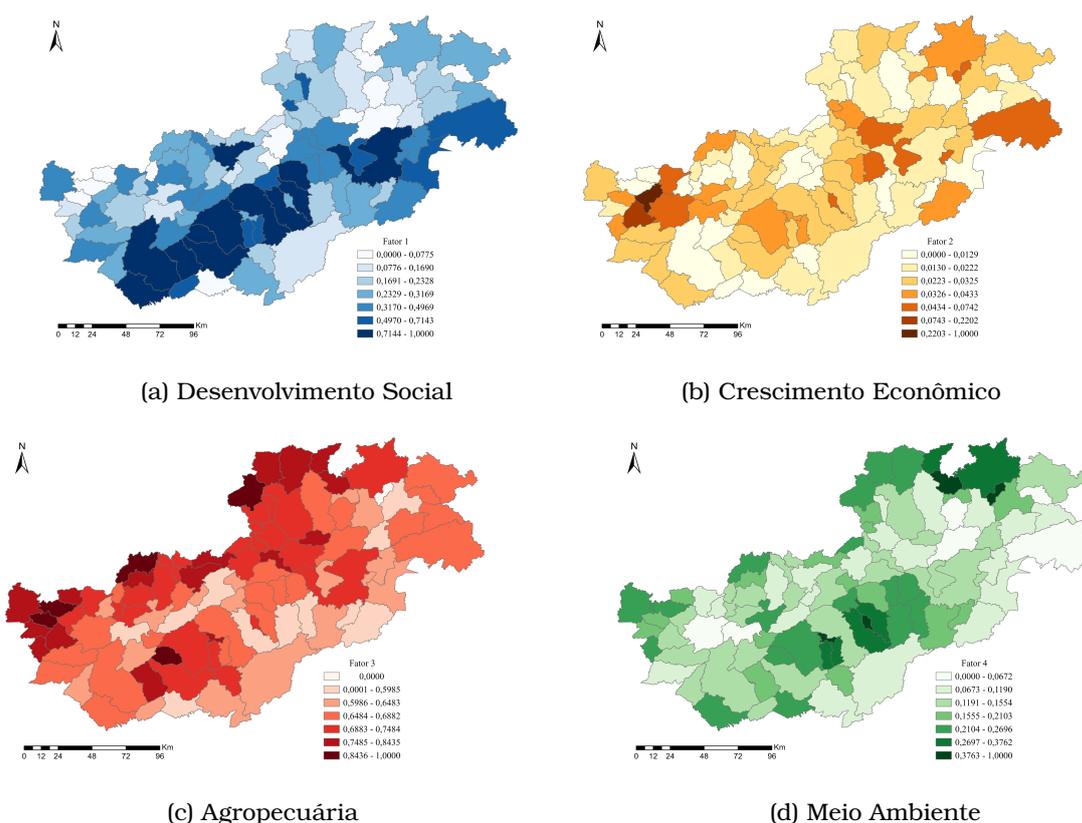
A Figura 2 apresenta a distribuição espacial das quatro dimensões, quanto mais forte a tonalidade das cores, maiores os escores fatoriais de determinada dimensão nos municípios. Nota-se que os municípios com maior Desenvolvimento Social estão localizados, majoritariamente, na parte sudoeste da Mantiqueira, no estado de São Paulo. O leste e o centro da Mantiqueira também apresentam alguns desses municípios. Quando se observa a dimensão da Agropecuária, verifica-se que os municípios com maior crescimento agropecuário são aqueles localizados nos extremos das porções noroeste e norte da Mantiqueira, localizadas no estado de Minas Gerais. Algumas cidades da parte sudoeste também se destacam. Em relação ao Crescimento Econômico, observa-se que poucos municípios se destacam, exceções podem ser vistas em algumas cidades do noroeste e do leste da Mantiqueira. No que diz respeito ao Meio Ambiente, os municípios na parte extrema do nordeste e na região centro-sul da Mantiqueira são aqueles com maior preservação ambiental.

Em relação ao fator síntese, sua distribuição espacial é plotada na Figura 3. Ao observar o Mapa A da Figura 3, é possível notar que os municípios com maior IDLM estão, em sua maioria, localizados em um eixo que vai do sudoeste ao leste da Mantiqueira. Assim como para a dimensão de Desenvolvimento Social, este resultado pode ser justificado pela presença de rodovias que atravessam o território dos municípios, como pode ser visto no Mapa B, em que foi incluída a malha rodoviária, em destaque a BR 116 (Rodovia Presidente Dutra) que faz a ligação entre as cidades de Rio de Janeiro e São Paulo. As demais rodovias que atravessam a Mantiqueira também formam caminhos de maior desenvolvimento na região.

A malha rodoviária tem sido um importante indicador do desenvolvimento local ou regional, como destaca Haddad (2006). A mobilidade regional, em termos macroeconômicos, está associada ao nível de produção, do emprego e da renda, e, em termos microeconômicos, se relaciona com a formação dos custos de produção e com a proximidade com os mercados. Assim, economias que apresentam melhores condições de mobilidade possuem mais oportunidades para o desenvolvimento econômico (Iacono e Levinson, 2008; Rodrigue, 2020; Andrade et al., 2015).

Dessa forma, o desenvolvimento econômico provocado pela expansão e qualidade da malha rodoviária parece ser um fator de importância no desenvolvimento local dos municípios da Mantiqueira, o que pode ser facilmente observado pela distribuição espacial do IDLM. O objetivo básico da redução dos custos de transportes e da mobilidade pode ser a principal justificativa do dinamismo econômico na região (Andrade

Figura 2: Pannel da Distribuição espacial das dimensões na Mantiqueira



Fonte: Elaboração própria.

Nota: Coeficientes de pontuação foram padronizados para variarem de 0 a 1.

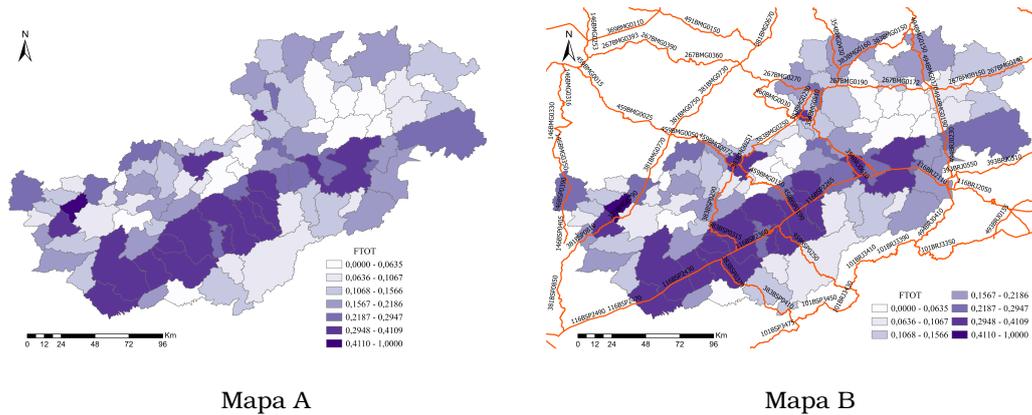
et al., 2015).

Para auxiliar a tomada de decisões dos formuladores de políticas, através das dimensões e do IDLM é possível elaborar um *ranking* dos municípios baseado em suas pontuações. Dessa forma, a Tabela 3 mostra as 10 melhores e as 10 piores posições dos municípios da Mantiqueira em relação às quatro dimensões, Desenvolvimento Social, Crescimento Econômico, Agropecuária, Meio Ambiente, e ao IDLM.

## 6.2 Tipologias regionais

Os municípios foram classificados por meio de uma tipologia criada a partir das diferentes dimensões do IDLM. O Quadro 3 mostra a distribuição dos municípios da Mantiqueira entre as 16 tipologias. Nenhum município foi categorizado como Região 1, ou seja, nenhum dos 96 municípios da Mantiqueira apresentou pontuação acima da média em todas as quatro dimensões. A tipologia com o maior número de municípios é a Região 16, com 21 ocorrências, ou, 21,19% da Mantiqueira. A Figura 4 mostra as tipologias em relação à distribuição espacial na Mantiqueira.

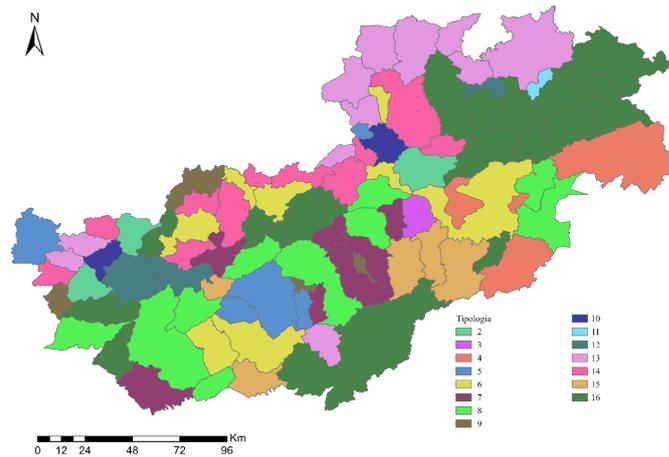
Figura 3: Índice Multidimensional de Potencial de Desenvolvimento Local da Mantiqueira (IDLM)



Fonte: Elaboração própria.

Nota: Coeficientes de pontuação foram padronizados para variarem de 0 a 1.

Figura 4: Distribuição Espacial da Tipologia na Mantiqueira



Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 4 mostra as estatísticas descritivas da tipologia da Mantiqueira com enfoque nas variáveis: população, PIB, PIB *per capita* e valores adicionados agrícola, industrial e de serviços. Em relação ao PIB, os destaques são as Regiões 4 e 16 por representarem juntas mais de 52% do valor total da Mantiqueira. A Tipologia 4 apresenta três municípios que se encontram entre as 10 maiores pontuações da dimensão de Crescimento Econômico (Itatiaia, Porto Real e Valença), essa categoria também é responsável pela maior proporção da população em relação ao agregado da Mantiqueira, 36,46%. Enquanto a Tipologia 16 apresenta o maior número de municípios entre as 16 categorias (21 dos 96), quase o dobro da segunda Região com maior número de municípios, o que pode ser uma justificativa para o resultado encontrado.

Tabela 3: Hierarquia dos municípios da Mantiqueira

Posição	Município	D. Social	Município	C. Econômico	Município	Agropecuária	Município	M. Ambiente	Município	IDLM
1	S. J. dos Campos	1,000	Itapeva	1,000	Conc. do Rio Verde	1,00	Canas	1,000	Itapeva	1,000
2	Taubaté	0,960	Extrema	0,220	Munhoz	0,988	Arantina	0,560	Tremembé	0,411
3	Guaratinguetá	0,916	Cambuí	0,074	Toledo	0,913	Potim	0,524	Extrema	0,404
4	Itajubá	0,866	Porto Real	0,074	Cach. de Minas	0,880	Serranos	0,522	Taubaté	0,401
5	Resende	0,852	Queluz	0,071	Tremembé	0,878	Lorena	0,376	S. J. dos Campos	0,394
6	Cruzeiro	0,845	Itamonte	0,068	Minduri	0,844	Andrelandia	0,317	Pindamonhangaba	0,380
7	Caçapava	0,831	Canas	0,067	Socorro	0,829	Cach. Paulista	0,316	Guaratinguetá	0,379
8	Tremembé	0,828	Arantina	0,065	Potim	0,822	Minduri	0,306	Canas	0,375
9	Pindamonhangaba	0,824	Valença	0,058	Extrema	0,812	Roseira	0,305	Itajubá	0,374
10	Jacareí	0,805	Camanducaia	0,057	Vargem	0,812	Aparecida	0,297	Caçapava	0,362
87	Munhoz	0,051	Arapeí	0,009	Passa Vinte	0,596	Itajubá	0,088	Sapucaí-Mirim	0,048
88	Alagoa	0,043	S. J. dos Campos	0,009	Arapeí	0,593	Cor. Bom Jesus	0,087	Red. da Serra	0,047
89	Carvalhos	0,031	Senador Amaral	0,008	Arcias	0,584	Aturuoca	0,081	Passa Vinte	0,047
90	Virgínia	0,029	Olaria	0,008	Red. da Serra	0,572	S. R. Jacutinga	0,080	Boc. de Minas	0,043
91	Senador Amaral	0,028	Brazópolis	0,008	B. Jd. de Minas	0,570	Valença	0,067	Consolação	0,039
92	Consolação	0,027	Piquete	0,007	Sapucaí-Mirim	0,556	Carvalhos	0,066	Virgínia	0,039
93	Toledo	0,006	Lagoinha	0,007	Campos do Jordão	0,555	Olaria	0,066	Arantina	0,035
94	Serranos	0,002	S. R. Jacutinga	0,006	Lorena	0,532	Boc. de Minas	0,060	Carvalhos	0,029
95	Olaria	0,002	Marmelópolis	0,005	Bananal	0,528	Camanducaia	0,007	Marmelópolis	0,017
96	Marmelópolis	0,000	Jambeiro	0,000	Arantina	0,000	Sapucaí-Mirim	0,000	Olaria	0,000

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Coeficientes de pontuação foram padronizados para variarem de 0 a 1.

Quadro 3: Tipologia regional da Mantiqueira

		Fator 1 - Desenvolvimento Social		Fator 3 - Agropecuária	
		+		-	
		Fator 3 - Agropecuária		Fator 3 - Agropecuária	
		+		-	
Fator 2 - Crescimento Econômico	+	<b>Cambuí, Extrema e Itamonte.</b> Pindamonhangaba, Roraima, Socorro, São Lourenço e Tremembé.	<b>Queluz.</b> <b>Bananal, Itatiaia, Porto Real e Valença.</b> Aparecida, Cachoeira Paulista, Jacareí, Lavrinhas, Lorena, Piquete e São Bento do Sapucaí.	<b>Cachoeira de Minas, Carnas, Potim e Vargem.</b> <b>Itapeva e Pouso Alto.</b> Andrelândia, Conceição do Rio Verde, Cruzília, Dom Viçoso, Lagoinha, Minduri, Munhoz, Serranos, Soledade de Minas, São Tomé das Letras e Toledo.	Arantina. <b>Camanducaia, Sapucaí-Mirim e Seritinga.</b> Areias, Redenção da Serra, Santo Antônio do Pinhal, Silveiras e São José do Barreiro.
	-	<b>Caxambu, Caçapava, Itajubá, Itanhandu, Paraisópolis, Piranguinho, Resende e Taubaté.</b> Barra Mansa, Campos do Jordão, Cruzeiro, Guaratinguetá, Jambuí, Monteiro Lobato, Passa Quatro, Piracema, Quatis e São José dos Campos.		<b>Alagoa, Baependi, Brazópolis, Conceição dos Ouros, Gonçalves, Maria da Fé, Pedra Bela, Senador Amaral, São José do Alegre, São Sebastião do Rio Verde e Virgínia.</b> Aituruoca, Arapeí, Boinópolis, Bom Jardim de Minas, Carvalhos, Consolação, Cunha, Corrego do Bom Jesus, Delfim Moreira, Igaratá, Joanópolis, Liberdade, Lima Duarte, Marmelópolis, Olaria, Passa Vinte, Piranguçu, Rio Preto, Santa Rita de Jacutinga, São Luiz do Paraitinga e Wenceslau Braz.	

Obs. Fator 4 - Meio Ambiente - Acima da média (+) / Abaixo da média (-)

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4: Estatísticas descritivas da tipologia regional da Mantiqueira

Região	Obs.	População (%)	PIB (%)	PIB <i>per capita</i>	Valor agregado		
					Agrícola (%)	Industrial (%)	Serviços (%)
2	3	1,258	1,182	22,954	2,321	0,348	0,983
3	1	0,168	1,861	268,459	0,285	0,037	0,072
4	4	36,470	20,430	13,582	4,460	61,008	45,230
5	5	1,162	0,638	12,677	0,855	0,046	0,227
6	8	5,517	7,562	27,522	5,403	5,856	4,005
7	7	2,403	2,614	23,544	2,789	0,576	1,086
8	10	7,182	4,697	14,595	4,776	9,575	6,254
9	4	0,492	0,245	12,287	1,161	0,071	0,147
10	2	0,216	0,116	13,253	0,375	0,012	0,056
11	1	0,776	0,680	21,180	2,780	0,113	0,481
12	3	7,386	5,570	17,903	8,680	1,556	6,721
13	11	7,387	4,645	17,480	9,178	1,456	3,522
14	11	14,387	15,686	36,625	26,991	12,190	16,672
15	5	1,630	2,409	32,344	9,000	0,224	1,346
16	21	13,565	31,666	29,588	20,944	6,933	13,198

Fonte: Elaboração própria.

Nota: As informações da Tabela 4 são do ano de 2018. Porcentagem em relação aos totais da Mantiqueira e os valores do PIB *per capita* são valores médios. Os valores do PIB *per capita* foram divididos por 1.000.

Em relação ao PIB *per capita*, a Tipologia 3, a que somente o município de Queluz foi identificado como pertencente, apresenta o maior valor médio, 268.459 de reais. Esse município é caracterizado por pontuações acima da média das dimensões de Desenvolvimento Social, Crescimento Econômico e Meio Ambiente.

Além disso, os municípios da Tipologia 4 representam 61,01% e 45,23% da atividade industrial e dos serviços, respectivamente, no agregado da Mantiqueira. Esses municípios são caracterizados por pontuações acima da média nas dimensões de Desenvolvimento Social e Crescimento Econômico, no entanto, baixos escores para Agropecuária e Meio Ambiente. Em relação à atividade agrícola, aproximadamente 27% da Mantiqueira é gerada pela Tipologia 14, formada por municípios com pontuações da dimensão Agropecuária acima da média.

### 6.3 Análise espacial

A Tabela 5 lista os resultados de testes de autocorrelação espacial para o indicador síntese (IDLM) e as dimensões que o compõem (Desenvolvimento Social, Crescimento Econômico, Agropecuária e Meio Ambiente). Os resultados dos testes são obtidos a partir do indicador I de Moran Global, que fornece o grau de associação linear entre os vetores de valores observados no tempo e a média ponderada dos valores da vizinhança. Essa estatística varia entre -1 e 1, em que, valores perto de zero indicam que não existe autocorrelação espacial significativa, e valores diferentes de zero sugerem que existe dependência espacial entre a variável nas áreas vizinhas (Anselin, 1995; Perobelli et al., 2007).

Tabela 5: Autocorrelação espacial global (I de Moran)

Fator	I de Moran	Z valor	P valor
Fator 1 – Desenvolvimento Social	0,258	4,245	0,000
Fator 2 – Crescimento Econômico	0,063	3,237	0,021
Fator 3 – Agropecuária	0,285	5,066	0,000
Fator 4 – Meio Ambiente	0,280	5,087	0,000
FTOT – IDLM	0,130	2,360	0,015

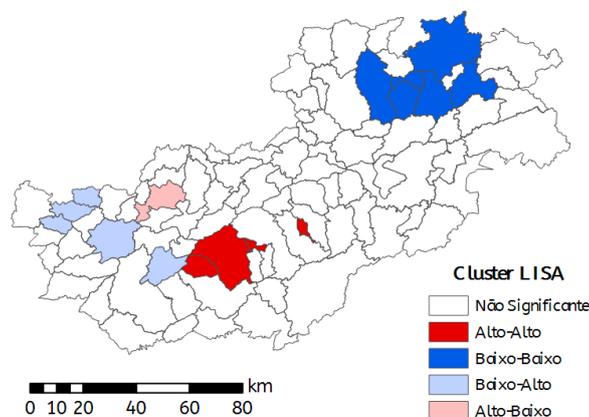
Fonte: Elaboração própria.

Nota: A matriz de pesos espaciais *Queen* foi utilizada na análise espacial.

As estatísticas apresentadas na Tabela 5 são todas estatisticamente significativas, indicando que a dimensão espacial é importante na distribuição de todas as dimensões e no índice síntese da Mantiqueira. Todos os I de Moran apresentados são positivos, sugerindo a presença de autocorrelação espacial positiva (Anselin, 1995; Haddad et al., 2021). Dessa forma, pode-se inferir que, por exemplo, os municípios da Mantiqueira com alta (baixa) pontuação do IDLM estão localizados próximos de outros municípios com pontuações altas (baixas). A interpretação para os demais fatores segue de forma semelhante.

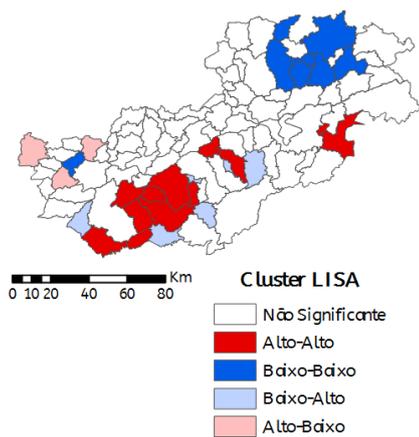
A partir das estatísticas I de Moran locais, um mapa de Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA) é produzido e utilizado para comparar os valores de cada lugar específico com valores de vizinhos locais para as quatro dimensões e o IDLM. Os LISA com os padrões de associação espacial local decompostos em quatro categorias, alto-alto, baixo-baixo, alto-baixo e baixo-alto, para as dimensões da Mantiqueira são mostrados na Figura 5, enquanto na Figura 6 destaca-se o LISA do IDLM.

Figura 6: Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA) do IDLM

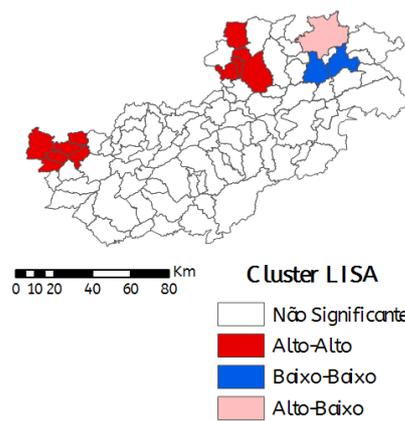


Fonte: Elaboração própria.

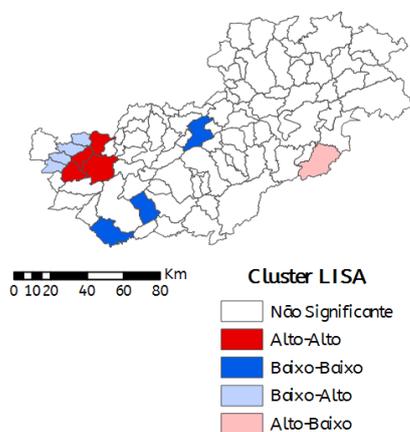
Figura 5: Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA) das dimensões da Mantiqueira



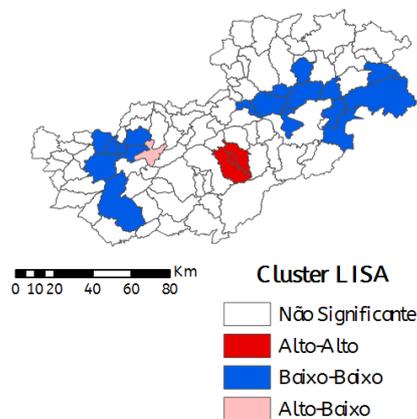
(a) Desenvolvimento Social



(b) Crescimento Econômico



(c) Agropecuária



(d) Meio Ambiente

Fonte: Elaboração própria.

O maior agrupamento de autocorrelações Alto-Alto para a dimensão Desenvolvimento Social é composto por setes municípios (Caçapava, Jambeiro, Monteiro Lobato, Pindamonhangaba, Roseira, Taubaté e Tremembé) do sul da Mantiqueira. Juntos, esses municípios correspondem a, aproximadamente, 21% do PIB e 24% da produção industrial da região, destacando assim seu alto desenvolvimento. Já o *cluster* Baixo-Baixo da mesma dimensão, localizado no norte da Mantiqueira que abrange os municípios de Aiuruoca, Andrelândia, Bom Jardim de Minas, Carvalhos, Liberdade, Minduri e Seritinga, é responsável por apenas 0,45% do PIB e 0,11% da produção industrial da região.

Em relação à dimensão de Crescimento Econômico, dois pequenos agrupamentos podem ser identificados, ambos na parte oeste da Mantiqueira. O primeiro agrupamento é autocorrelação espacial Alto-Alto, formado por Camanducaia, Cambuí, Extrema e Itapeva, esses quatro municípios estão classificados entre as 10 maiores pontuações do fator de Crescimento Econômico, mostram sua importância para a atividade econômica da região. O segundo agrupamento é de autocorrelações espaciais Baixo-Alto, formados por quatro municípios vizinhos dos integrantes do primeiro *cluster*, mas com pontuações baixas de Crescimento Econômico, eles são Munhoz, Senador Amaral, Toledo e Pedra Bela.

Em relação à dimensão Agropecuária, dois agrupamentos Alto-Alto podem ser destacados, um no norte da Mantiqueira e o outro no oeste. O agrupamento localizado na parte norte da região de estudo é formado por quatro municípios (Baependi, Caxambu, São Tomé das Letras e Soledade de Minas) que correspondem a 2,74% do valor adicionado da agropecuária da região. O segundo *cluster*, da parte oeste, abrange seis municípios (Itapeva, Munhoz, Senador Amaral, Toledo, Monteiro Lobato e Socorro) com participação de 6,30% do valor adicionado agropecuário da Mantiqueira.

Na dimensão Meio Ambiente, dois *clusters* Baixo-Baixo são identificados. O maior deles contém 11 municípios, dos quais, três (Bocaina de Minas, Carvalhos e Valença) estão entre os 10 piores em relação à pontuação do Meio Ambiente. O segundo *cluster* é formado por seis municípios, em que um terço deles (Camanducaia e Córrego do Bom Jesus) também está entre os 10 piores em relação à classificação da Tabela 3.

Sobre o Índice Multidimensional de Potencial de Desenvolvimento Local da Mantiqueira, Figura 6, destaca-se que ele forma dois principais *clusters*, um Baixo-Baixo no norte da Mantiqueira e um Alto-Alto no centro da região. O primeiro é formado por seis municípios (Aiuruoca, Andrelândia, Bom Jardim de Minas, Carvalhos, Liberdade e Seritinga) e representa apenas 8,26% do PIB da região. O segundo *cluster*, no entanto, é formado por apenas três municípios, em que dois estão entre os 10 com maior pontuação do IDLM (Pindamonhangaba e Tremembé).

## 7. Considerações finais

Neste artigo foi proposto caracterizar, através de aspectos socioeconômicos e ambientais, o desenvolvimento local dos municípios que compreendem a Serra da Mantiqueira, localizada entre os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Dessa forma, duas contribuições importantes podem ser identificadas. A primeira é a proposta de definição da região sob influência da Mantiqueira. Essa definição é importante devido à sua homogeneidade referente aos municípios que fazem parte dessa região, o que é útil para o desenvolvimento e planejamento de políticas públicas para a região e para pesquisas futuras que tratem do tema, além de permitir a comparabilidade dos resultados.

A segunda contribuição importante se relaciona com a caracterização da Mantiqueira quanto ao seu desenvolvimento. A região em estudo possui uma grande heterogeneidade no que se refere às quatro dimensões estudadas. A dimensão de Desenvolvimento Social se relaciona com a qualidade de vida da população da Mantiqueira, impulsionada por características de saúde, educação e renda. O indicador de Crescimento Econômico capta associações com a produtividade, a distribuição e o consumo de bens e serviços dentro do município. A terceira dimensão, Agropecuária, se relaciona com a expansão da agricultura e da pecuária das localidades da região. Por último, o indicador de Meio Ambiente possibilita captar as pressões municipais sobre os recursos naturais disponíveis.

Os resultados destacaram a importância da malha rodoviária para o desenvolvimento da região da Mantiqueira, o que pode estar relacionado à mobilidade e à redução dos custos provenientes da expansão e da qualidade das rodovias. Isso foi visualmente evidenciado pelo fato de as maiores pontuações do IDLM estarem nos municípios próximos a essa malha. Além disso, o IDLM permitiu classificar os municípios em um *ranking* e identificar tipologias de agrupamento municipal a partir de suas pontuações. Esses resultados possibilitam a classificação dos municípios de acordo com seus potenciais latentes de desenvolvimento e potencializa a implementação de programas conjuntos e/ou de caráter regional direcionados às necessidades específicas de cada região.

Destaca-se também que, com base na análise espacial realizada, foi possível identificar padrões de associação espacial significativos na região da Mantiqueira. Nota-se a existência de agrupamentos espaciais para as quatro dimensões de desenvolvimento e para o IDLM. Esses agrupamentos evidenciam a presença de áreas com características semelhantes, em termos tanto de desenvolvimento positivo quanto negativo. Esses resultados contribuem para uma melhor compreensão da distribuição espacial do desenvolvimento local na região e podem fornecer informações importantes para a formulação de políticas públicas e para a tomada de decisões. Essa análise também enfatiza a importância de considerar a dimensão espacial ao estudar o desenvolvimento local e a necessidade de abordagens territoriais integradas para promover um

desenvolvimento mais robusto na Mantiqueira.

A heterogeneidade identificada na região da Mantiqueira, em termos tanto das dimensões estudadas quanto dos agrupamentos espaciais observados, oferece oportunidades significativas para a formulação de políticas descentralizadas e orientadas para as necessidades específicas de cada município ou conjunto de municípios. Além disso, a partir da definição da região e do uso do indicador sintético do potencial latente de desenvolvimento local, é possível que a sociedade e os responsáveis pela condução do processo de planejamento regional identifiquem potencialidades regionais comuns para que o desenvolvimento de iniciativas colaborativas possibilite a melhoria da qualidade de vida da Mantiqueira.

## Referências

- Andrade, M. O., Maia, M. L. A., e Neto, O. C. d. C. L. (2015). Impactos de investimentos em infraestruturas rodoviárias sobre o desenvolvimento regional no Brasil: possibilidades e limitações. *Transportes*, 23(3):90–99.
- Anselin, L. (1988). *Spatial econometrics: methods and models*, volume 4. Springer Science & Business Media.
- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association—LISA. volume 27, Página 93–115.
- Anselin, L. e Florax, R. J. G. M. (1995). New directions in spatial econometrics: Introduction. In: *New directions in spatial econometrics*, Página 3–18. Springer.
- Anselin, L., Syabri, I., e Kho, Y. (2009). Geoda: an introduction to spatial data analysis. In: *Handbook of applied spatial analysis: Software tools, methods and applications*, Página 73–89. Springer.
- Azzoni, C. R. e Latif, Z. A. (1995). Indicador de movimentação econômica imec/fipe: aspectos metodológicos e relevância como indicador antecedente da atividade econômica. *Encontro Brasileiro de Econometria*, 1(17):53–69.
- Bartholomew, D. J., Steele, F., e Moustaki, I. (2008). *Analysis of multivariate social science data*. CRC press.
- Bartlett, M. S. (1937). The statistical conception of mental factors. *British journal of Psychology*, 28(1):97.
- Brasil (2006). Portaria 351, de 11 de dezembro de 2006. reconhecer como mosaico de unidades de conservação da região da serra da Mantiqueira, o mosaico Mantiqueira, abrangendo unidades de conservação e zonas de amortecimento. Ministério do Meio Ambiente, Diário Oficial da União, Brasília, 12 dez. 2006, p. 71-72.

- Cruz, B., Oliveira, C. W. d. A., Castro, P. F. d., e Albuquerque, P. H. (2011). Ampliando as dimensões de indicadores compostos municipais: a inclusão da dinâmica econômica. Texto para Discussão 1684, Texto para Discussão.
- Fava, V. L. e Alves, D. C. (1997). Indicador de movimentação econômica, plano real e análise de intervenção. *Revista Brasileira de Economia*, 51(1):133–144.
- Frainer, D. M., Souza, C. C. d., Reis, J. F., e Castelão, R. A. (2017). Uma aplicação do Índice de desenvolvimento sustentável aos municípios do estado de mato grosso do sul. *Interações (Campo Grande)*, 18:145–156.
- Haddad, E. A. (1993). A determinação dos potenciais de crescimento econômico regional a partir da análise fatorial: um estudo de caso. *Nova Economia*, 3(1):103–256.
- Haddad, E. A. (2006). Transporte, eficiência e desigualdade regional: avaliação com um modelo cge para o brasil. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 36(3):413–448.
- Haddad, E. A., de Araújo, I. F., de Almeida Vale, V., Sandoval, H. D., Roman, P. A. G., Rodríguez, L. A. C., Jaramillo, E. A., e Lopez, L. J. G. (2021). Dimensions of local development in the colombian pacific region. *Regional Science Policy & Practice*, 13(4):1348–1370.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., e Tatham, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados*. Bookman editora.
- Iacono, M. e Levinson, D. M. (2008). Review of methods for estimating the economic impact of transportation improvements. *Available at SSRN 1736116*.
- IBGE (1977). *Geografia do Brasil*. Diretoria de Divulgação, Centro Editorial, Centro de Serviços Gráficos - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro.
- IBGE (2016). *Brasil: Uma Visão Geográfica e Ambiental no Início do Século XXI*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Coordenação de Geografia, Rio de Janeiro.
- IBGE (2021). Estatísticas.
- ICMBIO (2018). Plano de manejo da Área de proteção ambiental da serra da mantiqueira. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Detzel Consultores Associados S/S EPP.
- Johnson, R. A. e Wichern, D. W. (2014). *col. Applied multivariate statistical analysis. Vol. 6*. Pearson London, UK.
- MAPBIOMAS (2022). Downloads.
- Mingoti, S. A. (2007). *Análise de dados através de métodos estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: Editora UFMG.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (2021). Relação anual de informações sociais – rais. Brasil.

- Nogueira, H. C. e Santos, C. E. R. (2012). Indicadores econômicos: a definição e o uso do índice de movimentação econômica. *CEP*, 45000:830.
- OECD (2008). *Handbook on constructing composite indicators: methodology and user guide*. Organisation for Economic Co-operation and Development publishing.
- Pelissari, G. e Romaniuc Neto, S. (2013). Ficus (moraceae) da serra da mantiqueira, brasil. *Rodriguésia*, 64:91–111.
- Perobelli, F. S., Almeida, E. S. d., Alvim, M. I. d. S. A., e Ferreira, P. G. C. (2007). Produtividade do setor agrícola brasileiro (1991-2003): uma análise espacial. *Nova economia*, 17:65–91.
- Perobelli, F. S., de Oliveira, A. F., Novy, L. G. G., Ferreira, M. V., et al. (1999). Planejamento regional e potenciais de desenvolvimento dos municípios de minas gerais na região em torno de juiz de fora: uma aplicação de análise fatorial. *Nova Economia*, 9:121–150.
- Perobelli, F. S., de Oliveira, A. F., Novy, L. G. G., Ferreira, M. V., et al. (2018). As dimensões espaciais da cadeia produtiva do leite em minas gerais. *Nova Economia*, 28(1):297–337.
- Piacenti, C. A. e Piacenti, S. C. V. (2018). Indicador do potencial de desenvolvimento econômico dos municípios paranaenses de forma ampliada. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, 39(134):195–216.
- Ribeiro, V. S. e Dias, J. (2006). Índice de atividade econômica: Construção e testes de previsão dos modelos de filtro de kalman e box-jenkins. *Revista EconomiA*.
- Rodrigue, J.-P. (2020). *The geography of transport systems*. Routledge.
- SEEG (2022). Download base de dados. Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de gases de Efeito Estufa.
- SEI/SEPLAN (2013). Índices de performance econômica e social da bahia. Publicações Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia.
- Soares, T. L. e Castro, J. F. M. (2015). St 5 indicador de desenvolvimento municipal- idm da região metropolitana de belo horizonte-rmbh minas gerais-mg-2010. *Anais ENANPUR*, 16(1).

## Agradecimentos

Os autores agradecem a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), a FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais), a FIPE (Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas) e ao IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada) pelo suporte financeiro.

 Este artigo está licenciado com uma *CC BY 4.0 license*.

## Apêndice:

### A.1. Matriz de Correlação

Variáveis	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
X1	1,000																
X2	-0,588	1,000															
X3	-0,592	0,980	1,000														
X4	-0,694	0,847	0,870	1,000													
X5	-0,473	0,903	0,887	0,720	1,000												
X6	-0,708	0,774	0,778	0,841	0,660	1,000											
X7	-0,202	0,063	-0,025	-0,041	0,061	0,087	1,000										
X8	-0,186	0,014	-0,070	-0,066	0,014	0,068	0,962	1,000									
X9	-0,233	0,022	-0,061	-0,049	0,019	0,080	0,956	0,968	1,000								
X10	-0,104	0,016	-0,048	-0,036	0,055	0,043	0,861	0,853	0,827	1,000							
X11	-0,162	-0,007	-0,090	-0,087	-0,012	0,051	0,946	0,991	0,947	0,804	1,000						
X12	0,112	-0,109	-0,145	-0,054	-0,085	-0,080	-0,026	-0,047	-0,015	-0,125	-0,018	1,000					
X13	0,007	0,022	0,014	-0,031	-0,062	0,090	0,054	0,014	0,030	-0,256	0,049	0,150	1,000				
X14	0,315	-0,352	-0,373	-0,325	-0,337	-0,281	-0,058	-0,057	-0,042	-0,062	-0,030	0,255	0,132	1,000			
X15	0,093	0,142	0,120	-0,006	0,168	-0,039	0,066	0,087	0,044	0,118	0,069	0,101	-0,092	-0,046	1,000		
X16	-0,006	-0,078	-0,079	-0,062	-0,079	-0,057	0,003	0,003	-0,002	0,003	-0,002	-0,104	0,024	0,046	-0,018	1,000	
X17	-0,042	0,113	0,124	0,093	0,171	0,130	0,019	0,006	0,026	-0,030	0,011	0,001	0,029	-0,105	-0,154	-0,003	1,000

Fonte: Elaboração própria.