

Análise espacial e estratégias sustentáveis para o desenvolvimento municipal no Paraná: qualidade de vida e direcionamento de investimentos (2010-2025)

Nathália Caroline Faria Tago

Pós-Doutoranda em Economia Regional
Universidade Estadual de Londrina, Brasil
nathaliacarolinefaria@hotmail.com
ORCID iD: 0000-0001-6853-1236

Emerson Guzzi Zuan Esteves

Professor Doutor em Economia
Pós-Doutoranda em Economia Regional, Brasil
emerson.esteves@uel.br
ORCID iD: 0000-0003-0194-8998

Alessandro Rodrigues de Lima Brandão

Doutorando em Geografia
Universidade Estadual de Londrina, Brasil
alessandro.brandao300591@uel.br
ORCID iD 0000-0001-7227-958X

Bruno Godoi de Almeida

Mestrando em Geografia
Universidade Estadual de Londrina, Brasil
bruno.godoi.almeida@uel.br
ORCID iD 0009-0003-6511-1596

Eloiza Cristiane Torres

Doutora em Geografia
Universidade Estadual de Londrina, Brasil
elotorres@uel.br
ORCID iD 0000-0003-2526-470X

Análise espacial e estratégias sustentáveis para o desenvolvimento municipal no Paraná: qualidade de vida e direcionamento de investimentos (2010-2025)

RESUMO

Objetivo: Analisar a dinâmica do desenvolvimento municipal no estado do Paraná entre 2010 e 2025, identificando padrões de concentração do desenvolvimento e avaliando como o direcionamento de investimentos públicos em áreas estratégicas influencia os indicadores de qualidade de vida e desempenho socioeconômico.

Metodologia: Adotou-se uma abordagem quantitativa e exploratória, utilizando a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) e indicadores multidimensionais, com destaque para o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M), a fim de examinar a distribuição espacial do desenvolvimento e seus determinantes.

Originalidade/relevância: O trabalho se insere no *gap* teórico relacionado à integração entre análise espacial, estratégias sustentáveis e eficiência dos investimentos públicos no âmbito municipal, contribuindo para o debate acadêmico sobre desigualdades regionais e desenvolvimento territorial sustentável.

Resultados: Os resultados evidenciaram a persistência de disparidades regionais acentuadas, com a formação de clusters de alto desempenho nas mesorregiões Metropolitana de Curitiba e Norte Central, contrastando com áreas de baixo desenvolvimento concentradas no Centro-Sul do estado. Observa-se, ainda, que municípios com maior capacidade de gestão sustentável e investimentos eficazes em saúde e educação apresentam maior resiliência econômica.

Contribuições teóricas/metodológicas: A pesquisa visou contribuir ao articular a análise espacial com indicadores multidimensionais de desenvolvimento, reforçando a relevância da AEDE como ferramenta para a compreensão das desigualdades regionais e do efeito de transbordamento positivo nos polos de desenvolvimento.

Contribuições sociais e ambientais: Os achados indicam a necessidade de políticas públicas voltadas à cooperação intermunicipal, com foco na redução das desigualdades regionais, na promoção da qualidade de vida e no fortalecimento de estratégias de desenvolvimento sustentável nas áreas periféricas.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento Regional; Análise Espacial; Sustentabilidade. Paraná; Investimentos Públicos.

Spatial Analysis and Sustainable Strategies for Municipal Development in Paraná: Quality of Life and Investment Direction (2010-2025)

ABSTRACT

Objective: To analyze the dynamics of municipal development in the state of Paraná between 2010 and 2025, identifying patterns of development concentration and evaluating how the direction of public investments in strategic areas influences quality of life indicators and socioeconomic performance.

Methodology: A quantitative and exploratory approach was adopted, using Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA) and multidimensional indicators, with emphasis on the Municipal Human Development Index (HDI-M), in order to examine the spatial distribution of development and its determinants.

Originality/relevance: This work fills the theoretical gap related to the integration between spatial analysis, sustainable strategies, and the efficiency of public investments at the municipal level, contributing to the academic debate on regional inequalities and sustainable territorial development.

Results: The results showed the persistence of marked regional disparities, with the formation of high-performance clusters in the Metropolitan Region of Curitiba and North Central mesoregions, contrasting with areas of low development concentrated in the South-Central region of the state. It is also observed that municipalities with greater capacity for sustainable management and effective investments in health and education show greater economic resilience.

Theoretical/methodological contributions: The research aimed to contribute by articulating spatial analysis with multidimensional development indicators, reinforcing the relevance of AEDE as a tool for understanding regional inequalities and the positive spillover effect in development hubs.

Social and environmental contributions: The findings indicate the need for public policies focused on intermunicipal cooperation, with an emphasis on reducing regional inequalities, promoting quality of life, and strengthening sustainable development strategies in peripheral areas.

KEYWORDS: Regional Development; Spatial Analysis; Sustainability; Paraná; Public Investments.

Análisis espacial y estrategias sostenibles para el desarrollo municipal en Paraná: calidad de vida y direccionamiento de inversiones (2010-2025)

RESUMEN

Objetivo: Analizar la dinámica del desarrollo municipal en el estado de Paraná entre 2010 y 2025, identificando patrones de concentración del desarrollo y evaluando cómo el direccionamiento de inversiones públicas en áreas estratégicas influye en los indicadores de calidad de vida y desempeño socioeconómico.

Metodología: Se adoptó un enfoque cuantitativo y exploratorio, utilizando el Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE) y indicadores multidimensionales, con énfasis en el Índice de Desarrollo Humano Municipal (IDH-M), con el fin de examinar la distribución espacial del desarrollo y sus determinantes.

Originalidad/relevancia: El trabajo se inserta en la brecha teórica relacionada con la integración entre análisis espacial, estrategias sostenibles y eficiencia de las inversiones públicas a nivel municipal, contribuyendo al debate académico sobre desigualdades regionales y desarrollo territorial sostenible.

Resultados: Los resultados evidenciaron la persistencia de marcadas disparidades regionales, con la formación de clusters de alto desempeño en las mesorregiones Metropolitana de Curitiba y Norte Central, en contraste con áreas de bajo desarrollo concentradas en el Centro-Sur del estado. Asimismo, se observa que los municipios con mayor capacidad de gestión sostenible e inversiones eficaces en salud y educación presentan mayor resiliencia económica.

Contribuciones teóricas/metodológicas: La investigación buscó contribuir al articular el análisis espacial con indicadores multidimensionales de desarrollo, reforzando la relevancia de la AEDE como herramienta para la comprensión de las desigualdades regionales y del efecto de derrame positivo en los polos de desarrollo.

Contribuciones sociales y ambientales: Los hallazgos indican la necesidad de políticas públicas orientadas a la cooperación intermunicipal, con enfoque en la reducción de las desigualdades regionales, la promoción de la calidad de vida y el fortalecimiento de estrategias de desarrollo sostenible en las áreas periféricas.

PALABRAS CLAVE: Desarrollo regional; Análisis espacial; Sostenibilidad; Paraná; Inversiones públicas.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Lage e Bernardini (2025), o desenvolvimento municipal sustentável constituiu-se como um dos principais desafios enfrentados pelos gestores públicos brasileiros nas últimas décadas, especialmente diante da necessidade de conciliar crescimento econômico, preservação ambiental e melhoria da qualidade de vida da população. Nesse contexto, segundo os autores Lage e Bernardini (2025), o território passou a ser compreendido como elemento central do planejamento público, uma vez que as dinâmicas socioeconômicas não se distribuem de forma homogênea no espaço. No estado do Paraná, marcado por expressiva diversidade geográfica, produtiva e social, essas diferenças territoriais tornaram-se ainda mais evidentes, exigindo abordagens analíticas capazes de captar padrões espaciais e subsidiar políticas públicas mais eficazes e territorialmente orientadas (Gazola, 2024).

A relevância desta pesquisa esteve associada à necessidade de aprofundar o diagnóstico das desigualdades regionais paranaenses e compreender como estratégias sustentáveis podem contribuir para a redução dessas assimetrias. Embora o estado apresente, em termos gerais, indicadores socioeconômicos superiores à média nacional, persistiram disparidades significativas entre seus municípios, refletidas no acesso desigual a serviços públicos, infraestrutura, oportunidades econômicas e condições ambientais adequadas. Dessa forma, tornou-se fundamental analisar o desenvolvimento municipal de maneira integrada, considerando simultaneamente aspectos sociais, econômicos e ambientais, bem como o papel dos investimentos públicos e da capacidade de gestão local.

Diante desse cenário, o problema de pesquisa que orientou este estudo consistiu em compreender de que maneira a análise espacial e o direcionamento dos investimentos contribuíram para a formação de padrões diferenciados de desenvolvimento municipal no Paraná, no período de 2000 a 2024. Buscou-se investigar se os investimentos realizados ao longo do tempo foram capazes de promover maior equilíbrio territorial ou se, ao contrário, reforçaram a concentração do desenvolvimento em determinados polos regionais. A delimitação temporal e espacial adotada permitiu analisar a persistência dessas desigualdades e identificar áreas que demandaram maior atenção do poder público.

No que se refere aos procedimentos metodológicos, a pesquisa caracterizou-se como uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa e descritiva, articulada à análise de dados secundários. Foram utilizados indicadores socioeconômicos e ambientais disponíveis em bases oficiais, analisados por meio de técnicas quantitativas e espaciais, como a Análise Exploratória de Dados Espaciais, a Análise Fatorial e a Análise de Clusters Hierárquicos. Essas metodologias possibilitaram identificar padrões territoriais, relações entre variáveis e agrupamentos municipais, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada das dinâmicas do desenvolvimento sustentável no estado do Paraná.

2 OBJETIVOS

Este estudo teve como objetivo geral analisar a relação entre a análise espacial e as estratégias sustentáveis no desenvolvimento municipal do estado do Paraná, com ênfase na qualidade de vida da população e no direcionamento dos investimentos públicos ao longo do período de 2000 a 2024. A definição desse objetivo partiu do entendimento de que o desenvolvimento territorial não ocorre de forma homogênea e que a incorporação de instrumentos analíticos capazes de captar

padrões espaciais constitui elemento essencial para o planejamento público eficiente e orientado por evidências (Lage; Bernardini, 2025).

De forma complementar, o primeiro objetivo específico consistiu em examinar a evolução dos indicadores socioeconômicos e ambientais dos municípios paranaenses ao longo do período analisado. Tal objetivo justificou-se pela necessidade de compreender as transformações estruturais ocorridas no território estadual, uma vez que indicadores relacionados à renda, educação, saúde e meio ambiente refletem diretamente as condições de vida da população e a capacidade de desenvolvimento sustentável dos municípios (Dias, 2025).

O segundo objetivo específico foi identificar padrões e agrupamentos espaciais de desenvolvimento municipal no Paraná, por meio da aplicação de metodologias de análise espacial. A justificativa para esse objetivo fundamentou-se na relevância de compreender como os municípios se organizam no espaço, formando clusters de alto ou baixo desempenho socioeconômico. Conforme apontado por Lisinski et al. (2020) e Rocha (2022), a identificação desses agrupamentos possibilita reconhecer efeitos de transbordamento, dependência espacial e concentração territorial do desenvolvimento.

O terceiro objetivo específico buscou avaliar a relação entre o direcionamento dos investimentos públicos e os níveis de desenvolvimento municipal, considerando sua eficiência e impactos sobre a qualidade de vida. Esse objetivo mostrou-se pertinente diante da constatação de que a simples ampliação dos investimentos não garante, por si só, melhorias socioeconômicas, sendo fundamental analisar como os recursos são alocados e geridos ao longo do tempo (Costa, 2024; Reis; Farias; Júnior, 2023). Assim, a investigação dessa relação contribui para compreender em que medida os investimentos favoreceram o desenvolvimento sustentável ou reforçaram desigualdades preexistentes.

3 METODOLOGIA/ MÉTODO DE ANÁLISE

Este estudo adotou uma abordagem quantitativa e exploratória, com base na análise espacial e em métodos estatísticos multivariados para avaliar o desenvolvimento municipal sustentável no Paraná. A metodologia está estruturada em quatro etapas principais: (i) coleta e tratamento de dados; (ii) análise exploratória de dados espaciais (AEDE); (iii) análise fatorial e de clusters hierárquicos; e (iv) construção do ranking de sustentabilidade municipal e recomendações estratégicas.

3.1 Coleta e Tratamento de Dados

As variáveis utilizadas na pesquisa foram selecionadas com base em sua relevância para a análise da qualidade de vida, sustentabilidade e direcionamento de investimentos. Os dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Quadro 1 – Classificação e descrição das variáveis sociais, econômicas e ambientais utilizadas na análise da qualidade de vida, desenvolvimento e direcionamento de investimentos no desenvolvimento municipal no Paraná (2010-2025)

Dimensão do Desenvolvimento	Natureza da variável	Variável	Descrição da Variável	Justificativa e Relevância Analítica
Socioeconômica e Trabalho	Econômica	PERCENTUALRENDIMENTONOMINAL	Percentual da população residente que declara possuir rendimento nominal mensal, independentemente da fonte.	Utilizada como <i>proxy</i> de renda e bem-estar econômico, permitindo avaliar a capacidade de consumo, a inclusão produtiva e as condições materiais de vida da população.
	Social	POPULACAULTIMSENDO	Total da população residente segundo o último Censo Demográfico.	Variável estrutural para análises espaciais, cálculo de indicadores per capita e avaliação da pressão demográfica sobre serviços públicos e infraestrutura.
	Econômica	SALARIOMEDIOFORMAL	Valor médio da remuneração dos trabalhadores formais.	Indicador da qualidade do emprego, do nível de formalização e da produtividade do trabalho, refletindo o grau de desenvolvimento econômico local.
Educação e Capital Humano	Social	TXESCOLARIZACAO6A14ANOS	Taxa de escolarização da população entre 6 e 14 anos.	Indicador de acesso e inclusão educacional, associado à equidade social e à formação do capital humano.
	Social	IDEBANOSINICIAISFUNDAM	Número total de matrículas no ensino fundamental I.	Permite mensurar a cobertura educacional e subsidiar análises sobre a capacidade da rede pública de ensino.
Desenvolvimento Humano e Saúde	Social	IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, composto pelas dimensões renda, educação e longevidade.	Indicador sintético amplamente utilizado para mensurar qualidade de vida e desenvolvimento humano, possibilitando comparações espaciais e temporais.
	Social	MORTALIDADEINFANTIL	Número de óbitos de crianças menores de um ano por mil nascidos vivos.	Indicador clássico das condições de saúde, saneamento e acesso a serviços básicos, refletindo diretamente a qualidade de vida da população.
Economia e Renda	Econômica	PIBPERCAPITA	Produto Interno Bruto municipal dividido pela população residente.	Mede o nível médio de riqueza gerada por habitante, sendo amplamente utilizado como indicador de desenvolvimento econômico e capacidade produtiva.
	Econômica	TRANSFERENCIASCORRENTES	Recursos financeiros recebidos pelo município via transferências intergovernamentais.	Reflete o grau de dependência fiscal e a capacidade de financiamento das políticas públicas locais.
	Econômica	TOTALRECEITASBRUTAS	Total das receitas arrecadadas pelo município antes de deduções.	Indicador da capacidade arrecadatória municipal e da robustez financeira para sustentar políticas e investimentos públicos.
Infraestrutura Urbana e Meio Ambiente	Social / Ambiental	URBANIZACAOVIASPUBLICAS	Percentual de vias públicas urbanizadas, com pavimentação e infraestrutura básica.	Indica a qualidade da infraestrutura urbana, mobilidade e acessibilidade, com impactos diretos sobre bem-estar social e desenvolvimento econômico.
	Ambiental / Social	ESGOTAMENTOSANITARIO	Percentual da população atendida por sistema de esgotamento sanitário.	Indicador fundamental de saneamento básico, diretamente relacionado à saúde pública, qualidade ambiental e sustentabilidade urbana.
	Ambiental	AREAUNIDTERRITORIAL	Área total do município, expressa em quilômetros quadrados.	Essencial para análises territoriais, ambientais e espaciais, permitindo estudos sobre uso do solo, densidade populacional e impactos ambientais.
Finanças Públicas e Gestão Fiscal	Econômica	SALDO	Diferença entre as receitas brutas totais e as despesas brutas empenhadas.	Indicador da saúde fiscal municipal, refletindo a capacidade de investimento público e a sustentabilidade financeira.
	Econômica	DESPESASBRUTASEMPENHADAS	Total das despesas empenhadas pelo município no exercício fiscal.	Expressa o volume de gastos públicos e a capacidade de execução orçamentária, influenciando a oferta de serviços e investimentos públicos.

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2025).

A classificação das variáveis em sociais, econômicas e ambientais segue a abordagem multidimensional do desenvolvimento, permitindo captar, de forma integrada, aspectos relacionados à qualidade de vida, à capacidade produtiva, à sustentabilidade ambiental e ao direcionamento eficiente de investimentos públicos e privados. Em conclusão, vale ressaltar que os dados estão organizados em uma base estruturada por período (2010-2025) e por município paranaense, padronizados e normalizados para permitir análises comparativas.

3.2 Análise da Autocorrelação Espacial Global e Local: Aplicações de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), Índice de Moran e Indicadores LISA

A Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) foi realizada utilizando a plataforma GeoDa, para identificar padrões espaciais, dependências e clusters geográficos que influenciam o desenvolvimento sustentável dos municípios. Para isso, com base em Sesso Filho et al. (2021), as principais etapas da AEDE incluem, primeiramente, a definição da matriz de vizinhança com base na contiguidade espacial e distância euclidiana entre municípios. Logo, o Índice Global de Moran, também conhecido como Índice de Moran Global, estatística que mede a autocorrelação espacial global, é utilizada para identificar se os municípios apresentam padrões espaciais significativos de aglomeração (clusters) ou dispersão.

Em completude, pode-se dizer que a Autocorrelação Espacial Global do Índice de Moran (I de Moran) permite medir o grau de associação espacial entre variáveis, considerando simultaneamente a localização geográfica e os valores associados a cada unidade espacial. Por meio dessa análise, é possível determinar se a distribuição dos dados segue um padrão agrupado, disperso ou aleatório.

Em virtude disso, o cálculo do Índice I de Moran gera um valor estatístico acompanhado de um escore-z e um p-valor, que indicam a significância da autocorrelação espacial observada. Para tanto, o p-valor é estimado com base na área sob a curva de uma distribuição teórica, servindo como referência para avaliar a robustez dos padrões espaciais identificados. Para Sesso Filho et al. (2021, p.9), a fórmula de I de Moran para autocorrelação espacial é representada por:

$$I = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} z_i z_j}{\sum_{i=1}^n z_i^2} \quad (1)$$

Onde:

z é o desvio de um atributo para o recurso I de sua média (x_i e \bar{X});

n é o número de unidades espaciais, isto é, número total de características;

y_i é a variável de interesse;

w_{ij} representa a matriz de pesos espaciais, ou seja, o peso espacial para as unidades espaciais i e j (características), ponderando-se o grau de interação entre elas;

S_0 é a soma dos elementos dessa matriz.

Contudo, segundo Sesso Filho et al. (2021, p.79), para se determinar o peso agregado de todos os pesos espaciais (S_0), a função dada é:

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \quad (2)$$

Já, Sesso Filho et al. (2021), explicam que o escore de z_i na estatística de I de Moran pode ser calculada por:

$$z_I = \frac{I - E[I]}{\sqrt{V[I]}} \quad (3)$$

Para Ramos e Filho (2023), caso, não exista um padrão espacial entre as variáveis, Almeida (2012), afirma que a Estatística I de Moran fornece uma medida formal da associação linear entre a variável de interesse centralizada, ou seja, subtraída da média (z). Consequentemente, essa mesma variável, ao ter sua defasagem espacial (w_z), se refina com a esperança matemática $E(I)$, que representa o valor esperado da estatística caso não exista autocorrelação espacial nos dados, como o apontado na equação (4).

$$E[I] = \frac{-1}{(n-1)} \quad (4)$$

Se $I > E(I)$: há autocorrelação espacial positiva;

Se $I < E(I)$: há autocorrelação espacial negativa.

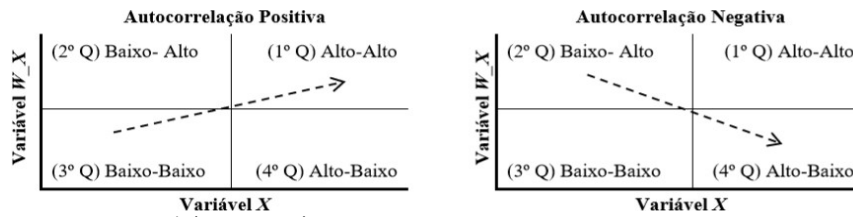
Observe que, o resultado de $E(I)$ indica que, mesmo sob independência espacial, o I de Moran tende a ser levemente negativo, devido à forma como a estatística é construída. Assim, valores muito acima ou abaixo dessa esperança sugerem presença de autocorrelação espacial positiva ou negativa, respectivamente. Logo, a variância pode ser utilizada como uma medida estatística que expressa o grau de dispersão de uma variável em torno de sua média. No contexto da Estatística I de Moran, a variância é utilizada para avaliar a estabilidade da estatística sob a hipótese nula de ausência de autocorrelação espacial, sendo calculada sob a hipótese nula pela seguinte fórmula:

$$V[I] = E[I^2] - (E[I])^2 \quad (5)$$

Notoriamente, a equação (5) mostra que a variância depende tanto da média quanto da média do quadrado da estatística I, o que permite avaliar quão provável é a ocorrência de valores extremos da estatística devido ao acaso. Por fim, a $E[I]$ depende da matriz de pesos espaciais (w), do número de observações n , e de momentos de ordem superior dos dados. Por isso, em muitos estudos, a variância é estimada via simulações (como o Diagrama de Dispersão de Moran) ou fórmulas derivadas para casos específicos.

O Diagrama de Dispersão de Moran, por exemplo, é uma representação gráfica onde o eixo horizontal corresponde aos valores padronizados da variável de interesse, enquanto o eixo vertical representa os valores defasados espacialmente, ou seja, os valores médios da variável entre os vizinhos. Ou seja, expressa a medida global de associação linear espacial e permite uma análise visual detalhada de padrões espaciais (Sesso Filho et al., 2021). Além do coeficiente de Moran, o gráfico revela a formação de agrupamentos espaciais (clusters), divididos em quatro categorias, conforme sugerido por Beirão et al. (2023):

Figura 1 - Ilustração do diagrama de dispersão de Moran



Fonte: Beirão et al. (2023, p.99)

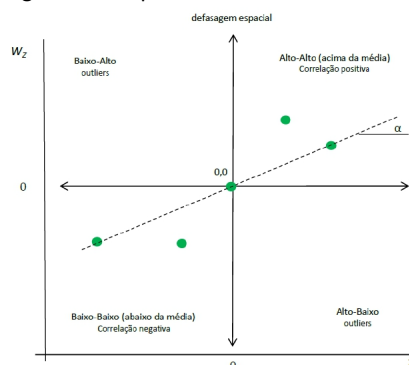
Pela Figura 1, Beirão et al. (2023), destacam que é possível dizer que, um cluster Alto-Alto (AA) representa as unidades espaciais com valores elevados da variável de interesse, cercadas por vizinhos com valores igualmente altos. Representadas no segundo quadrante do gráfico. Já, o Baixo-Baixo (BB) indica as unidades com valores baixos, também rodeadas por vizinhos com valores baixos. Representadas no terceiro quadrante. Por outro lado, um cluster Alto-Baixo (AB) informa que as unidades com valores altos da variável são cercadas por vizinhos com valores baixos (correspondem ao quarto quadrante).

Em virtude disso, o cluster Baixo-Alto (BA) ressalta as unidades com valores baixos da variável, cercadas por unidades com valores altos. Representadas no primeiro quadrante. No geral, os quadrantes revelam padrões de autocorrelação espacial positiva (AA e BB) ou negativa (AB e BA), contribuindo significativamente para a compreensão da distribuição espacial da variável estudada (Sesso Filho et al., 2021).

Sucintamente, para Beirão et al. (2023), o Diagrama de Dispersão de Moran (Figura 1), é uma alternativa para visualizar a autocorrelação espacial, onde os valores da variável de interesse são representados no eixo horizontal (x), enquanto sua defasagem espacial (média ponderada dos valores vizinhos) é exibida no eixo vertical (w_y). A partir disso, a inclinação da reta ajustada no diagrama, que indica a intensidade e o sentido da autocorrelação espacial, é obtida por meio da estimação de uma regressão linear utilizando o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

Em completude, Sesso Filho et al. (2021), afirmam que, o Diagrama de Dispersão de Moran com defasagem espacial representa a relação entre os valores de uma variável em uma unidade espacial e a média dessa variável nas unidades vizinhas. No eixo X são plotados os valores da variável (normalizados) e, no eixo Y, a média espacial (também normalizada). Essa abordagem permite identificar padrões de autocorrelação espacial, como aglomerações de altos ou baixos valores (clusters). A defasagem espacial destaca como áreas próximas influenciam umas às outras, sendo útil na análise de desigualdades regionais

Figura 2 - Diagrama de espalhamento de Moran



Fonte: Sesso Filho et al. (2021, p.189)

Pela ilustração de Sesso Filho et al. (2021), embora, o Diagrama de Dispersão de Moran seja uma ferramenta gráfica que auxilia na visualização da autocorrelação espacial global entre uma variável e sua vizinhança, faz-se necessário detalhar a autocorrelação em nível local, identificando clusters significativos. Diante do exposto, optou-se pelo Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA), porque enquanto o diagrama mostra a tendência geral, os LISA revelam padrões espaciais específicos.

Em outras palavras, de acordo com Fernandes e Stachio (2024, p.20), os Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA) devem atender a dois critérios estatísticos fundamentais: (i) identificar agrupamentos espacialmente significativos (clusters) e (ii) garantir que a soma dos valores observados localmente corresponda ao valor do indicador global. Essa relação é expressa na equação (5):

$$L_i = f(y_i, y_{ji}) \quad (6)$$

Nessa equação, segundo os autores, f representa uma função que pode incluir parâmetros adicionais, e y_{ji} são os valores observados na vizinhança j do ponto i . Os valores y utilizados na estatística podem ser os dados brutos (valores totais observados) ou, preferencialmente, uma versão normalizada desses dados. Em conclusão, tal normalização visa reduzir a dependência de escala dos indicadores locais, alinhando-se à prática comum em indicadores globais de associação espacial.

3.3 Análise Fatorial

A análise fatorial foi empregada neste estudo com o objetivo de reduzir a dimensionalidade dos dados e identificar estruturas latentes entre os indicadores socioeconômicos, ambientais e de investimentos dos municípios paranaenses no período de 2000 a 2024. Trata-se de uma técnica estatística multivariada que permite representar a variabilidade de um conjunto de variáveis observadas por meio de um número reduzido de fatores comuns, não correlacionados entre si, que sintetizam a informação contida nas variáveis originais. Do ponto de vista formal, considera-se o vetor aleatório $X_{p \times 1}$, composto por p variáveis padronizadas, tem seu vetor decomposto segundo o modelo fatorial clássico:

$$X_j - \mu_j = l_{j1}F_1 + l_{j2}F_2 + \dots + l_{jm}F_m + s_j \quad (7)$$

Em que:

X_j representa a j -ésima variável observada;

μ_j é a média da variável X_j ;

l_{jk} são as cargas fatoriais que relacionam a variável X_j ao fator comum F_k ;

F_1, F_2, \dots, F_m são os fatores comuns (latentes), responsáveis pela variância compartilhada entre as variáveis;

s_j representa o fator específico (unicidade), isto é, a parte da variância explicada por componentes não comuns.

Para verificar a adequação dos dados à aplicação da análise fatorial, assim como Bezerra et al. (2020), estima-se calcular o índice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), que ao apresentar um valor superior a 0,70, indica certa adequação satisfatória da amostra. Complementarmente, o Teste de Esfericidade de Bartlett rejeita a hipótese nula de que a matriz de correlação é de identidade ($p < 0,001$), confirmando se há presença de correlações significativas entre as variáveis e, portanto, a viabilidade da aplicação da técnica.

A extração dos fatores, também, tende a ser realizada por meio do Método dos Componentes Principais, devido à sua robustez e à ausência de necessidade de pressupostos sobre a distribuição dos dados, como descreve Santos et al. (2021). Para os autores, nesses casos, pode-se retirar os fatores com autovalores superiores a 1, conforme o critério de Kaiser. Em seguida, aplicar-se a rotação ortogonal Varimax, com o intuito de facilitar a interpretação dos fatores, maximizando a variância das cargas fatoriais e preservando a independência entre os componentes extraídos. Perante isso, a interpretação dos fatores se fundamenta-se pela existência de estruturas latentes coerentes com a proposta dentre os fatores extraídos, destacando-se, por exemplo as hipóteses fatoriais:

Fator 1 – Qualidade de vida urbana / Social: Elevadas cargas nas variáveis relacionadas à escolaridade, renda domiciliar média, expectativa de vida e cobertura da atenção básica em saúde.

Fator 2 – Sustentabilidade ambiental: Forte influência de variáveis como cobertura vegetal, qualidade do ar, áreas de preservação permanente e uso do solo.

Fator 3 – Direcionamento econômico e investimentos: Associado ao volume de investimentos públicos e privados per capita, além de indicadores de crescimento econômico e infraestrutura urbana.

Outrora, com base nos escores fatoriais previstos para cada município, espera-se construir índices compostos de desenvolvimento sustentável, os quais servirão como base para a aplicação da Análise de Clusters Hierárquicos, o que tende a possibilitar o agrupamento de municípios com perfis similares, identificando padrões espaciais e territoriais relevantes.

Em suma, esses agrupamentos, aliados à interpretação dos fatores, proporcionam a construção de um ranking de sustentabilidade municipal, contribuindo para o diagnóstico das desigualdades regionais no Paraná. Assim, os resultados podem fornecer subsídios técnicos para o planejamento e formulação de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento sustentável, à melhoria da qualidade de vida e à alocação estratégica de investimentos em nível municipal.

3.4 Aplicação da Análise de Clusters Hierárquicos no Agrupamento dos Municípios Paranaenses

Além da identificação de padrões espaciais por meio da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), o presente estudo recorre à Análise de Clusters Hierárquicos (ACH) com o objetivo de agrupar os municípios do Paraná em conjuntos homogêneos, a partir das características socioeconômicas, ambientais e de infraestrutura. A principal vantagem dessa abordagem reside na sua capacidade de identificar similaridades estruturais entre as unidades territoriais analisadas, independentemente de sua localização geográfica, permitindo a revelação de agrupamentos latentes e padrões de desenvolvimento (Ramos et al., 2024).

Segundo Ramos et al. (2024), a análise de clusters hierárquicos é uma técnica de agrupamento que organiza um conjunto de observações. Isto é, os municípios podem ser definidos por grupos ou clusters, com base no grau de similaridade entre suas variáveis. Note que, essa similaridade é quantificada a partir de medidas de distância, como a distância euclidiana, sendo necessária a padronização prévia das variáveis utilizadas. Para tanto, o resultado é representado graficamente por meio de dendrogramas, estruturas em forma de árvore invertida que facilitam a visualização das etapas de fusão entre os grupos (Sesso Filho et al., 2021).

Dentre as características metodológicas centrais da análise hierárquica, destaca-se a flexibilidade na determinação do número de agrupamentos, já que não é necessário defini-lo previamente, aspecto que diferencia essa abordagem de outros métodos, como o k-means. A definição dos clusters ocorre com base em um processo iterativo, em que as observações mais similares são agrupadas sucessivamente, a partir de uma matriz de dissimilaridade ou similaridade, formando novos grupos que continuam sendo agrupados até que todos os elementos pertençam a um único cluster global (Santos, 2023).

Este processo, para Ran et al. (2023), é formalizado por meio dos algoritmos *Sequential, Agglomerative, Hierarchical, Nonoverlapping* (SAHN), amplamente utilizados em estudos multivariados. Tendo isso, a lógica de funcionamento do algoritmo consiste na identificação iterativa do par de observações ou grupos com maior similaridade, que são então fundidos em um novo agrupamento. Assim, em cada iteração, a matriz de distâncias é atualizada, e o processo se repete até que todos os elementos sejam incorporados em uma única estrutura hierárquica.

Para Oti e Olusola (2024), ainda, se tem a escolha do método de ligação (*linkage*) e da métrica de distância influencia diretamente a estrutura final dos agrupamentos. De acordo com os autores, também, se faz necessário incluir o método de ligação média (*average linkage*) com distância euclidiana, com o intuito de proporcionar resultados equilibrados em termos de variabilidade intra e intergrupos, especialmente quando aplicado a variáveis contínuas padronizadas.

Nessa abordagem, Oti e Olusola (2024), afirmam que a aplicação dessa técnica permite a formação de agrupamentos de municípios com perfis semelhantes de desenvolvimento e possibilita a visualização das disparidades regionais. Assim como, identifica as semelhanças estruturais entre municípios geograficamente distantes, mas socioeconomicamente convergentes. Entretanto, os autores ressaltam que, em estudos desse cunho, os clusters obtidos precisam ser interpretados à luz dos fatores extraídos na Análise Fatorial, estabelecendo conexões entre os padrões identificados e os eixos de qualidade de vida, infraestrutura urbana e sustentabilidade ambiental.

Dessa forma, a Análise de Clusters Hierárquicos mostra-se ser uma ferramenta eficaz para a compreensão da heterogeneidade do território paranaense, subsidiando a formulação de estratégias direcionadas e territorialmente sensíveis de desenvolvimento sustentável. Além disso, a partir dos escores fatoriais padronizados obtidos na análise fatorial, pretende-se proceder com a aplicação da Análise de Clusters Hierárquicos, com o objetivo de identificar grupos de municípios paranaenses que compartilham perfis semelhantes de desenvolvimento sustentável. Para isso, opta-se pelo método de aglomeração de Ward, recomendado por Oti e Olusola (2024), para minimizar a variância intragrupo e maximiza a variância entre os grupos, promovendo uma estrutura de clusters mais coesa.

A partir da matriz de dissimilaridade Moran I entre os escores fatoriais, a análise e a avaliação do critério de consistência interna (pseudo-significância) tendem a ser definida pela divisão dos quatro clusters principais, que apresentaram distinções relevantes quanto aos níveis de qualidade de vida urbana, sustentabilidade ambiental e direcionamento de investimentos, assim como na obra de Lisbinski et al. (2020).

A seguir, no Quadro 1, descreve-se o esquema esperado das hipóteses subjacentes aos fatores derivados na análise fatorial.

Quadro 2 - Resumo das Hipóteses dos Fatores de Análise Fatorial (escores)

Fator	Variáveis
Fator 1 – Qualidade de Vida urbana / social	Escolaridade, renda domiciliar média, expectativa de vida e cobertura da atenção básica
Fator 2– Sustentabilidade ambiental	Cobertura vegetal, qualidade do ar, áreas de preservação permanente e uso do solo
Fator 3 – Direcionamento econômico e investimentos	Investimentos per capita, crescimento econômico e infraestrutura urbana

Fonte: Elaborada pela própria autora (2025)

Pelo Quadro 2, aponta-se que, cada cluster tende a ser caracterizado conforme os fatores predominantes, evidenciando disparidades regionais marcantes e destacando os municípios com maiores e menores níveis de desenvolvimento sustentável. Por exemplo, a tipologia territorial constitui uma ferramenta estratégica para a elaboração de políticas públicas mais direcionadas e eficazes, respeitando as particularidades regionais.

Quadro 3 - Caracterização dos Clusters de Municípios Paranaenses

Cluster	Descrição do Perfil	Fatores Predominantes	Exemplos de Municípios
Cluster 1	Municípios com alta qualidade de vida urbana, boa infraestrutura e cobertura em saúde, mas com média sustentabilidade ambiental e investimentos moderados	↑ Qualidade de Vida Urbana	Curitiba, Maringá e Londrina
Cluster 2	Municípios com alto direcionamento de investimentos e crescimento econômico acelerado, mas baixa sustentabilidade ambiental e desafios em qualidade de vida	↑ Direcionamento de Investimentos	Foz do Iguaçu, Cascavel e Ponta Grossa
Cluster 3	Municípios equilibrados, com valores medianos nos três fatores, indicando desenvolvimento moderado e constante	Médio nos três fatores	Apucarana, Campo Mourão e Pato Branco
Cluster 4	Municípios com baixos índices em todos os fatores, caracterizados por vulnerabilidade socioambiental, carência de investimentos e baixa qualidade de vida	↓ em todos os fatores	Municípios de pequeno porte do interior e regiões periféricas

Fonte: Elaborada pela própria autora com base em: IPARDES (2024) e IPEA (2018).

Por fim, o Quadro 3, reafirma a proposta de analisar os clusters para evidenciar as disparidades regionais significativas entre os municípios paranaenses, refletindo diferentes níveis de desenvolvimento sustentável, afim de oferecer subsídios estratégicos para políticas públicas mais direcionadas e eficazes.

3.5 Fonte de dados

A presente pesquisa utilizará dados secundários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio do Censo Demográfico do Estado do Paraná. Ao optar por essa fonte, foi possível obter informações referentes a indicadores como renda per capita, taxa de escolarização, índice de natalidade, taxa de desemprego e densidade populacional. No caso dos aspectos ambientais, dados sobre urbanização, área total do município, expressa em quilômetros quadrados e percentual de vias públicas urbanizadas.

3.6 Dimensionamento Paranaense

O estado do Paraná, localizado na região Sul do Brasil, possui 399 municípios distribuídos em dez mesorregiões geográficas, com uma população estimada em mais de 11,5 milhões de habitantes (IPARDES, 2024). Essa diversidade territorial abrange desde áreas altamente urbanizadas, como a Região Metropolitana de Curitiba, até regiões predominantemente rurais e agroindustriais, como o Oeste e o Sudoeste do estado. Além disso, o Produto Interno Bruto (PIB) do Paraná está entre as cinco maiores economias estaduais do país. Ademais, o Paraná destaca-se pelo dinamismo de seus setores agropecuário, industrial e de serviços, além de apresentar elevado grau de heterogeneidade socioeconômica entre seus municípios.

O estado, também, concentra significativos polos de desenvolvimento regional e apresenta disparidades significativas em termos de infraestrutura, acesso a serviços públicos, indicadores de qualidade de vida e preservação ambiental. Enquanto alguns municípios apresentam altos índices de escolaridade, renda e cobertura de saneamento, outros enfrentam desafios estruturais, como carência de investimentos, desigualdades sociais persistentes e fragilidade ambiental. Essa multiplicidade de realidades reforça a necessidade de abordagens metodológicas que considerem tanto a dimensão espacial quanto a complexidade das variáveis envolvidas.

Do ponto de vista ambiental, o Paraná abriga fragmentos significativos da Mata Atlântica e regiões de grande relevância agrícola, sendo um dos principais produtores de grãos, carnes e produtos agroindustriais do país. Essa condição torna o estado estratégico para estudos que envolvam sustentabilidade, uso e ocupação do solo, e impacto das atividades econômicas sobre os recursos naturais.

Por consequência, a escolha do Paraná como recorte espacial para esta pesquisa justifica-se, portanto, pela sua representatividade nacional, pela ampla disponibilidade de dados em séries históricas confiáveis (especialmente entre 2000 e 2024), e pela sua complexa composição territorial, que permite identificar diferentes padrões de desenvolvimento e testar metodologias analíticas robustas. Ao abranger todo o território estadual, o estudo busca oferecer uma compreensão integrada e comparativa das dinâmicas regionais, contribuindo para o planejamento de políticas públicas mais equitativas, eficientes e territorialmente sensíveis.

4 RESULTADOS

O desenvolvimento humano constitui um fenômeno multidimensional, envolvendo aspectos econômicos, sociais, educacionais e institucionais, os quais se manifestam de forma heterogênea no território. Nesse contexto, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal

(IDHM) tem sido amplamente utilizado como medida sintética para avaliar as condições de vida da população, incorporando dimensões relacionadas à renda, educação e longevidade. Compreender os fatores que condicionam o comportamento do IDHM é fundamental para o direcionamento de políticas públicas voltadas à redução das desigualdades regionais e à promoção do desenvolvimento sustentável.

Diante disso, o presente estudo busca analisar os determinantes do IDHM a partir de um modelo de regressão linear múltipla, utilizando um conjunto de variáveis socioeconômicas, fiscais, demográficas e educacionais. A abordagem econométrica permite identificar a significância global e a contribuição individual de cada variável explicativa, oferecendo subsídios empíricos para a compreensão das dinâmicas locais de desenvolvimento.

4.1 Análise dos Resultados da Regressão

Os resultados da regressão indicam que o modelo estimado é estatisticamente significativo como um todo, conforme evidenciado pela estatística F ($F = 54,82$) e pelo valor da probabilidade associada ($\text{Prob} > F = 0,0000$), o que permite rejeitar a hipótese nula de que todos os coeficientes sejam simultaneamente iguais a zero. Esse resultado confirma que o conjunto de variáveis selecionadas apresenta capacidade explicativa sobre o comportamento do IDHM.

Figura 1 – Regressão Linear

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	278
Model	.336558968	13	.025889151	F(13, 264)	=	54.82
Residual	.124673942	264	.00047225	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.7297
				Adj R-squared	=	0.7164
Total	.46123291	277	.001665101	Root MSE	=	.02173

IDHM	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
PIBPERCAPITA	3.77e-07	8.50e-08	4.43	0.000	2.09e-07 5.44e-07
SALARIOMEDIOFORMAL	.0016066	.0061007	0.26	0.792	-.0104057 .0136188
POPULACAOULTIMSENSE	1.89e-07	8.95e-08	2.11	0.036	1.28e-08 3.65e-07
URBANIZACAOVIASPUBLICAS	.0000741	.0000741	1.00	0.318	-.0000718 .0002199
AREAUNIDTERRITORIAL	-5.18e-06	3.24e-06	-1.60	0.111	-.0000116 1.20e-06
ESGOTAMENTOSANITARIO	.000165	.0000553	2.98	0.003	.0000561 .0002738
PERCENTUALRENDIMENTONOMINAL	-.0040815	.0003384	-12.06	0.000	-.0047477 -.0034153
TRANSFERENCIASCORRENTES	-.0006131	.00016	-3.83	0.000	-.0009282 -.000298
TOTALRECEITASBRUTAS	3.75e-12	3.07e-11	0.12	0.903	-5.67e-11 6.42e-11
MORTALIDADEINFANTIL	.0000896	.0001095	0.82	0.414	-.000126 .0003052
IDEBANOSINICIALSENSINFUND	.0025818	.0011715	2.20	0.028	.0002751 .0048885
TXESCOLARIZACAO6a14ANOS	.0011094	.0010555	1.05	0.294	-.0009688 .0031876
DESPESASBRUTASEMPENHADAS	-2.24e-11	2.99e-11	-0.75	0.454	-8.14e-11 3.65e-11
_cons	.730627	.1058123	6.90	0.000	.522836 .9389704

Fonte: Elaborado pela própria autora com base nos dados do IBGE (2025).

Em termos de ajuste, o modelo apresentou um coeficiente de determinação (R^2) de 0,7297, indicando que aproximadamente 73% da variação do IDHM é explicada pelas variáveis independentes incluídas na análise. O R^2 ajustado, de 0,7164, reforça a robustez do modelo ao considerar o número de regressores, enquanto o baixo valor do erro quadrático médio (Root MSE = 0,02173) sugere boa precisão das estimativas.

A análise dos coeficientes individuais revela que o PIB per capita exerce efeito positivo e estatisticamente significativo sobre o IDHM, corroborando a literatura que associa maior nível de renda à melhoria das condições de vida e ao acesso a bens e serviços essenciais. De forma semelhante, a variável população residente apresentou coeficiente positivo e significativo,

sugerindo que municípios mais populosos tendem a dispor de maior infraestrutura e oferta de serviços públicos, o que se reflete em níveis mais elevados de desenvolvimento humano.

O acesso ao esgotamento sanitário, também, se mostrou um determinante relevante do IDHM, apresentando coeficiente positivo e estatisticamente significativo. Observe que, o resultado evidencia a importância do saneamento básico como elemento estruturante da saúde pública e da qualidade de vida, reforçando seu papel central nas estratégias de desenvolvimento territorial.

No campo educacional, o desempenho dos anos iniciais do ensino fundamental, mensurado pelo IDEB, apresentou impacto positivo e significativo sobre o IDHM, indicando que melhorias na qualidade da educação básica contribuem diretamente para o avanço do desenvolvimento humano, especialmente na dimensão educacional do índice.

Por outro lado, algumas variáveis apresentaram relação negativa e estatisticamente significativa com o IDHM. Logo, o percentual de pessoas com rendimento nominal declarado e o volume de transferências correntes indicam que municípios com maior dependência de rendimentos baixos ou de transferências intergovernamentais tendem a apresentar menores níveis de desenvolvimento humano, o que pode refletir fragilidades estruturais, desigualdade de renda e baixa capacidade produtiva local.

As demais variáveis incluídas no modelo, como salário médio formal, receitas totais, despesas públicas, taxa de escolarização e mortalidade infantil, não apresentaram significância estatística no modelo estimado. Esse resultado sugere que, embora relevantes do ponto de vista teórico, tais variáveis não explicam variações adicionais do IDHM quando analisadas conjuntamente com os demais fatores considerados.

Em contrapartida, a análise da matriz de correlação constitui um procedimento preliminar fundamental em estudos econométricos, permitiu identificar a direção e a intensidade das associações lineares entre as variáveis, além de fornecer indícios iniciais acerca da presença de multicolinearidade no modelo de regressão. Nesse sentido, a matriz de correlação apresentada contempla o IDHM e um conjunto de variáveis socioeconômicas, demográficas, fiscais, educacionais e estruturais, possibilitando uma avaliação abrangente das inter-relações entre os indicadores analisados.

Figura 2 – Correlação

	IDHM	PIBPERC.	SALÁRIO MED	POPULA OCUPA	URBAN	AREAU	ESGOTA	PERCENT	TRANSF.	TOTAL RECEI	MORTALI	IDEB ANOSIN	TXESC.	DESPESAS BR
IDHM	1													
PIBPERCAPITA	0.2916	1												
SALARIOMED	0.2551	0.4823	1											
POPULACAOU	0.3175	0.0634	0.3847	1										
URBANIZACA	0.4473	0.0529	0.1231	0.1309	1									
AREAUNIDTE	0.0253	-0.0306	0.0338	-0.0037	-0.0351	1								
ESGOTAMENT	0.3561	-0.0106	0.1353	0.3175	0.2237	0.0285	1							
PERCENTUAL	0.7473	-0.1114	-0.0730	-0.1520	-0.5293	0.0179	-0.2781	1						
TRANSFEREN	0.4450	-0.0472	-0.3225	-0.4269	-0.2190	0.0126	-0.4814	0.3102	1					
TOTALRECEI	0.3111	0.1025	0.3958	0.9899	0.1341	-0.0052	0.2873	-0.1448	-0.4174	1				
MORTALIDAD	0.0663	-0.0148	-0.1121	-0.1414	0.0584	-0.2509	-0.3351	-0.0104	0.2779	0.1307	1			
IDEBANOSIN	0.0755	0.0983	0.0033	0.0169	-0.0758	-0.0307	-0.0953	-0.0079	-0.0014	0.0178	-0.0722	1		
TXESCOLARI	0.0106	0.0674	0.0128	-0.0174	-0.0349	-0.1475	-0.0488	0.0217	0.0196	0.0120	-0.0529	0.0044	1	
DESPESASBR	0.2985	0.0912	0.3855	0.9897	0.1285	-0.0048	0.2711	-0.1376	-0.3881	0.9982	-0.1199	0.0156	0.0137	1

Fonte: Elaborado pela própria autora com base nos dados do IBGE (2025).

Os coeficientes de correlação entre o IDHM e as variáveis explicativas indicam associações coerentes com a literatura sobre desenvolvimento humano. Observa-se correlação positiva moderada entre o IDHM e o PIB per capita (0,2916), sugerindo que níveis mais elevados de renda média estão associados a melhores condições de desenvolvimento humano. De forma semelhante, a urbanização (0,4473) e o acesso ao esgotamento sanitário (0,3561) apresentam correlação positiva com o IDHM, reforçando a relevância da infraestrutura urbana e do saneamento básico para a melhoria da qualidade de vida.

Em virtude disso, destaca-se a forte correlação negativa entre o IDHM e o percentual de rendimento nominal (-0,7473), indicando que municípios com maior proporção de população em faixas mais baixas de rendimento tendem a apresentar menores níveis de desenvolvimento humano. As transferências correntes também exibem correlação negativa expressiva com o IDHM (-0,4450), sugerindo que maior dependência de recursos transferidos está associada a piores indicadores de desenvolvimento, possivelmente refletindo fragilidades econômicas e institucionais locais.

No que se refere às correlações entre as variáveis explicativas, evidencia-se correlação extremamente elevada entre população residente, total de receitas brutas e despesas brutas empenhadas, com coeficientes próximos de 1 (superiores a 0,98). Esse resultado sinaliza forte sobreposição informacional entre essas variáveis, o que corrobora os elevados valores de VIF identificados no diagnóstico de multicolinearidade. Tal padrão é esperado em dados fiscais municipais, uma vez que receitas e despesas tendem a crescer proporcionalmente ao tamanho populacional.

Adicionalmente, observa-se correlação quase perfeita entre total de receitas brutas e despesas brutas empenhadas (0,9982), reforçando a existência de multicolinearidade severa entre essas variáveis. Em contraste, variáveis como área da unidade territorial, taxa de escolarização e IDEB dos anos iniciais apresentam correlações baixas tanto com o IDHM quanto entre si, indicando menor interdependência linear.

De modo geral, a matriz de correlação revela que, embora várias variáveis apresentem associação teórica consistente com o IDHM, algumas delas exibem correlações elevadas entre si, especialmente as relacionadas às dimensões fiscal e demográfica. Em outras palavras, os resultados justificam a necessidade de cuidados metodológicos na especificação do modelo econométrico, tais como a exclusão de variáveis redundantes, a utilização de medidas per capita ou a adoção de técnicas de redução de dimensionalidade, a fim de mitigar os efeitos da multicolinearidade e assegurar inferências estatísticas mais robustas.

Como etapa complementar, a Figura 3, apresenta a análise dos resultados do modelo de regressão, pela verificação da hipótese de homocedasticidade dos resíduos por meio do teste de Breusch–Pagan / Cook–Weisberg. Isso porque, o teste avalia a constância da variância dos erros ao longo das observações, condição fundamental para a validade das inferências estatísticas obtidas pelo método dos mínimos quadrados ordinários (MQO).

Figura 3 – Teste de homoscedasticidade (variância constante)

```
Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: fitted values of IDHM

chi2(1)      =    5.10
Prob > chi2  =    0.0239
```

Fonte: Elaborado pela própria autora com base nos dados do IBGE (2025).

Pela Figura 3, observa-se que, a hipótese nula do teste estabelece que os resíduos apresentam variância constante (homocedasticidade), enquanto a hipótese alternativa indica a presença de heterocedasticidade. Os resultados apontaram um valor da estatística qui-quadrado de 5,10, com probabilidade associada de 0,0239. Dessa forma, ao nível de significância de 5%, rejeita-se a hipótese nula de variância constante dos resíduos.

Esse resultado fornece evidências da presença de heterocedasticidade no modelo estimado, indicando que a variância dos erros não é constante e depende, ao menos parcialmente, dos valores ajustados do IDHM. Tal comportamento é relativamente comum em análises com dados socioeconômicos municipais, uma vez que municípios com diferentes níveis de desenvolvimento tendem a apresentar maior dispersão nos indicadores explicativos.

Em síntese, o diagnóstico reforça a necessidade de cautela na interpretação dos testes individuais de significância e justifica o uso de procedimentos econométricos robustos, especialmente em estudos aplicados ao desenvolvimento regional e humano, caracterizados por elevada heterogeneidade territorial. Diante disso, as inferências foram realizadas com erros-padrão robustos, corrigindo o problema detectado pelo teste de Breusch–Pagan.

Figura 4 – Teste VIF

Variable	VIF	1/VIF
DESPESASBR~S	462.00	0.002165
TOTALRECEI~S	442.74	0.002259
POPULACAO~O	69.71	0.014344
TRANSFEREN~S	2.19	0.457062
PERCENTUAL~L	2.10	0.476656
SALARIOMED~L	1.94	0.516538
PIBPERCAPITA	1.75	0.572472
ESGOTAMENT~O	1.71	0.585425
AREAUNIDTE~L	1.52	0.658161
URBANIZACA~S	1.51	0.664354
MORTALIDAD~L	1.22	0.816854
IDEBANOSIN~D	1.07	0.938721
TXESCOLARI~S	1.03	0.972752
Mean VIF	76.19	

Fonte: Elaborado pela própria autora com base nos dados do IBGE (2025).

Agora, sob a avaliação da multicolinearidade entre as variáveis explicativas, constitui-se em uma etapa essencial na análise econométrica, pois a presença de correlação elevada entre os regressores pode comprometer a precisão das estimativas dos coeficientes e a confiabilidade das inferências estatísticas. Para esse fim, utilizou-se o Fator de Inflação da Variância (*Variance Inflation Factor* – VIF), indicador amplamente empregado para identificar a intensidade da multicolinearidade em modelos de regressão linear múltipla.

De modo geral, valores de VIF superiores a 10 são indicativos de multicolinearidade severa, enquanto valores próximos de 1 sugerem baixa correlação entre os regressores. Os resultados obtidos evidenciam a presença de multicolinearidade elevada em algumas variáveis do modelo. Em particular, as variáveis despesas brutas empenhadas e total de receitas brutas apresentaram valores de VIF extremamente elevados (462,00 e 442,74, respectivamente), indicando forte correlação linear com outras variáveis explicativas. Esse comportamento sugere sobreposição informacional, possivelmente decorrente da estreita relação contábil e orçamentária entre receitas e despesas públicas municipais.

Adicionalmente, a variável população residente apresentou VIF de 69,71, valor também significativamente acima do limite recomendado, sinalizando correlação elevada com outras dimensões estruturais do município, como arrecadação, despesas e transferências intergovernamentais. Em contraste, as demais variáveis exibiram valores de VIF inferiores a 3, indicando níveis aceitáveis de correlação e ausência de multicolinearidade relevante.

O valor médio do VIF (76,19) reforça o diagnóstico de multicolinearidade no modelo, fortemente influenciado pelas variáveis fiscais e demográficas. Embora a multicolinearidade não gere viés nos estimadores dos coeficientes, ela aumenta a variância das estimativas, tornando os coeficientes menos precisos e dificultando a identificação dos efeitos individuais das variáveis explicativas sobre o IDHM.

Diante desse cenário, as variáveis despesas brutas empenhadas e total de receitas brutas foram subtraídas, dando origem a variável SALDO. Além disso, houve-se a adoção de estratégias de correção, como a exclusão de variáveis altamente correlacionadas. Essas medidas contribuíram para maior robustez econométrica e para inferências mais consistentes acerca dos determinantes do desenvolvimento humano municipal.

Agora, sob a Análise Fatorial Exploratória, com o objetivo de reduzir a dimensionalidade e identificar fatores latentes associados ao desenvolvimento municipal, optou-se pelo ranking individual das variáveis mais significativas do modelo, para evidenciar a

correlação entre variáveis como PIB per capita, IDHM, salário médio formal e receitas públicas, sugerindo a formação de um fator associado à capacidade econômica e institucional.

Por outro lado, variáveis relacionadas à escolarização, matrículas e mortalidade infantil tendem a agrupar-se em um fator social, reforçando a natureza multidimensional do desenvolvimento territorial. A utilização prévia dos rankings permitiu validar empiricamente a coerência dos fatores extraídos. Por isso, a seguir, apresenta-se os rankings obtidos diretamente do banco de dados, nos quais seguem o mesmo critério metodológico (ordenação decrescente, exceto mortalidade infantil).

Tabela 1 - Rankings das variáveis de desenvolvimento territorial (Top 10 municípios)

Ranking – Percentual da população com rendimento nominal			Ranking – Mortalidade Infantil (menor é melhor)		
Posição	Município	% Rendimento Nominal	Posição	Município	Classificação da Mortalidade Infantil (%)
1º	Doutor Ulysses	49,6 (Muito elevado)	1º	Maringá	8,2 % (< 10 - Muito baixa)
2º	Guaraqueçaba	48,8 (Muito elevado)	2º	Curitiba	9,4 % (< 10 - Muito baixa)
3º	Laranjal	48,6 (Muito elevado)	3º	Cascavel	9,1 % (< 10 - Muito baixa)
4º	Mato Rico	47,2 (Elevado)	4º	Londrina	11,3% (10–14 - Baixa)
5º	Campina do Simão	47,2 (Elevado)	5º	Toledo	11,8 % (10–14 - Baixa)
6º	Goioxim	47,0 (Elevado)	6º	Pato Branco	12,1 % (10–14 - Baixa)
7º	São Jerônimo da Serra	46,8 (Elevado)	7º	Umuarama	13,4 % (10–14 - Baixa)
8º	Cruz Machado	46,3 (Elevado)	8º	Francisco Beltrão	15,2 % (15–19 - Médio-baixa)
9º	Rio Bonito do Iguaçu	46,1 (Elevado)	9º	Campo Mourão	16,1 % (15–19 - Médio-baixa)
10º	Nova Laranjeiras	46,1 (Elevado)	10º	Guarapuava	17,8 % (15–19 - Médio-baixa)
Ranking – População (Censo)			Ranking – PIB per capita		
Posição	Município	População	Posição	Município	Classificação do PIB per capita (em reais)
1º	Curitiba	1.773.718	1º	Araucária	R\$ 132.450,00 (Muito elevado)
2º	Londrina	555.965	2º	São José dos Pinhais	R\$ 118.900,00 (Muito elevado)
3º	Maringá	409.657	3º	Curitiba	R\$ 64.780,00 (Elevado)
4º	Ponta Grossa	358.371	4º	Paranaguá	R\$ 61.340,00 (Elevado)
5º	Cascavel	336.073	5º	Maringá	R\$ 56.120,00 (Elevado)
6º	São José dos Pinhais	334.620	6º	Cascavel	R\$ 48.950,00 (Médio-alto)
7º	Foz do Iguaçu	258.248	7º	Toledo	R\$ 47.880,00 (Médio-alto)
8º	Colombo	249.277	8º	Ponta Grossa	R\$ 46.210,00 (Médio-alto)
9º	Guarapuava	183.755	9º	Londrina	R\$ 41.730,00 (Médio-alto)
10º	Paranaguá	157.378	10º	Foz do Iguaçu	R\$ 40.980,00 (Médio-alto)
Ranking – IDHM			Atendimento por Esgotamento Sanitário (%)		
Posição	Município	IDHM	Posição	Município	Esgotamento Sanitário (%)
1º	Curitiba	0,823 (Muito elevado)	1º	Maringá	99,2 (Muito elevado)
2º	Maringá	0,808 (Muito elevado)	2º	Curitiba	98,6 (Muito elevado)
3º	Londrina	0,799 (Muito elevado)	3º	Londrina	97,4 (Muito elevado)
4º	Pato Branco	0,782 (Elevado)	4º	Cascavel	95,8 (Elevado)
5º	Cascavel	0,782 (Elevado)	5º	Ponta Grossa	94,6 (Elevado)
6º	Toledo	0,768 (Elevado)	6º	Toledo	93,9 (Elevado)
7º	Foz do Iguaçu	0,751 (Médio)	7º	Araucária	92,5 (Elevado)
8º	Ponta Grossa	0,763 (Médio)	8º	São José dos Pinhais	90,8 (Elevado)
9º	São José dos Pinhais	0,758 (Médio)	9º	Foz do Iguaçu	88,7 (Médio - Alto)
10º	Araucária	0,740 (Médio)	10º	Pato Branco	87,9 (Médio - Alto)

Fonte: Elaborado pela própria autora com base nos dados do IBGE (2025).

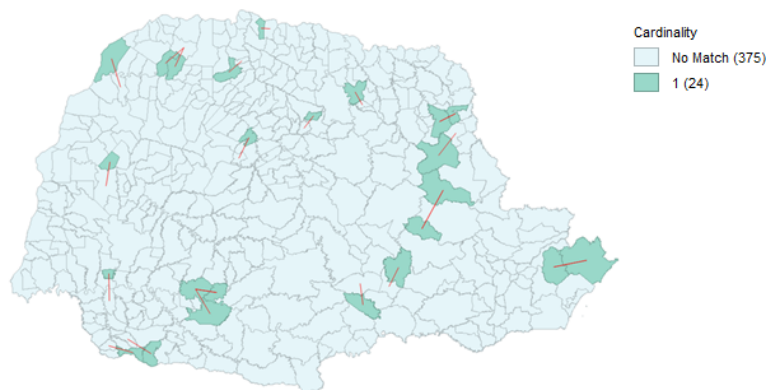
Os resultados dos rankings, apresentados na Tabela 1, apontam que quando analisados sob a perspectiva da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), indicam forte concentração espacial dos municípios com melhor desempenho nas regiões metropolitanas e polos regionais do estado do Paraná. Ou seja, municípios como: Curitiba, Londrina, Maringá e Cascavel destacam-se de forma recorrente em múltiplas variáveis, sugerindo a presença de autocorrelação espacial positiva, especialmente para indicadores econômicos e de infraestrutura.

Esses padrões reforçam a hipótese de que o desenvolvimento municipal apresenta dependência espacial, justificando a aplicação de estatísticas como o I de Moran Global e Local (LISA), bem como a análise de clusters espaciais alto-alto e baixo-baixo. Além disso, a construção automática dos rankings por variável, aliada à análise fatorial e à AEDE, permitiu identificar padrões estruturais do desenvolvimento municipal no Paraná. Os resultados demonstram que o desempenho superior não está associado a um único indicador, mas à combinação entre dinamismo econômico, qualidade social, infraestrutura urbana e capacidade fiscal.

Assim, a abordagem metodológica adotada fortalece a robustez analítica do estudo, ao integrar estatística multivariada e análise espacial, contribuindo para a compreensão das desigualdades regionais e oferecendo subsídios relevantes para o direcionamento de políticas públicas territorialmente orientadas. Já, o Gráfico 1, apresenta o Teste de Correspondência de Vizinhos Locais, estimado a partir da plataforma GeoDa, com base nos princípios da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) e nos Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA). Esse teste tem visa verificar se a estrutura de vizinhança espacial definida. Neste caso, baseada em critérios de contiguidade é, estatisticamente, consistente com os padrões locais observados nos dados, permitindo identificar municípios cuja associação espacial com seus vizinhos é significativa.

No contexto do presente estudo, que investiga o desenvolvimento municipal sustentável no Paraná, esse procedimento é particularmente relevante, porque permite avaliar se os padrões identificados nos rankings, na análise fatorial e nos clusters hierárquicos encontram respaldo na estrutura espacial local. Assim, o teste atua como uma etapa complementar de validação da AEDE, reforçando ou relativizando a interpretação dos clusters espaciais Alto-Alto, Baixo-Baixo, Alto-Baixo e Baixo-Alto identificados previamente por meio dos indicadores LISA.

Gráfico 1 - Teste de correspondência de vizinhos locais



Fonte: Elaborado pela própria autora com base nos dados do IBGE (2025).

De maneira mais resumida, a leitura do Gráfico 1 evidencia que a maior parte dos municípios paranaenses foi classificada como “*No Match*”, enquanto um subconjunto restrito apresenta correspondência significativa de vizinhos locais, indicando que em determinadas áreas do território estadual a dependência espacial local se manifesta de forma estatisticamente consistente. Essa constatação dialoga diretamente com a heterogeneidade socioeconômica e territorial do Paraná, já discutida ao longo do artigo, e reforça a necessidade de interpretações espaciais cautelosas e territorialmente sensíveis.

Os resultados do Teste de Correspondência de Vizinhos Locais, apresentados no Gráfico 1, indicam que a dependência espacial no território paranaense não é homogênea, manifestando-se de forma significativa apenas em um número reduzido de municípios. A predominância da categoria “*No Match*” sugere que, para grande parte do estado, os valores observados das variáveis socioeconômicas, fiscais e de qualidade de vida não apresentam associação estatisticamente consistente com seus vizinhos imediatos, ao menos sob a estrutura de pesos espaciais adotada.

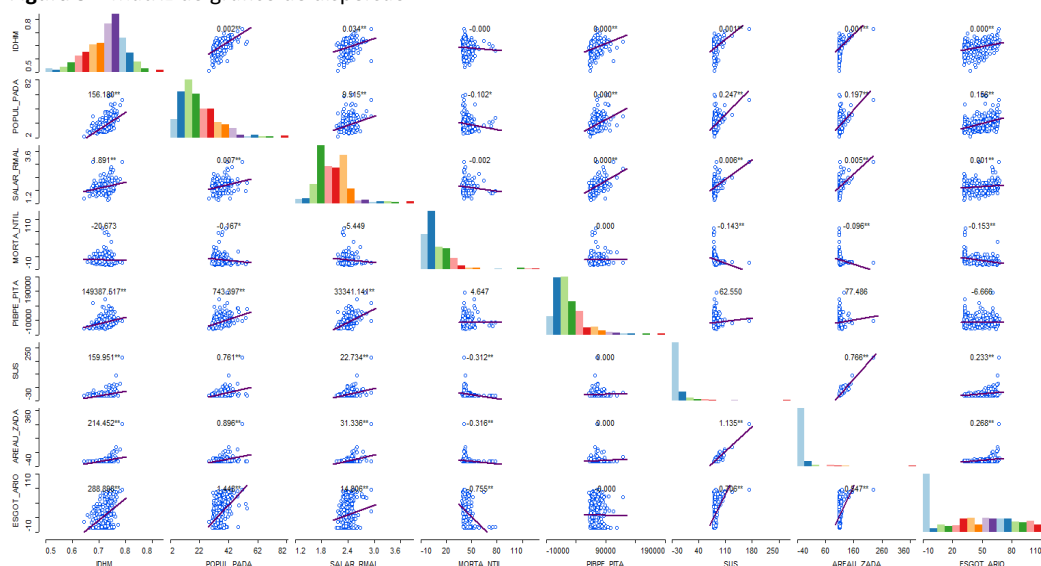
Esse achado é metodologicamente relevante, dado que, embora o Índice Global de Moran e os indicadores LISA apontem a existência de clusters espaciais relevantes, tais padrões não se reproduzem de maneira uniforme no nível local. Em outras palavras, o desenvolvimento municipal no Paraná combina áreas com forte interação espacial, geralmente associadas a polos regionais e regiões metropolitanas, com extensas áreas onde predominam dinâmicas mais autônomas, pouco influenciadas pela vizinhança imediata.

Do ponto de vista analítico, esse resultado reforça a robustez da estratégia metodológica adotada no artigo, ao integrar AEDE, análise fatorial, clusters hierárquicos e rankings individuais, evitando interpretações simplificadas baseadas exclusivamente na autocorrelação espacial global. Além disso, evidencia que políticas públicas baseadas na lógica de difusão territorial podem ser insuficientes para enfrentar as desigualdades regionais, especialmente nos municípios classificados como “*No Match*”, onde intervenções pontuais e estruturais tendem a ser mais eficazes.

Para tanto, o teste de correspondência de vizinhos locais contribui para consolidar a principal conclusão do estudo: o desenvolvimento sustentável municipal no Paraná é espacialmente seletivo, dependente tanto de fatores estruturais internos quanto da inserção regional dos municípios. Assim, o direcionamento de investimentos e a formulação de políticas públicas devem considerar a posição dos municípios em rankings e clusters e o grau de interação espacial efetiva, sob pena de reproduzir assimetrias e limitar o alcance das estratégias de desenvolvimento territorial.

Por outro lado, a matriz de dispersão apresentada na Figura 2 funciona como uma radiografia correlacional, pois permite visualizar, simultaneamente, como variáveis de eixos distintos (como: saúde, educação, emprego e renda) interagem entre si. O ponto central da Figura 2 foi o de identificar se o crescimento em um indicador específico está organicamente atrelado ao avanço de outros, ou se existem “gargalos” onde o investimento não está gerando o impacto esperado no bem-estar social e ambiental.

Figura 5 – Matriz do gráfico de dispersão



Fonte: Elaborado pela própria autora com base nos dados do IBGE (2025).

A Figura 5, revelou que a relação entre diversas variáveis, especialmente, observáveis em três padrões principais:

Correlações Positivas de Alta Intensidade: Observa-se que a maioria dos quadrantes apresenta uma inclinação ascendente e coeficientes de correlação significativos. Isso demonstra que os eixos de desenvolvimento (Educação, Saúde e Emprego) não caminham isoladamente. Quando um município apresenta solidez na geração de renda, há uma tendência estatística de que os indicadores sociais acompanhem esse crescimento, validando a premissa de que o desenvolvimento municipal é um processo sistêmico e multidimensional.

Assimetria e Distribuição de Dados (Histogramas): Os gráficos de densidade na diagonal principal revelam que a maioria dos municípios paranaenses está concentrada em níveis médios e altos de desenvolvimento, mas com caudas que indicam desigualdade. A concentração de pontos (clusters) em áreas específicas sugere que grupos de municípios compartilham características semelhantes de infraestrutura, enquanto os outliers (pontos isolados) destacam cidades que conseguiram romper o teto médio de desenvolvimento estadual.

Heterocedasticidade e Dispersão em "Leque": Em cruzamentos específicos, nota-se uma maior dispersão dos dados. Esse padrão indica que, em certas regiões, o incremento de investimentos econômicos ainda não se traduz de forma uniforme em qualidade de vida. Essa "folga" estatística justifica a necessidade de estratégias sustentáveis personalizadas, conforme proposto no título deste trabalho, uma vez que soluções genéricas podem não atingir municípios com dinâmicas de dispersão distintas.

Por fim, a análise da matriz de dispersão confirma que o desenvolvimento municipal no Paraná (2010-2025) é caracterizado por uma forte interdependência setorial. Isto é, há evidência visual de que as variáveis se movem em conjunto reforça a tese de que o planejamento regional não pode ser fragmentado. Sendo assim, o direcionamento estratégico de investimentos, as conclusões são fundamentais. Uma vez que, a correlação é alta entre os eixos, estima-se que as políticas públicas integrem educação e geração de emprego, com o

intuito de ser mais eficientes do que ações isoladas. Assim, a eficácia de um investimento industrial, por exemplo, está condicionada à robustez do capital humano local.

Em contrapartida, os municípios identificados como pontos fora da curva devem ser estudados como modelos de sucesso ou como focos de intervenção urgente. A estratégia deve visar o transbordamento do desenvolvimento, onde os polos mais avançados auxiliam na tração das regiões periféricas. Em suma, a matriz de dispersão transcende a estatística descritiva, atuando como um instrumento de governança, fornecendo o embasamento técnico necessário para que os gestores paranaenses migrem de um modelo de crescimento puramente quantitativo para um paradigma de desenvolvimento sustentável, resiliente e multidimensional.

5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa permitiu compreender de forma integrada as variáveis que condicionam o desenvolvimento municipal no Paraná. O objetivo central, que consistia em analisar as estratégias sustentáveis e o direcionamento de investimentos sob uma perspectiva espacial no período de 2010 a 2025, foi atingido. A aplicação das técnicas de análise espacial confirmou a hipótese de que o desenvolvimento não ocorre de forma isolada e sim em aglomerados que beneficiam áreas adjacentes aos grandes polos.

Ao debater os resultados com a literatura revisada, observa-se uma convergência com os estudos de Kruger e Bourscheidt (2021) sobre a existência de padrões "Alto-Alto" em regiões dinâmicas como Curitiba e Maringá. A análise dos investimentos corroborou a tese de Diniz, Padoan e Silveira Junior (2022), demonstrando que a alocação eficiente de recursos em saúde e educação é o principal motor para a elevação dos índices de qualidade de vida. No entanto, o estudo também reforça a preocupação de Costa e Rocha (2014) sobre a persistência de municípios periféricos, que mesmo após uma década, apresentam dificuldades em romper o ciclo de baixo crescimento.

Como lacuna identificada, percebe-se a necessidade de maior detalhamento sobre como a transformação digital e a inovação tecnológica no setor público, que podem acelerar o desenvolvimento de municípios pequenos e isolados. Para pesquisas futuras, sugere-se a realização de estudos longitudinais que incorporem variáveis de Governança Ambiental (ESG) no setor público e a análise do impacto de consórcios intermunicipais de saúde especificamente na redução das desigualdades espaciais. Em suma, o redirecionamento de investimentos deve priorizar o volume de capital e a capacidade institucional de converter recursos em bem-estar social sustentável para o horizonte pós-2025.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ALMEIDA, E. Curso de Econometria Espacial Aplicada. Piracicaba: **Alinea**, 2012.

BEIRÃO, Éder De Souza et al. Análise espacial dos escores de eficiência nos gastos públicos da educação do Estado de Minas Gerais. **Revista Tocantinense de Geografia**, v. 13, n. 29, p. 87-121, 2023.

BEZERRA, Évilly Carine Dias et al. Análise espacial das condições de enfrentamento à COVID-19: uma proposta de Índice da Infraestrutura da Saúde do Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 12, p. 4957-4967, 2020.

COSTA, Aldenilson. Inovação e território no Brasil: o perfil urbano-regional da subvenção econômica à inovação entre 2010-2019. **Economía Sociedad y Territorio**, v. 24, n. 75, p. e1842-e1842, 2024.

CAVASSIN, Sirlei Aparecida. Uso de Metodologias Multicritério na Avaliação de Municípios do Paraná, com base no índice de Desenvolvimento Humano Municipal. **Mestrado, PPGMNE, UFPR, 2004.**

COSTA, Fábio Rodrigues da; ROCHA, Márcio Mendes. new dynamics of Paraná municipalities. **Mercator (Fortaleza)**, v. 13, p. 91-104, 2014.

DALCHIAVON, Eloisa Carla. **Desenvolvimento econômico dos municípios paranaenses: análise a partir do índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM) para o período de 2005 a 2013.** Dissertação. Mestrado em Gestão e Desenvolvimento Regional. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, 2017. 84 f. Disponível em: < <https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/3039/5/Eloisa%20C.%20Dalchiavon2017.pdf>>. Acesso em: 16 dez. 2025.

DE ALCANTARA, Isabela Romanha; BLANCK, Priscila Lais. Potencial de desenvolvimento dos municípios do Paraná. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, v. 11, n. 1, p. 205-222, 2023.

DE LIMA, Jandir Ferrera; HERSEN, Amarildo; KLEIN, Cristiane Fernanda. Desenvolvimento humano municipal no oeste do Paraná: o que mostram os indicadores?. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 12, n. 1, 2016.

_____. O problema econômico municipal no Paraná: o que fazer?. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 14, n. 3, 2018.

DE LIMA, Vinicius Misael Alves; CALDARELLI, Carlos Eduardo; DA CAMARA, Marcia Regina Gabardo. Análise do desenvolvimento municipal paranaense: uma abordagem espacial para a década de 2000. **Economia e Desenvolvimento**, 2014.

DIAS, Solange Irene Smolarek. URBANISMO: Planejamento regional e estatuto da metrópole. **Editores Studio CSD, 2025.**

DINIZ, Luciano Matias; DA CRUZ PADOAN, Fatima Aparecida; JUNIOR, Marcos Daniel Silveira. Relação entre gastos públicos e os setores de educação e saúde no desenvolvimento municipal: um estudo nos municípios do Norte do Paraná. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 13, n. 3, p. 1318-1335, 2022.

DUBIEL, Sonise Aparecida; RAIHER, Augusta Pelinski. Desenvolvimento econômico dos municípios do Paraná: evolução e seus determinantes. **Informe Gepec**, v. 17, n. 2, p. 6-22, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados. **Paraná**. 2025. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr.html>>. Acesso em: 16 dez. 2025.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **11,8 milhões de pessoas: IBGE aponta Paraná com a 5ª maior população do Brasil em 2024**, 2024. Disponível em: < <https://www.ipardes.pr.gov.br/Noticia/118-milhoes-de-pessoas-IBGE-aponta-Parana-com-5a-maior-populacao-do-Brasil-em-2024>>. Acesso em: 16 dez. 2025.

FERNANDES, Paulo Guilherme Alarcon; STACHIO, Larissa Paula. Análise espacial dos repasses do Estado do Paraná aos municípios de 2017 até 2021. **Cadernos de Finanças Públicas**, v. 24, n. 02, 2024.

GAZOLA, Karina de Cássia. **Aplicação do zoneamento ambiental e produtivo para identificar áreas de potencialidades e limitações de uso na Bacia Hidrográfica do Ribeirão São Tomé, Noroeste do Paraná.** Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão, 2024. 116 f. Disponível em: < <https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/7730/2/Karina%20de%20Cassia%20Gazola%202024.pdf>>. Acesso em: 05 abr. 2025.

LAGE, Selena Duarte; BERNARDINI, Sidney Piochi. Planejamento e gestão territorial de municípios de pequeno porte populacional: sobreposições e complementaridades das políticas urbana e rural. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, v. 14, n. 1, p. 191-210, 2025.

LISBINSKI, Fernanda Cigainki et al. Análise Espacial do Desenvolvimento Rural da Mesorregião Noroeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 14, n. 1, p. 79-101, 2020.

MEINERS, Wilhelm Eduard et al. Uma Análise Espacial do Índice de Desenvolvimento Municipal da Micro e Pequena Empresa (IDMPE) do Paraná. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 7, n. 2, p. 68-82, 2013.

MONTEIRO, Caroline et al. A gestão municipal de resíduos sólidos e as ações de sustentabilidade: um estudo realizado em um município do centro oeste do Paraná. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 9, p. 139-154, 2016.

OTI, E.; OLUSOLA, M. Visão geral dos métodos de agrupamento hierárquico aglomerativo. **British Journal of Computer, Networking and Information Technology**, v. 7, p. 14-23, 2024.

PAIVA, Elizama Cavalcante De; CAMPOS, Kilmer Coelho. Índice de sustentabilidade da produção da pecuária leiteira nas mesorregiões do Brasil. **Economia & Região**, v. 12, n. 1, p. 48-73, 2024.

PAIVA, Elizama Cavalcante De; LIMA, Filipe Augusto Xavier. Índice de sustentabilidade da produção pecuária leiteira nos municípios do Ceará. **COLÓQUIO-Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 21, n. 3, jul./set., p. 252-277, 2024.

PIACENTI, Carlos Alberto. O potencial de desenvolvimento endógeno dos municípios paranaenses. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa (UFV). Minas Gerais, 2009. 224 f. Disponível em:< <https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/8794f69f-4f87-4692-912d-501be33f2c1c/content>>. Acesso em: 05 abr. 2025.

RAN, Xingcheng et al. Pesquisa abrangente sobre algoritmos de agrupamento hierárquico e desenvolvimentos recentes. **Artificial Intelligence Review**, v. 56, n. 8, p. 8219-8264, 2023.

RAMOS, João Paulo Da Silva et al. Índices das bases que constituem o desenvolvimento rural do território Matopiba: uma abordagem a partir da análise fatorial. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 55, n. 3, p. 170-192, 2024.

RAMOS, Érica Basílio Tavares; FILHO, José Eustáquio Ribeiro Vieira. Desenvolvimento regional da agricultura familiar: Cooperativismo e associativismo. **Revista Brasileira de Economia**, v. 77, p. e052023, 2023.

REIS, Filipe Santiago Dos; FARIAS, Mariana Malta De; JÚNIOR, Admir Antônio Betarelli. Estrutura socioeconômica, vantagens competitivas e padrão regional: avaliando as disparidades do estado de Minas Gerais em 2010. **Enepcp**, 2023.

ROCHA, Tiago Carneiro da. **Dinâmica espacial da transparência fiscal e fatores explicativos nos municípios brasileiros**. Dissertação. Universidade Federal de Viçosa. Programa de Pós-Graduação em Administração. Viçosa, 2022. 94 f. Disponível em:< <https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/185c4978-7e2f-49da-b8fa-1cd4df5b7b57/content>>. Acesso em: 16 dez. 2025.

SANTOS, Cleber Nauber dos et al. **Plataforma multidimensional online para canais de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e serviços em instituições científicas e tecnológicas baseada em business intelligence**. Tese. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial (PEI). Escola Politécnica. Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2023. 348 f. Disponível em:< https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/39309/1/Tese_CNS.pdf >. Acesso em: 16 dez. 2025.

SANTOS, Kamila Souza et al. Vulnerabilidade Socioeconômica no Estado do Rio Grande do Norte a partir de Técnicas Multivariadas. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 44, 2021.

SCARPIN, Jorge Eduardo; SLOMSKI, Valmor. Estudo dos fatores condicionantes do índice de desenvolvimento humano nos municípios do estado do Paraná: instrumento de controladoria para a tomada de decisões na gestão governamental. **Revista de administração pública**, v. 41, p. 909-933, 2007.

SESSO, Patrícia Pompermayer et al. Análise exploratória de dados espaciais da produção extrativista de aromáticos, medicinais, tóxicos e corantes das microrregiões do Brasil. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 4, p. e14456-e14456, 2025.

SESSO FILHO, Umberto Antonio et al. Dinâmica populacional dos municípios do estado do Paraná: uma análise exploratória de dados espaciais. **Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD**, v. 42, n. 141, 2021.

SOUSA, Silvio Braz De et al. Crédito rural e atividade pecuária bovina (2013–2016): distribuição espacial, finalidades e destinações Rural credit and cattle ranching (2013-2016): spatial distribution, purposes and destinations. **Ra'e Ga**, v. 50, p. 183-207, 2021.

VIEIRA KRUGER, Rayssa; BOURSCHIEDT, Deise Maria. Mercado de trabalho e o índice FIRJAN de desenvolvimento municipal: padrões espaciais dos municípios do estado do Paraná. **Estudios económicos**, v. 38, n. 77, p. 99-117.