



**ANÁLISE ESPACIAL
DO DESENVOLVIMENTO RURAL
DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO
DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO**

**SPATIAL ANALYSIS OF RURAL DEVELOPMENT OF
MUNICIPALITIES IN THE SUBMEDIO SÃO FRANCISCO REGION**

ANÁLISE ESPACIAL DO DESENVOLVIMENTO RURAL DOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

SPATIAL ANALYSIS OF RURAL DEVELOPMENT OF MUNICIPALITIES IN THE SUBMEDIO SÃO FRANCISCO REGION

Renato Junior de Lima¹ | Eliane Pinheiro de Sousa²
Ahmad Saeed Khan³ | Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima⁴

Recebimento: 14/03/2025
Aceite: 11/09/2025

¹ Mestre em Economia Regional e Urbana (URCA).
Professor da Secretaria de Educação de Pernambuco.
E-mail: lima.renatojunior@gmail.com

² Doutora em Economia (UFV).
Docente na Universidade Regional do Cariri.
Crato – CE, Brasil.
E-mail: pinheiroeliane@hotmail.com

³ Doutor em Economia Agrícola e Recursos Naturais (OSU).
Docente na Universidade Federal do Ceará.
Fortaleza – CE, Brasil.
E-mail: saeed@ufc.br

⁴ Doutora em Economia Aplicada (USP).
Docente na Universidade Federal do Ceará.
Fortaleza – CE, Brasil.
E-mail: pvpslima@gmail.com.br

RESUMO

O objetivo deste estudo é analisar a dependência espacial dos municípios na Região do Submédio São Francisco em relação ao desenvolvimento rural, buscando identificar as variáveis determinantes do Índice de Desenvolvimento Rural (IDR) desses municípios. Utilizando técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) e modelos de econometria espacial, identifica-se uma distribuição heterogênea do desenvolvimento rural na região, com *clusters* Alto-Alto (AA) concentrados em torno de Petrolina-Juazeiro e clusters Baixo-Baixo (BB), indicando municípios com baixos IDR's cercados por características semelhantes. O modelo econométrico espacial SAR (*Spatial Autoregressive Model*) mostrou que o IDR é positivamente influenciado por variáveis como PIB per capita, IDHM, Emprego nos estabelecimentos agropecuários e Proporção dos estabelecimentos agropecuários com financiamento, destacando o IDHM. Esses resultados oferecem subsídios às dinâmicas de desenvolvimento rural na Região do Submédio São Francisco, proporcionando uma visão abrangente das complexidades, desafios e oportunidades para melhorar as condições de vida na região. Essas descobertas são fundamentais para orientar políticas e decisões visando ao aprimoramento do desenvolvimento rural nos municípios estudados.

Palavras-chave: Desenvolvimento rural. Região do Submédio São Francisco. Dependência espacial. Econometria espacial.

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze the spatial dependence of municipalities in the Submédio São Francisco Region concerning rural development, seeking to identify the determining variables of the Rural Development Index (RDI) for these municipalities. Thus, Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA) techniques and spatial econometrics models are applied and observes that the region being studied exhibits a very heterogeneous distribution in terms of rural development with clusters of the High-High (HH) type, concentrated around the Petrolina-Juazeiro pole, and the Low-Low (LL) type that indicates the existence of municipalities with low RDI's, which are surrounded by municipalities with similar characteristics. The analysis of the spatial econometric model SAR (Spatial Autoregressive Model) showed that the RDI is positively affected by the variables GDP per capita, Municipal Human Development Index (MHDI), Employment in agricultural & animal farming establishments and Proportion of agricultural & animal farming establishments that obtained funding, with emphasis on the MHDI. These results provide support for of the dynamics of rural development in the São Francisco River Sub-Middle Region, offering a comprehensive view of the complexities, challenges and opportunities to improve the living conditions of the populations in this region. These discoveries are fundamental to guide decision-making and the implementation of policies that seek leverage rural development in the municipalities under study.

Keywords: Rural development. São Francisco River Sub-Middle Region. Space dependence. Spatial Econometrics.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento, um conceito amplo e multifacetado, engloba diversas perspectivas e fatores, além de aspectos estritamente econômicos. Nesse contexto, o desenvolvimento rural ganha destaque, sendo as áreas rurais fundamentais para a economia brasileira. Por um longo período, a evolução rural no Brasil esteve vinculada às intervenções do Estado e ações de organizações internacionais, especialmente em regiões menos integradas à modernização agrícola (Navarro, 2001), como o Nordeste, onde instituições como a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) e o Banco do Nordeste (BNB) foram criadas para impulsionar o desenvolvimento regional. A partir da década de 1990, as discussões sobre o tema se aprofundaram, reconhecendo a importância da agricultura familiar e a necessidade de políticas públicas como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), combinadas com uma maior atenção estatal para reforma agrária, segurança alimentar e sustentabilidade (Schneider, 2010).



Essa nova visão de desenvolvimento rural transcende à mera produção agrícola, incorporando a valorização do capital social, a diversificação de atividades e a sustentabilidade como fatores essenciais. Além disso, a interdependência entre as esferas rural e urbana se fortaleceu, destacando que o crescimento em uma não pode ser dissociado do avanço na outra. O desenvolvimento rural é, portanto, um processo multidimensional, envolvendo uma complexa interação de fatores físicos, tecnológicos, econômicos, socioculturais e institucionais, que resultam em transformações territoriais. A reestruturação rural visa otimizar esses fatores internos e externos para remodelar estruturas sociais e econômicas, melhorando o padrão espacial regional.

No âmbito do Submédio São Francisco, uma região de importância singular, a fruticultura irrigada se destaca como um vetor de desenvolvimento. A região tem um potencial significativo para impulsionar o crescimento local e regional, abrangendo 93 municípios em dois estados, Bahia e Pernambuco, e é caracterizada por investimentos significativos em perímetros irrigados, avanços tecnológicos na agricultura e geração de energia, com destaque para o polo de fruticultura irrigada Petrolina-Juazeiro (Paes, 2009).

Considerando as reflexões delineadas, é evidente que a região considerada detém um potencial significativo para impulsionar ainda mais o desenvolvimento local por meio da fruticultura irrigada. A fruticultura emerge como uma opção viável para os agricultores como fonte adicional de renda, pois a região se beneficia de condições propícias, tanto em termos de infraestrutura, economia e aspectos sociais, quanto em relação às características edafoclimáticas ideais para o cultivo de frutas (Oliveira; Lima, 2021; Ferreira, 2022).

A análise do desenvolvimento rural requer abordagens que considerem a heterogeneidade e as interações espaciais. A literatura, embora vasta, ainda carece de estudos que apliquem uma abordagem espacial detalhada para o contexto do Submédio São Francisco. Diante disso, o objetivo central deste artigo é analisar a dependência espacial dos municípios na Região do Submédio São Francisco em relação ao desenvolvimento rural, buscando identificar as variáveis determinantes do Índice de Desenvolvimento Rural (IDR) desses municípios.

Especificamente, propõe-se verificar a dependência espacial dos municípios em relação ao IDR; ii) examinar a distribuição espacial do desenvolvimento rural no Submédio São Francisco; iii) investigar os efeitos dos fatores determinantes desse desenvolvimento rural por meio de um modelo de econometria espacial.



Além desta introdução, o trabalho está estruturado em mais cinco seções. A segunda apresenta a fundamentação teórica e conceitual sobre o desenvolvimento rural. A terceira traz algumas aplicações empíricas. A quarta descreve a metodologia utilizada, incluindo as fontes de dados, as variáveis consideradas e as técnicas de econometria espacial. A quinta apresenta, analisa e discute os resultados obtidos. Por fim, a última contém as considerações finais do estudo.

ASPECTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS DO DESENVOLVIMENTO RURAL

Locateli e Hespanhol (2006) destacam que a concepção atual de desenvolvimento rural enfoca o processo e a referência territorial. Argumentam que o desenvolvimento rural deve buscar transformações territoriais com base nas características específicas de cada região. Implementar esse desenvolvimento requer a criação de novas organizações e estruturas sociais, bem como o envolvimento de atores sociais motivados dentro do contexto político, econômico, ambiental e social do território.

Para impulsionar o desenvolvimento rural, é crucial considerar elementos como: i) integração mercantil com cidades locais que beneficia comunidades rurais; ii) a promoção da agricultura familiar que gera mercado local, fornecendo insumos para indústrias locais; iii) a pluriatividade que reduz êxodo rural; iv) a diversificação de fontes de renda; v) programas de emprego e melhoria de vida; vi) presença de recursos territoriais para produção especializada (Veiga, 2000; Kageyama, 2008).

Na União Europeia, a política de desenvolvimento rural visa preservar 'externalidades positivas' ligadas à agricultura, enquanto, na China, destaca-se a integração dos camponeses na dinâmica moderna. No Brasil, os desafios incluem mitigar desequilíbrios sociais e fortalecer a agricultura familiar, sendo questões centrais para o desenvolvimento rural (Ploeg, 2011).

A nova visão de desenvolvimento rural vai além da agricultura, priorizando a valorização do capital social, a diversificação de atividades e a sustentabilidade. A interconexão entre meio rural e urbano se fortaleceu, destacando a interdependência do crescimento em ambas as esferas. O desenvolvimento rural é um processo multidimensional envolvendo diversos atores, instituições e setores, desde comunidades e agricultores até formuladores de políticas, instituições de ciência e tecnologia, e organizações representativas (Stumpf Júnior; Balsadi, 2015).



Banakar e Patil (2018) ampliam o conceito de desenvolvimento rural, abrangendo agricultura, indústrias rurais, artesanato, infraestrutura, serviços comunitários e desenvolvimento de recursos humanos. O desenvolvimento rural resulta de interações complexas entre fatores físicos, tecnológicos, econômicos, socioculturais e institucionais.

Mazzocchi *et al.* (2019) destacam que a multifuncionalidade depende de fatores internos e externos, podendo ser direcionada por órgãos administrativos e comunidades locais para promover melhorias sustentáveis. Wu *et al.* (2023) enfatizam a análise das interações internas nos componentes sociais, industriais e fundiários no sistema rural. Yu, Yang e Zheng (2023) afirmam que a reestruturação rural visa otimizar fatores internos e externos, remodelando estruturas sociais e econômicas nas áreas rurais para otimizar o padrão espacial regional.

APLICAÇÕES EMPÍRICAS DO DESENVOLVIMENTO RURAL EM UMA ABORDAGEM ESPACIAL

Em relação ao desenvolvimento rural, alguns trabalhos empíricos internacionais e nacionais aplicaram a ferramenta analítica da econometria espacial. A seguir, estão expostos alguns estudos que se assemelham com a proposta deste artigo.

Cui e Lui (2021) analisaram a eficiência do desenvolvimento verde em 13 cidades da região de Jing-Jin-Ji, China, de 2003 a 2017, usando métodos espaciais. A eficiência do desenvolvimento verde reduziu 2%, de 0,965 (2003) para 0,948 (2017), com maior diferenciação espacial nas cidades do norte. A estrutura industrial e o grau de abertura foram associados positivamente à eficiência, enquanto a urbanização teve impacto negativo.

Maier *et al.* (2022) identificaram determinantes da implementação de projetos de desenvolvimento rural com base na Política Agrícola Comum (PAC) da União Europeia em 40 municípios romenos, usando regressões de corte transversal e técnicas de econometria espacial. A análise indicou processos de espraiamento e difusão para a adesão de fundos através de projetos. A disponibilidade de terras agrícolas e a concentração de terras influenciaram positivamente, enquanto o nível de desenvolvimento humano local foi um determinante negativo. Salário médio e densidade populacional não apresentaram efeitos significativos.

Batistella *et al.* (2022) avaliaram a relação espacial entre IDR e emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) na produção agropecuária dos estados brasileiros em 2010, usando a AEDE. Os resultados indicaram que estados com alto IDR têm padrões semelhantes, assim como estados com baixo IDR. Análises bivariadas locais destacaram padrões de associação diferentes, especialmente nos estados do Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, que apresentam altas emissões de GEE e IDR.

Mattei, Cattelan e Alves (2022) mensuraram o grau de diversificação agropecuária e o grau de desenvolvimento rural dos municípios da Região Sul do Brasil por meio da análise fatorial e atrelaram a análise desses índices com o crescimento econômico e com a influência espacial através da AEDE. Os resultados principais mostraram que apenas 0,3% dos municípios atingiram o grau mais alto de desenvolvimento, todos pertencentes ao Estado do Paraná. No geral, a maioria dos municípios obteve desenvolvimento rural baixo. Os achados da técnica AEDE permitiram evidenciar que municípios com alto IDR possuem, na média, vizinhos também com alto IDR, ao passo que municípios com baixo IDR estão rodeados por municípios, na média, também com baixo IDR.

O estudo de Rego (2022) abordou o desenvolvimento rural nos municípios da Amazônia Legal brasileira, explorando diversas dimensões. Utilizando Análise Fatorial, AEDE e regressões espaciais, identificou que a maioria dos municípios está abaixo da média de desenvolvimento rural, com padrões espaciais consistentes ao longo do tempo. Variáveis como educação, agricultura familiar, emprego, PIB *per capita* e valor agregado bruto *per capita* à agropecuária exercem resultados positivos no desenvolvimento rural na região.

O estudo de Lobão (2018) investigou determinantes, níveis e distribuição regional do desenvolvimento rural nos municípios da Amazônia brasileira na década de 2000. Utilizando Análise Fatorial, criou o Índice de Desenvolvimento Rural (IDR) e identificou cinco polos principais de desenvolvimento rural, bem como aglomerados espaciais revelando seis padrões distintos. Isso evidencia um padrão heterogêneo de desenvolvimento rural na região.

METODOLOGIA

A abordagem metodológica deste estudo foi delineada em consonância com a fundamentação teórica que preconiza o desenvolvimento rural como um processo multidimensional e intrinsecamente ligado a dinâmicas espaciais. A literatura revisitada sugere que o desenvolvimento de um município rural não é um fenômeno isolado, mas influenciado por suas características e pelas de seus vizinhos, formando padrões espaciais. Portanto, a escolha das ferramentas analíticas não foi arbitrária, porém selecionada para responder à necessidade de capturar e quantificar os efeitos de dependência e heterogeneidade espaciais, que são inerentes ao fenômeno em estudo.

Em uma primeira fase, a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) foi empregada para diagnosticar e visualizar a presença de autocorrelação espacial. Esta abordagem inicial é crucial, pois, se a dependência espacial for ignorada, os resultados de modelos econométricos convencionais de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) seriam viesados e inconsistentes.

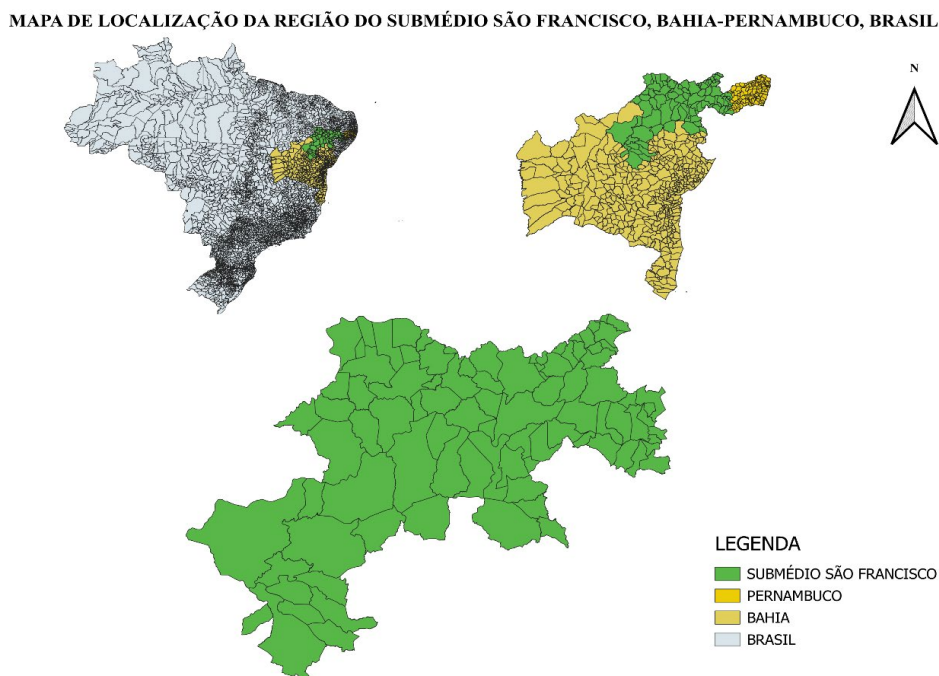
Na segunda etapa, a seleção do modelo autorregressivo espacial (SAR) foi justificada pela sua capacidade de incorporar a autocorrelação espacial presente na variável dependente. Ao contrário de um modelo de regressão linear de Mínimos Quadrados Ordinários (*Ordinary Least Squares* – OLS), o SAR permite que o IDR de um município seja influenciado não apenas por suas próprias variáveis explicativas, mas também pelos valores da variável dependente de seus vizinhos. A inclusão de variáveis como PIB *per capita*, IDHM, emprego agropecuário e acesso a financiamento foi teoricamente pautada, refletindo a visão multidimensional do desenvolvimento rural discutida na literatura. Dessa forma, a abordagem metodológica é robusta e alinhada com as melhores práticas de pesquisa em economia regional.

ÁREA DE ESTUDO

A área estudada foi a Região do Submédio São Francisco, localizada às margens do Rio São Francisco e compreende 93 municípios abrangendo os estados da Bahia e Pernambuco. Na Figura 01 está a localização da região, sendo possível identificá-la tanto no mapa brasileiro como entre os Estados da Bahia e Pernambuco.



Figura 01 | Localização da Região do Submédio São Francisco, Bahia-Pernambuco, Brasil



Fonte: Elaborada pelos autores com uso do Software QGIS versão 3.30.1 (2023)

ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS (AEDE)

A Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), segundo Anselin (1995) e Almeida (2012), utiliza técnicas para abordar efeitos da dependência e heterogeneidade espacial. Essas técnicas permitem descrever a distribuição espacial, identificar padrões (*clusters*) e reconhecer regimes ou instabilidades espaciais. Antes de aplicar a AEDE ou outras técnicas de econometria espacial, é crucial definir uma matriz de pesos espaciais (W), indicando a conexão entre áreas com base em critérios como contiguidade, distância geográfica ou k vizinhos mais próximos.

AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL GLOBAL

A autocorrelação espacial global detecta se a distribuição espacial é aleatória ou não. As principais medidas incluem a estatística I de Moran, a estatística c de Geary e a estatística G de Getis-Ord. O cálculo do I de Moran é comumente utilizado, variando de -1 a 1. Valores maiores (ou menores) que o esperado indicam autocorrelação positiva (ou negativa) (Almeida, 2012).

A estatística I de Moran pode ser definida matricialmente como:

$$I = \frac{n Z' W Z}{S_0 Z' Z} \quad (1)$$

Em que: n é o número de municípios; Z denota os valores da variável de interesse (IDR) padronizada; W_z representa os valores médios da variável de interesse padronizada nos municípios vizinhos, definidos por uma matriz de ponderação espacial W ; S_0 indica o somatório de todos os elementos da matriz de ponderação W (Almeida, 2012; Cima *et al.*, 2021).

AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL LOCAL

O I de Moran global não detecta autocorrelações locais significativas. Para isso, é relevante usar o indicador I de Moran local ou *Local Indicator of Spatial Association (LISA)*, que identifica padrões locais de autocorrelação estatisticamente significativos (Anselin, 1995; Cima *et al.*, 2021). A estatística I de Moran Local é dada por:

$$I_i = z_i \sum_{j=1}^i w_{ij} z_j \quad (2)$$

Em que: I_i abrange somente os vizinhos da observação i , definidos de acordo com a matriz de ponderação W empregada, z_i corresponde o valor do IDR do município i padronizado; z_j é o valor do IDR do município j padronizado e w_{ij} corresponde ao elemento da matriz de ponderação. O valor esperado da estatística I_i é dado por: $E(I_i) = -w_i / ((n-1))$.

MODELO ECONOMETRICO

A autocorrelação espacial pode afetar a variável dependente, as variáveis explicativas ou o termo de erro. Para capturar esse efeito, o modelo inclui defasagem espacial na variável dependente (Wy), nas variáveis explicativas (Wx) e no termo de erro ($W\mu$ e $W\epsilon$) (Pavan, 2013).

MODELO NÃO ESPACIAL – MODELO CLÁSSICO DE REGRESSÃO LINEAR

O modelo clássico de regressão linear representa uma relação linear entre a variável dependente e as variáveis explicativas. Matricialmente, esse modelo é dado por:

$$y = X\beta + \epsilon \quad \epsilon \sim N(0, \sigma^2) \quad (3)$$



Onde: y um vetor N por 1 observações da variável dependente e X é uma matriz n por k observações, as variáveis explicativas exógenas (mais a constante), com um vetor associado k por 1 de coeficientes de regressão β e ε é o vetor n por 1 de termos de erros aleatórios, que segue uma distribuição normal, com média zero e variância constante (Almeida, 2012). A estimação é feita pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

MODELOS ESPACIAIS

MODELO DE DEFASAGEM ESPACIAL (SPATIAL AUTOREGRESSIVE MODEL – SAR)

O modelo autorregressivo espacial (SAR) é comumente usado na econometria espacial, incorporando um termo de defasagem nos regressores para capturar o efeito de “vizinhança” do fenômeno, refletindo como o comportamento passado em regiões próximas influencia as decisões atuais (Lesage; Pace, 2009).

Segundo Almeida (2012), o modelo SAR em sua versão pura é expresso por:

$$y = \rho Wy + \varepsilon \quad (4)$$

Em que: Wy é um vetor n por 1 de defasagens espaciais para a variável dependente, ρ é o coeficiente autorregressivo espacial.

O modelo SAR misto utilizado para incluir um conjunto de variáveis explicativas exógenas, denotado por X , apresenta a seguinte expressão:

$$y = \rho Wy + X\beta + \varepsilon \quad (5)$$

Em que: X é uma matriz de variáveis explicativas exógenas e o restante da notação permanece conforme o modelo SAR puro.

O coeficiente autorregressivo espacial (ρ) deve estar entre -1 e 1 ($|\rho| < 1$), indicando autocorrelação espacial global positiva, se positivo, e autocorrelação espacial global negativa, se negativo (Lesage; Pace, 2009; Almeida, 2012). Para evitar vieses e inconsistências ao usar Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), é recomendado estimar ρ com Máxima Verossimilhança (MV) ou Método das Variáveis Instrumentais (IV).

MODELO DE ERRO ESPACIAL (SPATIAL ERROR MODEL – SEM)

O Modelo de Erro Espacial (SEM) incorpora defasagens no termo de erro, onde os efeitos espaciais são refletidos apenas nesse termo. Esses efeitos não modelados exibem autocorrelação espacial, sendo essencial notar que não podem estar correlacionados com nenhuma variável explicativa (Almeida, 2012).

O modelo SEM pode ser especificado como:

$$\begin{aligned} y &= X\beta + \xi \\ \xi &= \lambda W\xi + \varepsilon \end{aligned} \tag{6}$$

Em que: λ é o parâmetro do erro autorregressivo espacial que acompanha a defasagem $W\xi$. ξ é o erro com efeitos não modelados. O vetor de erros aleatórios ε possui distribuição normal multivariada e média nula. O coeficiente escalar λ indica a intensidade da autocorrelação espacial entre os resíduos da equação observada (Anselin, 1995; Albuquerque, 2020).

Para que a estimativa obtenha parâmetros consistentes para o modelo SEM, deve-se utilizar o método da máxima verossimilhança, quando os erros seguem uma distribuição normal, caso contrário, utiliza-se o método dos momentos generalizados.

TESTES ESTATÍSTICOS

Após a estimação dos modelos econométricos espaciais, testes dos multiplicadores de Lagrange (LM) como LM *lag*, LM *error* e suas versões robustas (LM_p^* e LM_λ^*) são realizados para selecionar o modelo mais apropriado (Albuquerque, 2020). O processo envolve: (a) MQO, regressão linear clássica; (b) Testes LM; (c) Se não significativos, MQO é apropriado; (d) Se significativos, escolher entre testes robustos. Caso $LM_p^* > LM_\lambda^*$, usa o modelo com defasagem espacial, caso contrário $LM_p^* < LM_\lambda^*$, o modelo de erro autorregressivo é o mais apropriado (Anselin *et al.*, 1996; Anselin; Bera, 1998; Florax; Folmer; Rey, 2003; Almeida, 2012).

Para verificar a consistência dos parâmetros em modelos, é crucial avaliar as suposições de normalidade, homoscedasticidade e erros não correlacionados. Conforme Anselin (2005), três testes essenciais são indicados: multicolinearidade, normalidade dos resíduos (Jaque-Bera) e heterocedasticidade (Breusch-Pagan, Koenker-Bassett e White).



Se a normalidade e variância homocedástica forem violadas, métodos robustos como variáveis instrumentais e o MMG podem ser aplicados. A inclusão apenas da defasagem espacial das endógenas requer o método de estimação IV, enquanto o MMG é preferível quando a defasagem espacial está incorporada à estrutura do erro (Cienfuegos; Sánchez, 2022).

BASE DE DADOS E DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS

Foi estimado um modelo de econometria espacial para analisar os efeitos de algumas variáveis sobre o IDR. O Quadro 01 mostra as variáveis utilizadas no modelo, bem como a base de dados das mesmas e os estudos de fundamentação de cada variável.

Quadro 01 | Variáveis, fonte dos dados e fundamentação empírica do modelo econométrico espacial.

	Variável	Nomenclatura	Base de dados	Fundamentação empírica
Variável dependente	IDR	IDR	Criado por meio da análise fatorial	Parré (2013); Rego (2022)
	PIB <i>per capita</i> (em mil reais)	PIBCAPITA	SEI-BA (2017) CONDEPE-FIDEM (2017)	Souza (2019); Cui e Lui (2021)
	Valor da produção das lavouras permanentes e temporárias (em dez mil reais)	VALORPRODU	Censo Agropecuário (2017)	Parré (2013); Stege (2015); Cienfuegos e Sánchez (2022)
	IDHM	IDHM	Atlas do Desenvolvimento Humano (2010)	Souza (2019); Maier <i>et al.</i> (2022); Rego (2022).
Variáveis explicativas	Empregos gerados nos estabelecimentos agropecuários (em mil unidades)	EMPREGO	Censo agropecuário (2017)	Cienfuegos e Sánchez (2022); Rego (2022).
	Proporção de estabelecimentos de agricultura familiar que receberam assistência técnica	ASSISTENCIA	Censo Agropecuário (2017)	Santos, Ferreira e Campos (2018)
	Percentual dos estabelecimentos da agricultura familiar que contrataram crédito rural	CREDITO	Censo Agropecuário (2017)	Santos, Ferreira e Campos (2018)
	Valores médios dos contratos do Pronaf (em mil reais)	PRONAF	BCB (2017)	Rodrigues (2019)

Fonte: Elaborado pelos autores (2023)



O PIB *per capita* alto indica maior desenvolvimento, conforme Souza (2019), Zekić, Kleut e Matkovski (2017), Lima e Sousa (2017), e Kageyama (2008). A relação positiva entre o valor da produção das lavouras e o Índice de Desenvolvimento Rural (IDR) é esperada, pois contribui para o aumento de rendimentos e melhora as condições de vida (Stege, 2015). A geração de empregos em estabelecimentos rurais é crucial para o desenvolvimento, associando-se a maiores rendas e melhor qualidade de vida (Rego, 2022). Aspectos como crédito rural e assistência técnica são favoráveis ao desenvolvimento rural (Buainain; Souza Filho, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

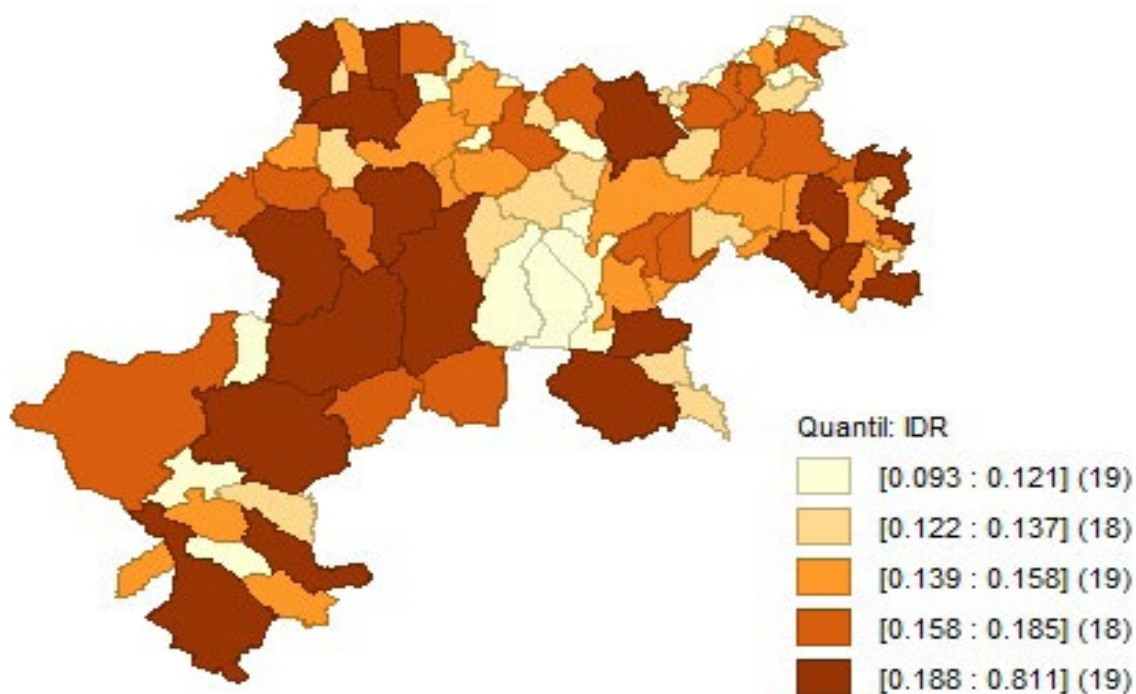
A primeira parte aborda a distribuição espacial do Índice de Desenvolvimento Rural (IDR) na região do Submédio São Francisco, calculado por análise fatorial. Em seguida, a AEDE identifica padrões de associação espacial entre os municípios em relação ao IDR. Por fim, são examinados os determinantes do IDR por meio do modelo de econometria espacial.

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO IDR NOS MUNICÍPIOS DA REGIÃO DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

Na Figura 02, os níveis de desenvolvimento rural nos municípios do Submédio São Francisco foram distribuídos em cinco quantis, revelando diversidade e heterogeneidade. O primeiro quantil inclui 19 municípios com os menores IDR's, sendo 13 em Pernambuco (Brejinho, Calumbi, Cedro, Granito, Ingazeira, Itacuruba, Mirandiba, Moreilândia, Quixaba, Santa Terezinha, Solidão, Terra Nova e Tuparetama) e 6 na Bahia (Chorrochó, Macururé, Rodelas, Sobradinho, Umburanas e Várzea Nova). Moura e Campos (2022) também identificaram baixos níveis de desenvolvimento em municípios baianos no MATOPIBA.

No quantil 2, estão 18 municípios (14 em Pernambuco e 4 na Bahia), como Alagoinha, Belém do São Francisco, entre outros. O quantil 3 inclui 19 municípios (15 em Pernambuco e 4 na Bahia) com IDR entre 0,139 e 0,158, como Cabrobó, Floresta, Iati, entre outros.

Figura 02 | Distribuição espacial do IDR nos municípios do Submédio São Francisco

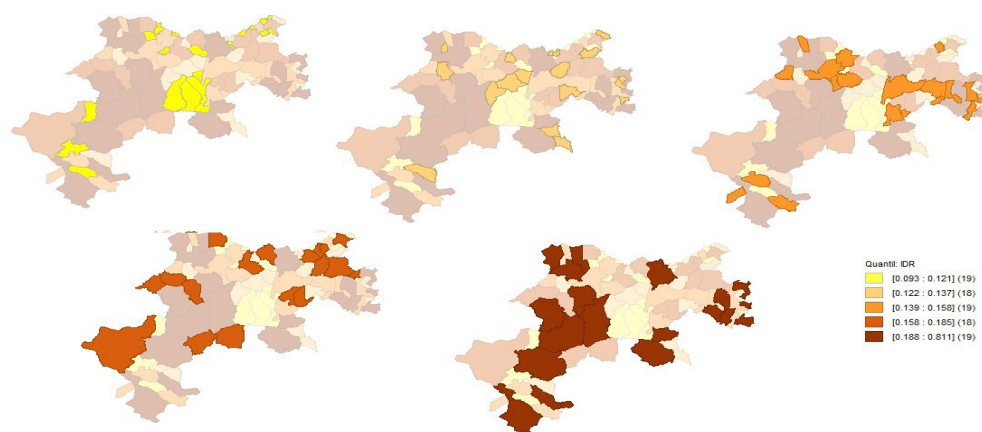


Elaborada pelos autores (2023) com o uso do software Geoda versão 1.20

No quantil 4, há 18 municípios (15 em Pernambuco e 3 na Bahia), como Afogados da Ingazeira, Arcoverde e Jaguarari. No quinto quantil, os 19 municípios com melhores níveis IDR's incluem 12 em Pernambuco (Águas Belas, Bodocó, Petrolina, entre outros) e 7 na Bahia (Campo Formoso, Jacobina, Juazeiro, entre outros). Resultados similares foram encontrados por Moura e Sousa (2020) destacando Petrolina e Araripina como os mais bem classificados.

A Figura 03 destaca a distribuição dos quantis, evidenciando a vizinhança entre municípios no mesmo quantil, sugerindo autocorrelação espacial. Os municípios baianos têm 29,17% no quantil mais alto. Para os municípios pernambucanos, a média é 0,1612, sendo 7,4% menor que a média baiana. A maioria (43,48%) dos municípios pernambucanos está nos quantis 3 e 4, com 21,74% em cada quantil.

Figura 03 | Distribuição do IDR nos municípios da Região do Submédio São Francisco com ênfase nos quantis



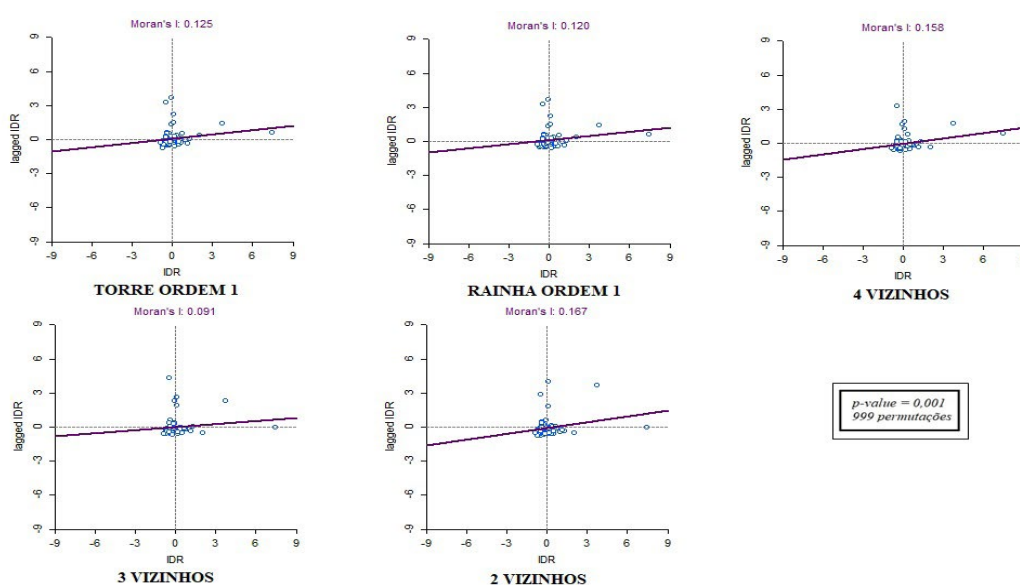
Elaborada pelos autores com uso do software Geoda versão 1.20 (2023)

ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS (AEDE)

AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL GLOBAL

O I de Moran Global foi calculado para identificar a dependência espacial no desenvolvimento rural, usando diferentes matrizes de pesos espaciais (contiguidade rainha, contiguidade torre e k-vizinhos para 2, 3 e 4 vizinhos). Os resultados estão na Figura 04.

Figura 04 | I de Moran Global Univariado do IDR dos municípios do Submédio São Francisco



Elaborada pelos autores (2023)

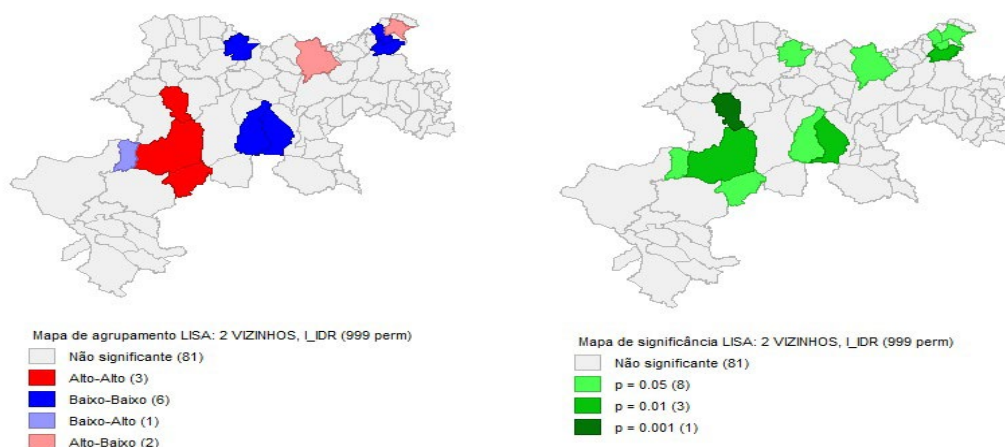


A Figura 04 revela que todas as ordens de contiguidade utilizadas exibem índices positivos, indicando autocorrelação espacial positiva no IDR dos municípios do Submédio São Francisco. Isso significa que municípios com alto IDR tendem a ser cercados por outros com alto IDR, e o mesmo padrão se aplica a municípios com baixo desenvolvimento rural. A matriz de dois vizinhos mais próximos (K-2) obteve o melhor resultado, com um I de Moran de 0,167.

AUTOCORRELAÇÃO ESPACIAL LOCAL

Detectada a autocorrelação espacial global, a próxima etapa consiste na criação do Mapa de *Clusters LISA* para analisar possíveis agrupamentos espaciais no IDR. A Figura 05 exibe esse mapa, destacando apenas municípios com significância estatística de pelo menos 5%.

Figura 05 | Mapa de clusters LISA e de significância para o IDR dos municípios do Submédio São Francisco



Elaborada pelos autores (2023)

Na análise local, *clusters* Alto-Alto (AA) e Baixo-Baixo (BB) são visíveis, bem como *outliers* Alto-Baixo (AB) e Baixo-Alto (BA), com significância estatística. Os *clusters* AA estão centrados em Petrolina-Juazeiro, incluindo Lagoa Grande (PE), Juazeiro e Jaguarari (BA). Essa concentração reflete um polo de desenvolvimento, especialmente devido ao cultivo irrigado de frutas para exportação. Cinco aglomerados BB foram identificados, com municípios de IDR baixo, como Iguaracy e Ingazeira (PE) e Chorrochó e Macururé (BA). Sobradinho (BA) é um *outlier* BA, enquanto Serra Talhada e São José do Egito (PE) são *outliers* AB. Esses resultados destacam as desigualdades socioeconômicas na região do Submédio São Francisco.

ANÁLISE DOS DETERMINANTES DO DESENVOLVIMENTO RURAL

De acordo com o modelo econométrico proposto, foi verificado o efeito de algumas variáveis representativas sobre o IDR dos municípios do Submédio São Francisco. Dessa forma, calculou-se o I de Moran Bivariado para descobrir se os valores de uma variável observada em um município apresentam uma relação com os valores de outra variável observada nos municípios vizinhos. A Tabela 01 mostra autocorrelação espacial positiva entre o IDR e a maioria das variáveis exógenas, exceto crédito, que tem autocorrelação negativa. Municípios com alto (baixo) IDR estão associados a altos (baixos) nos valores dessas variáveis. Os resultados são significativos a 1%, indicando relação espacial significativa entre as variáveis no modelo.

Tabela 01 | Coeficiente de I de Moran Bivariado do IDR dos municípios do Submédio São Francisco e as variáveis explicativas

Variável	I de Moran	P-value
PIBCAPITA	0,129	0,001
VALORPRODU	0,240	0,001
IDHM	0,066	0,001
EMPREGO	0,176	0,001
ASSISTENCIA	0,247	0,001
CREDITO	-0,229	0,001
PRONAF	0,104	0,001

Elaborado pelos autores (2023).

Um modelo inicial de MQO foi estimado. No entanto, ao usar uma matriz de pesos espaciais, foram identificados efeitos espaciais nos dados. Os testes para problemas de estimação, incluindo multicolinearidade, normalidade dos resíduos e variância homocedástica foram feitos. O teste de multicolinearidade, com valores para todas as variáveis explicativas na tabela 02 abaixo do limite de 30, indica ausência de multicolinearidade.

Tabela 02 | Fator de Inflação de Variância (FIV) das variáveis explicativas do IDR dos municípios do Submédio São Francisco

Variável	FIV
PIBCAPITA	1,3922
VALORPRODU	3,9230
IDHM	1,5034
EMPREGO	2,7420
ASSITENCI	1,4849
CREDITO	1,2801
PRONAF	1,2217

Elaborada pelos autores (2023).



Após o Modelo de MQO, foram estimados os modelos SAR e SEM. Testes indicaram que os erros não seguem distribuição normal e há heterocedasticidade. Diante disso, para o SAR, foi utilizado o método das Variáveis Instrumentais (IV) e, para o modelo SEM, foi usado MMG. Foram realizados os testes dos Multiplicadores de Lagrange, defasagem espacial (LM_p) e erro (LM_λ), e suas versões robustas (LM_p*, LM_λ*). De acordo com os testes, o modelo SAR foi indicado como mais apropriado. Os resultados estão na Tabela 03.

Tabela 03 | Resultado dos modelos a-espacial (MQO), de defasagem espacial (SAR) e de erro espacial (SEM) para os determinantes do IDR.

Variáveis	MQO (1)	Modelo SAR (2)	SEM (3)
CONSTANTE	-0,06902 (0,04679) 0,002171***	-0,039255 (0,049523) 0,0024767***	-0,072259 (0,045344) 0,0021736***
PIBCAPITA	(0,0006) 0,00003387***	(0,00065092) 0,00003433***	(0,00062448) 0,000033934***
VALORPRODU	(0,000003805) 0,1530**	(0,0000036578) 0,14446**	(0,0000036131) 0,15947**
IDMH	(0,06635) 0,008266***	(0,068483) 0,0081456***	(0,064908) 0,0082676***
EMPREGO	(0,0006265) -0,1086**	(0,00059575) -0,081959*	(0,00059085) -0,1055***
ASSISTENCI	(0,04268)	(0,042017)	(0,040564)
CREDITO	0,000802**	0,0006253*	0,00079513**
	(0,0003417)	(0,00034395)	(0,00032871)
PRONAF	-1,004e-07 (3,053E-07)	-8,3885e-08 (2,9387E-07)	-1,1957e-07 (2,8980E-07)
λ	-	-	0,0671 (0,2255)
ρ	-	-0,088248** (0,038632)	-
R ²	0,9414	-	-
R ² ajustado	0,9366	-	-
AIC	-436,4141	-	-
SC	-413,6207	-	-
LM _p (defasagem)	3,9569** (0,0467)	-	-
LM _p * (defasagem robusta)	5,4458** (0,0196)	-	-
LM _λ (erro)	0,4966 (0,4810)	-	-
LM _λ * (erro robusto)	1,9855 (0,1588)	-	-
SARMA	5,9424*		
	0,0512		
Teste Breusch-Pagan	19,844 (0,0059)	-	-
Teste Jarque – Bera	25,997 (0,0000)	-	-
Note: *p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01			

Elaborada pelos autores (2023).

Nota: Entre parênteses refere-se ao erro. λ é o parâmetro do erro autorregressivo espacial; ρ é o coeficiente autorregressivo espacial; LM refere-se ao multiplicador de Lagrange.



O modelo SAR foi escolhido pelos testes estatísticos. As variáveis explicativas são consideradas elasticidades que afetam a variável dependente. O efeito sobre os vizinhos ocorre quando as variáveis explicativas afetam localmente a variável dependente e vice-versa. O coeficiente espacial ρ é -0,088248, significativo a 5%, indicando uma autocorrelação inversa entre municípios. Os efeitos diretos e indiretos estão decompostos na Tabela 04.

Tabela 04 | Efeito direto e indireto baseado nos coeficientes estimados para o modelo SAR de determinação do IDR

Variáveis	Direto	Efeitos Indireto	Total
PIBCAPITA	0,002483275***	-0,0002074066***	0,002275869***
VALORPRODU	0,000034421***	-0,0000028749***	0,0000315461***
IDMH	0,1448456**	-0,01209771**	0,1327479**
EMPREGO	0,008167201***	-0,0006821359***	0,007485065***
ASSISTENCIA	-0,08217605*	0,006863456*	-0,07531259*
CREDITO	0,0006269586*	-0,0000523645*	0,0005745942*
PRONAF	-8,410739E-08	7,02477E-09	-7,70826E-08
Note: *p<0,1; **p<0,05; ***p<0,01			

Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

Diferentes fatores influenciam o desenvolvimento rural no Submédio São Francisco, como revelados pelos efeitos das variáveis explicativas no IDR.

PIB *per capita* e Valor da Produção Agrícola: Aumentos na renda média *per capita* estão associados ao maior desenvolvimento rural. Quando esse valor aumenta, isso sugere que, em média, as pessoas têm acesso a mais recursos financeiros. No contexto rural, esse aumento não se traduz apenas em maior poder de compra para os indivíduos, ele reflete e impulsiona uma série de fatores que levam ao desenvolvimento. Possibilita mais investimentos em tecnologia e infraestrutura (como mecanização agrícola, irrigação ou melhorias no transporte), que, por sua vez, aumentam a produtividade das atividades rurais. O aumento da renda também permite que as famílias rurais invistam em sua própria qualidade de vida. Isso inclui melhorias na habitação, acesso a melhores serviços de saúde e educação, e maior capacidade de enfrentar crises (como perdas de safra). Do mesmo modo, uma economia mais forte pode levar à diversificação das atividades



rurais, indo além da produção primária. O aumento da renda pode impulsionar o desenvolvimento de indústrias de processamento de alimentos, ecoturismo ou outras atividades de serviços no campo, gerando mais empregos e oportunidades. O estudo de Rego (2022) traz dados específicos para os municípios da Amazônia Legal. Os achados inferem que um aumento de 1% no PIB *per capita* gera um aumento de 0,010% no Índice de Desenvolvimento Rural (IDR). Destaca-se que o PIB *per capita* é uma variável econômica relevante e um bom indicador para medir o progresso do desenvolvimento rural. Outro dado relevante extraído é que aumentos no valor da produção têm efeito direto positivo no IDR, mas o efeito indireto sugere uma relação inversa entre municípios vizinhos e o IDR, podendo indicar que um município com produção muito alta atrai recursos e mão de obra de áreas vizinhas, impactando negativamente o desenvolvimento rural delas. O estudo de Rego (2022) também aponta que o Valor Bruto da Produção tem um efeito positivo, embora ligeiramente menor (um aumento de 1% gera 0,0065% de aumento no IDR). Isso sugere que, enquanto a produção agrícola é primordial, a renda média da população é uma força ainda mais potente no impulsionamento do desenvolvimento rural na Amazônia.

Em resumo, a discussão vai além da simples correlação. O PIB *per capita* não é apenas um sintoma do desenvolvimento, mas um catalisador que, ao indicar maior riqueza e produtividade, cria um ciclo virtuoso de melhorias que se traduzem em um desenvolvimento rural mais robusto e sustentável.

IDHM: Um aumento no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) tem um efeito positivo (0,1448) no desenvolvimento rural dos municípios do Submédio São Francisco, e isso implica que um melhor desenvolvimento humano está associado a um maior IDR. O valor de 0,1448 significa que, para cada um ponto percentual de melhoria no IDHM de um município na região, espera-se um aumento de 0,1448% no seu IDR. Esse resultado estatístico corrobora a tese de que o desenvolvimento humano, em suas dimensões de longevidade, educação e renda, é um precursor e um impulsionador do desenvolvimento rural.

Emprego nos estabelecimentos agropecuários: A relação entre o emprego em estabelecimentos agropecuários e o desenvolvimento rural é complexa, manifestando efeitos diretos positivos e efeitos indiretos que podem ser negativos. No presente estudo, aumento do emprego tem efeito direto positivo, mas o efeito indireto, influenciado pelos municípios vizinhos, é negativo. O aumento do emprego no setor agropecuário tem um efeito direto e benéfico sobre o Índice de Desenvolvimento Rural (IDR) do

município onde os empregos são criados. Isso significa que, com mais empregos, existem mais pessoas com renda fixa, o que eleva o poder de compra da população local e estimula a economia. A oferta de trabalho no campo ajuda a reter a população rural, combatendo o êxodo rural e mantendo a vitalidade das comunidades. Assim, fortalecem as atividades produtivas, permitem a expansão das atividades agropecuárias, aumentando a produção e, conseqüentemente, o desenvolvimento do município. Essa relação positiva é evidenciada por estudos como o de Rego (2022) que, ao analisar o desenvolvimento rural na Amazônia Legal, constatou que o aumento de empregos é um dos principais fatores para o crescimento do IDR. A pesquisa sugere uma forte correlação, mostrando que, ao dobrar o número de empregos, há um aumento significativo de 1% no desenvolvimento rural dos municípios, reforçando a importância da criação de postos de trabalho para o progresso territorial.

Assistência técnica: A descoberta de que a assistência técnica tem um efeito total negativo no desenvolvimento rural, dos municípios da região do Submédio São Francisco, é um resultado contraintuitivo que merece uma análise aprofundada. Comumente, a assistência técnica é vista como um pilar fundamental para o avanço da agricultura familiar e a melhoria das condições de vida na zona rural. No entanto, essa conclusão sugere que a mera existência de programas de assistência técnica não garante resultados positivos; a eficácia e a qualidade desses programas são cruciais. O efeito negativo pode ser explicado por uma série de ineficiências e falhas sistêmicas na implementação dos programas de assistência técnica. Esses programas podem não estar chegando aos agricultores mais vulneráveis ou em maior necessidade. O desenvolvimento rural vai além da produtividade agrícola. Ele engloba a melhoria da qualidade de vida, a sustentabilidade ambiental e a organização social. Se a assistência técnica se foca apenas em aumentar a produção sem considerar o acesso a mercados, a gestão de riscos ou a organização comunitária, seu impacto total sobre o desenvolvimento pode ser limitado ou até negativo. A consistência desse resultado com outras pesquisas, como a de Santos, Ferreira e Campos (2018), reforça a necessidade de uma reavaliação crítica dos modelos de assistência técnica atualmente em vigor. O estudo sugere que, para impulsionar o desenvolvimento rural, os programas precisam passar por uma profunda reestruturação, focando em uma abordagem participativa, adaptada à realidade local que aborde o desenvolvimento de forma mais abrangente.

Proporção de estabelecimentos com financiamento: O acesso a crédito é um fator que afeta o desenvolvimento rural, e sua importância é claramente evidenciada pelo impacto positivo que a proporção de estabelecimentos com financiamento tem sobre o IDR. Essa relação é especialmente relevante em regiões como o Submédio São Francisco, onde políticas de crédito bem direcionadas podem ser um diferencial para o crescimento. O financiamento atua como um elemento dinamizador, permitindo que os produtores rurais invistam em suas atividades e, conseqüentemente, impulsionem toda a economia local. Ao obter crédito, eles podem aumentar a produtividade, comprar insumos de melhor qualidade, como sementes e fertilizantes, investir em novas tecnologias, adquirir maquinário mais eficiente e melhorar a infraestrutura de suas propriedades. Apesar de tanto o crédito privado quanto o público contribuírem para o desenvolvimento, o financiamento público tem um papel particularmente crucial. Como aponta o estudo de Cienfuegos e Sánchez (2022), o uso de crédito público gera resultados ainda mais expressivos em termos de empreendedorismo, desenvolvimento econômico e crescimento populacional em áreas rurais. Isso ocorre porque, em geral, os programas de financiamento público são projetados para atender a uma ampla gama de produtores, incluindo aqueles com menor capacidade de investimento. Esses programas oferecem taxas de juros mais baixas, prazos mais longos e condições mais acessíveis, tornando-se ferramentas essenciais para a inclusão produtiva, o combate à desigualdade e o fortalecimento da agricultura familiar.

Valor médio dos contratos do Pronaf: Apesar de o financiamento rural ter um efeito positivo geral, a análise do valor médio dos contratos do Pronaf na região do Submédio São Francisco revela um ponto crítico, pois, por si só o valor médio dos contratos não tem um efeito significativo no desenvolvimento rural. Esse achado sugere que a mera existência de um certo volume de crédito não garante que ele irá impulsionar o desenvolvimento de uma região. O resultado pode indicar um problema de concentração de recursos. Em vez de o crédito ser distribuído de forma mais ampla, ele pode estar sendo direcionado a um pequeno número de beneficiários, que recebem contratos de valores mais altos. A eficácia de uma política pública como o Pronaf não deve ser medida apenas pelo valor total injetado na economia, mas sim pela sua capacidade de alcançar o maior número de famílias possível, garantindo que o crédito chegue a quem mais precisa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo cumpriu seu objetivo de analisar a dependência espacial do desenvolvimento rural e identificar os fatores determinantes do Índice de Desenvolvimento Rural (IDR) nos municípios da Região do Submédio São Francisco. Por meio de técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) e do modelo econométrico autorregressivo espacial (SAR), a pesquisa evidenciou a heterogeneidade da distribuição do desenvolvimento rural na região.

Os resultados demonstram a existência de padrões de autocorrelação espacial positiva, com a formação de *clusters* “Alto-Alto” em torno do polo Petrolina-Juazeiro e *clusters* “Baixo-Baixo” em outras áreas, indicando que municípios com alto (ou baixo) desenvolvimento tendem a estar rodeados por municípios com características semelhantes. Essa concentração de riqueza e desenvolvimento, impulsionada em grande parte pela fruticultura irrigada, ressalta a importância de um polo de desenvolvimento específico para a dinamização da economia regional. Por outro lado, a persistência de aglomerados de baixo desenvolvimento rural aponta para a necessidade de políticas públicas focadas em mitigar as desigualdades socioeconômicas existentes.

A análise econométrica confirmou que o IDR é significativamente influenciado de forma positiva por variáveis como o PIB *per capita*, o IDHM, o emprego em estabelecimentos agropecuários e a proporção de estabelecimentos com financiamento. A contribuição mais marcante foi do IDHM, reforçando a importância dos fatores sociais no processo de desenvolvimento rural. Assim, o modelo espacial de determinantes do desenvolvimento rural destaca a influência de fatores socioeconômicos e ambientais, a exceção é a assistência técnica, que apresenta relação inversa com o IDR.

Em termos de contribuição, este estudo avança no entendimento das dinâmicas de desenvolvimento no Submédio São Francisco, ao aplicar uma abordagem espacial que vai além da análise descritiva e quantifica a influência de diversas variáveis. As descobertas são fundamentais para subsidiar o planejamento de políticas públicas e a tomada de decisões estratégicas que visem a melhoria das condições de vida nas áreas rurais.

Para futuras pesquisas, sugere-se a realização de uma análise longitudinal para observar a evolução dos *clusters* espaciais ao longo do tempo. Outras variáveis que não foram exploradas, como infraestrutura de transporte, acesso à internet ou políticas específicas de desenvolvimento rural,



poderiam ser incluídas em modelos futuros para um entendimento ainda mais abrangente do tema. Sugere-se também que estudos posteriores avaliem o impacto das políticas públicas existentes e acompanhem o progresso ao longo do tempo. Tais abordagens personalizadas são essenciais para orientar futuras pesquisas e políticas de desenvolvimento rural na região e além.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, W. M. **Análise de convergência espacial de produtividade agrícola aplicada à região Nordeste do Brasil e aos municípios do estado do Ceará**. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2020.

ALMEIDA, E. S. **Econometria Espacial Aplicada**. 1ª ed. Campinas: Editora Alínea, 2012.

ALMEIDA, E. S.; PEROBELLI, F. S.; FERREIRA, P. G. C. Existe convergência espacial da produtividade agrícola no Brasil? **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 01, p. 31-52, jan./mar. 2008.

ANSELIN, L.; BERA A.K.; FLORAX, R.; YOON, M.J. Simple Diagnostic Tests for Spatial Dependence. **Regional Science and Urban Economics**, v. 26, p. 77-104, 1996.

ANSELIN, L.; BERA, A.K. Spatial dependence in linear regression models with an introduction to spatial econometrics. In: Ullah A. and Giles D. E. (eds.) **Handbook of Applied Economic Statistics**, Marcel Dekker, New York, p. 237-289, 1998.

ANSELIN, L. **Exploring Spatial Data with GeoDa**. A Work Book. Spatial Analysis Laboratory, University of Illinois. Center for Spatially Integrated Social Science, 2005.

ANSELIN, L. Local Indicator of Spatial Association-LISA. **Geographical Analysis**, v. 27, n. 02, p. 93-115, 1995.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. **Consulta**. Disponível em: < <http://www.atlasbrasil.org.br/consulta/planilha>>. Acessado em 13 de junho de 2023.

BANAKAR, V.; PATIL, S. V. A conceptual model of rural development index. **International Journal of Rural Development, Environment and Health Research (IJREH)**, v. 2, n. 4, p. 29-38, 2018.

BATISTELLA, P.; PRESOTTO, E.; LOVATO, L.G.; MARTINELLI, G. Rural Development Index (RDI) and GHG emissions of agricultural and livestock production: a spatial analysis of the Brazilian states. **Environment, Development and Sustainability**, v. 26, p. 3147–3164, 2022.

BCB – Banco Central do Brasil. **Matriz de Dados do Crédito Rural** MDCR. Disponível em: <<https://dadosabertos.bcb.gov.br/dataset/matrizedadoscreditorural>>. Acesso em: 15 de junho de 2023.

BUAINAIN, A. M.; SOUZA FILHO, H. M. **Agricultura familiar, agroecologia e desenvolvimento sustentável: questões para debate**. 1. Ed. Brasília: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), (Desenvolvimento Rural Sustentável, v. 5), 2006.

CBHSF – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **Municípios do Submédio São Francisco**. CBHSF, 2023. Disponível em: <<https://2017.cbhsaofrancisco.org.br/wp-content/uploads/2012/07/unicípios-cbhsf-submedio-são-francisco.pdf>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2023.

CIENFUEGOS, O.; SÁNCHEZ, A. Spatial Approach to Contribution of Public Policies to the Dynamization of the Rural Population. **Appl. Spatial Analysis**, v.15, p. 215–240, 2022.



CIMA, E. G.; URIBE-OPAZO, M. A.; ROCHA JUNIOR, W. F.; FRAGOSO, R. M. S. A Spatial Analysis of Western Paraná: scenarios for regional development. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, SP, v. 17, n. 2, p. 151-164, mai-ago. 2021.

CONDEPE-FIDEM – Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco. **Dados PIB dos Municípios de Pernambuco**. Disponível em: < http://www.condepefidem.pe.gov.br/c/document_library/get_file?p_l_id=20012&folderId=143167&name=DLFE-532502.xls>. Acesso em: 17 de junho de 2023.

CUI, H.; LUI, Z. Spatial-Temporal Pattern and Influencing Factors of the Urban Green Development Efficiency in Jing-Jin-Ji Region of China. **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 30, n.2, 1079-1093, 2021.

ELHORST, J. P. Linear spatial dependence models for cross-section data. In J. P. Elhorst (Eds.), **Spatial econometrics: from cross-sectional data to spatial panels** (SpringerBriefs in Regional Science, p. 5-36). Berlin: Springer, 2014.

FELEMA, J. **Agropecuária brasileira: uma análise dos determinantes do crescimento da produtividade controlando a dependência espacial**. 2021. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, USP - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba-SP, 2021. 143f.

FERREIRA, C. B. **Análise da produtividade agrícola no Vale do São Francisco: um estudo diante da escassez de recursos hídricos**. 89p. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo – USP, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba-SP, 2022.

FLORAX, R. J. G. M.; FOLMER, H.; REY, S. J. Specification searches in spatial econometrics: The relevance of Hendry's methodology. **Regional Science and Urban Economics**, Amsterdam, v. 33, n. 5, p. 557-579, 2003.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2017**. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017/resultados-definitivos>>. Acessado em 23 de maio de 2023.

KAGEYAMA, A. **Desenvolvimento rural: conceitos e aplicação ao caso brasileiro**. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2008.

LESAGE, J.; PACE, R. K. **Introdução à econometria espacial**. Chapman e Hall/CRC, 2009.

LIMA, R. J.; SOUSA, E. P. Desenvolvimento rural dos municípios da Região Integrada Petrolina (PE) – Juazeiro (BA). **Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas (UESB)**, Vitória da Conquista, Bahia, v. 14, n. 23, p. 1-18, 2017.

LOBÃO, M. S. P. **Desenvolvimento rural na Amazônia brasileira: determinantes, níveis e distribuição regional na década de 2000**. 184 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) – UNIOESTE, Toledo, 2018.

LOCATEL, C. D.; HESPAHOL, A. N. A nova concepção de desenvolvimento rural na União Europeia e no Brasil. **Caderno Prudentino de Geografia**, v. 1, n. 28, p. 121-136, 2006.

MAIER, D.; REMETE, A.-N.; CORDA, A.-M.; NASTASOIU, I.-A.; LAZĂR, P.-S.; POP, I.-A. et al. Territorial Distribution of EU Funds Allocation for Developments of Rural Romania during 2014-2020. **Sustainability**, v. 14, 506, 2022.

MATTEI, T. S.; CATTELAN, R.; ALVES, L. R. Grau de diversificação agropecuária e desenvolvimento rural: uma análise exploratória espacial para a região sul do Brasil. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 1, n. 51, p. 206-234, 2022.

MAZZOCCHI, C.; ORSI, L.; FERRAZZI, G.; CORSI, S. The dimension of agricultural diversification: a spatial analysis of italian municipalities. **Rural Sociology**, p. 1-30, 2019.

MORAN, P. The interpretation of statistical maps. **Journal of the Royal Statistical Society B**, 10, p. 243-251, 1948.

MOURA, J. E. A; CAMPOS, K. C. Assimetrias do desenvolvimento rural: uma análise para o MATOPIBA brasileiro. **Planejamento e Políticas Públicas**, n. 63, p. 1-29, 2022.



MOURA, J. E. A.; SOUSA, E. P. Análise multidimensional do desenvolvimento rural nos municípios cearenses e pernambucanos. **Geosul**, Florianópolis, Santa Catarina, v. 35, n. 76, p. 706-730, 2020.

NAVARRO, Z. Desenvolvimento rural no Brasil: os limites do passado e os caminhos do futuro. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 15, n. 43, p. 83-100, 2001.

OLIVEIRA, P. D. D.; LIMA, M. S. M. C. Situação econômica da fruticultura irrigada no Submédio do São Francisco: avaliação dos últimos anos. **Revista Ibero- Americana de Humanidades, Ciências e Educação- REASE**, v. 7, n. 6, p. 823-842, 2021.

PAES, R. A. **Alternativas para o Desenvolvimento Sustentável do Submédio São Francisco**. 2009. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2009.

PARRÉ, J. L. Interpretando o espaço rural: desenvolvimento, recursos naturais e infra-estrutura. In: 41º Encontro Nacional de Economia da ANPEC, 2013, Foz do Iguaçu, PR. **Anais**. 2013.

PAVAN, L. S. **Os determinantes da produtividade agrícola dos municípios paranaenses**: uma análise de dados espaciais. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2013.

PLOEG, J. D. V. D. Trajetórias do desenvolvimento rural: pesquisa comparativa internacional. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 13, n.27, p.114-140, maio/ago. 2011.

REGO, V. C. **Análise multidimensional do desenvolvimento rural na Amazônia Legal**: níveis, determinantes e análise espacial regional. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Desenvolvimento Urbano e Regional na Amazônia) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, Pará, 2022.

RODRIGUES, G. L. **Interação espacial entre os investimentos no PRONAF e o índice de desenvolvimento rural nos municípios do nordeste**. 58 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Administração e Desenvolvimento Rural) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

SANTOS, L. F.; FERREIRA, M. A. M.; CAMPOS, A. P. T. Rural development and family agriculture in the Brazilian state of Minas Gerais in the light of multivariate data analysis. **Interações** (Campo Grande), v.19, n.4, p. 827-843, 2018.

SCHNEIDER, S. Situando o desenvolvimento rural no Brasil: o contexto e as questões em debate. **Revista de Economia Política**, vol. 30, nº 3 (119), pp. 511-531, julho-setembro/2010.

SEI – Superintendência de Estudo Econômicos e Sociais da Bahia. **PIB municipal 2017**. Disponível em: < https://sei.ba.gov.br/images/pib/xls/municipal/pib_2017.xls>. Acessado em 17 de junho de 2023.

SOUZA, R. P. Indicadores de Desenvolvimento Rural: avanços para uma proposta de análise municipal. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, SP, v. 15, n. 2, Edição Especial, p. 120-128, mar/2019.

STEGE, A. L. **Análise da intensidade agrícola dos municípios de alguns estados brasileiros nos anos de 2000 e 2010**. 2015. 162 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

STUMPF JÚNIOR, W; BALSADI, O. V. Políticas públicas e pesquisa para o desenvolvimento rural no Brasil. p.511-529. In: **Políticas públicas de desenvolvimento rural no Brasil** / Organizadores: Catia Grisa e Sergio Schneider. Editora da UFRGS, 2015. 624 p.

VEIGA, J. E. **A face rural do desenvolvimento**: natureza, território e agricultura. Porto Alegre: Ed. Universidade / UFRGS, 2000.

WU, Z-J.; WU, D-F.; ZHU, M-J.; MA, P-F.; LI, Z-C.; LIANG, Y-X. Regional Differences in the Quality of Rural Development in Guangdong Province and Influencing Factors. **Sustainability**, v. 15, n. 3, p. 1855, 2023.



YU, D.; YANG, X.; ZHENG, L. Rural Development and Restructuring in Central China's Rural Areas: A Case Study of Eco-Urban Agglomeration around Poyang Lake, China. **Sustainability**, v. 15, n. 2, p. 1308, 2023.

ZEKIĆ, S.; KLEUT, Ž.; MATKOVSKI, B. An analysis of key indicators of rural development in Serbia: A comparison with EU countries. **Economic Annals**, v. 62, n. 214, p. 107-120, 2017.



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons
Atribuição 4.0 Internacional.



