



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CAMPUS AVANÇADO DE SOBRAL
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

FRANCISCO ADRIANO MARTINS DE SOUSA NETO

**ANÁLISE DA CONVERGÊNCIA ESPACIAL DO SETOR AGROPECUÁRIO NOS
MUNICÍPIOS DO ESTADO DO CEARÁ**

SOBRAL

2023

FRANCISCO ADRIANO MARTINS DE SOUSA NETO

ANÁLISE DA CONVERGÊNCIA ESPACIAL DO SETOR AGROPECUÁRIO NOS
MUNICÍPIOS DO ESTADO DO CEARÁ

Monografia apresentada ao Curso de Ciências
Econômicas do Campus de Sobral da
Universidade Federal do Ceará para adquirir o
título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Daniel de
Oliveira Mayorga

SOBRAL

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- N385a Neto, Francisco Adriano Martins de Sousa.
 ANÁLISE DA CONVERGÊNCIA ESPACIAL DO SETOR AGROPECUÁRIO NOS MUNICÍPIOS DO
 ESTADO DO CEARÁ / Francisco Adriano Martins de Sousa Neto. – 2023.
 45 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Sobral,
 Curso de Ciências Econômicas, Sobral, 2023.
 Orientação: Prof. Dr. Fernando Daniel de Oliveira Mayorga.
1. Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE). 2. Setor Agropecuário. 3. Econometria Espacial.
 4. Análise de convergência-; 5. Renda per capita. I. Título.

CDD 330

FRANCISCO ADRIANO MARTINS DE SOUSA NETO

ANÁLISE DA CONVERGÊNCIA ESPACIAL DO SETOR AGROPECUÁRIO NOS
MUNICÍPIOS DO ESTADO DO CEARÁ

Monografia apresentada ao Curso de Ciências
Econômicas do Campus de Sobral da
Universidade Federal do Ceará para adquirir o
título de Bacharel em Ciências Econômicas.

Aprovada em: __/__/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Fernando Daniel de Oliveira Mayorga (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC) – *Campus* Avançado de Sobral

Prof. Dr. Silvando Carmo de Oliveira
Universidade Federal do Ceará (UFC) – *Campus* Avançado de Sobral

Prof. Dr. Daniel Tomaz de Sousa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

À minha amada filha, companheira e melhor amiga, que recentemente nos deixou para descansar em paz, Nami. Eternamente em mim.

AGRADECIMENTOS

Aos meus avós Adriano e Antonieta por todo o suporte, amor, carinho, suor e confiança depositada em mim, para que assim fosse possível alcançar meus objetivos. Nada disso seria possível sem o sacrifício de vocês.

Aos meus pais Orlando e Liliane, por todo apoio e carinho. As minhas Tias Lilian e Lidiana, assim como meu Tio Alisson por todo apoio, conversa e conselhos, e pelos momentos de descontração e alegria, mesmo que distante.

Aos meus bichos que tanto estimo, Laika, Deluza, Jody e Luffy por todo momento mais puro de carinho, amor e diversão. E Oswaldo que descanse em paz.

À minha companheira de vida Danielle, por estar comigo nos momentos mais difíceis da minha vida me dando o máximo de apoio e sacrificando diversas coisas para que eu pudesse me empenhar e concluir essa etapa tão importante da minha vida.

Aos meu irmãos Rafael, Rafaela, Iana que tanto amo e aos meus primos Tauan, Clerton Filho, Emanuel, espero estar inspirando-os a buscarem seus sonhos e objetivos.

A todos os servidores da UFC que fizeram parte da minha caminhada e contribuíram de bom grado para o meu progresso. Em especial ao Professor Mayorga, pela orientação, suporte, compreensão e parceria durante toda a minha caminhada acadêmica no curso.

Aos meus amigos e companheiros de caminhada acadêmica que a UFC me proporcionou: Lidenberg, Lucas, Alexandre, Davi, João, Healber, Angelica, Carlos Alberto, Tainan, Camila, Yves e Samuel.

Às minhas amigas de trabalho que me apoiaram e fizeram ao máximo para facilitar minha jornada até a conclusão desse trabalho: Bruna, Neuvânia e Cris.

Aos meus amigos próximos e distantes que me foram parceiros, me ajudando a fugir dos problemas, me divertir com ótimas conversas, risadas e jogatinas: Salomão, Narhima, Diego, Gustavo, João Vitor e Cainã.

À Eiichi Oda pela criação da obra chamada *One Piece*, que foi meu grande refúgio durante um ano tão difícil e de grandes perdas como 2023.

A todos aqueles dos quais de alguma maneira contribuíram para eu chegar aonde cheguei, mas não foram citados em nome. Minha gratidão.

RESUMO

Segundo o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) o patamar de Valor Adicionado Bruto (VAB) para o setor da agropecuária para os municípios do estado do Ceará é um dos menores do país (IPECE, 2020). Portanto, esse trabalho tem como objetivo analisar e identificar se houve uma diminuição das diferenças inter-regionais no setor agropecuário para esses municípios no intervalo de 2002 a 2020. Durante a análise foi utilizada a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) com o uso da estatística I de Moran, tendo em vista evidenciar autocorrelação espacial, além do emprego de um Indicador Local de Associação Espacial (LISA) tendo em vista identificar *Clusters* espaciais. A seguir, estimou-se uma regressão de convergência- β objetivando detectar a presença de convergência para a amostra analisada. Dessa forma, foi possível determinar se o VAB *per capita* converge a um estado estacionário em comum, evidenciando que municípios com patamares inferiores de VAB *per capita* agropecuário teriam crescido a taxas superiores se comparados a municípios com patamares superiores. Com os resultados logrados da análise sobre o I de Moran verificou-se autocorrelação espacial positiva e a presença majoritária de clusters do tipo Alto - Alto (AA) e Baixo - Baixo (BB). Já após estimar a regressão para convergência- β absoluta observou-se coeficiente- β negativo, evidenciando o suposto durante o estudo que há convergência para o VAB *per capita* do setor agropecuário dos municípios do estado do Ceará no período estudado.

Palavras-chave: Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), Ceará, Setor Agropecuário, Análise de convergência- β , Econometria Espacial.

ABSTRACT

According to the Institute for Research and Economic Strategy of Ceara (IPECE), the level of Gross Value Added (GVA) for the agricultural sector for the municipalities of the state of Ceara is one of the lowest in the country (IPECE, 2020). Therefore, this study aims to analyze and identify whether there was a decrease in interregional differences in the agricultural sector for these municipalities in the period from 2002 to 2020. During the analysis, the Exploratory Analysis of Spatial Data (AEDE) was used with the use of Moran's I statistic to evidence spatial autocorrelation, in addition to the use of a Local Indicator of Spatial Association (LISA) to identify spatial clusters. Next, a convergence- β regression was estimated to detect the presence of convergence for the analyzed sample. Thus, it was possible to determine whether the GVA *per capita* converges to a common steady state, showing that municipalities with lower levels of GVA *per capita* agriculture would have grown at higher rates compared to municipalities with higher levels. With the results of the analysis on Moran's I, positive spatial autocorrelation, and the majority presence of High-High (AA) and Low-Low (BB) clusters were verified. On the other hand, after estimating the regression for absolute β convergence, a negative β coefficient was observed, evidencing the assumption during the study that there is convergence for the GVA *per capita* of the agricultural sector of the municipalities of the state of Ceara in the period studied.

Keywords: Exploratory Analysis of Spatial Data (AEDE), Ceara, agricultural sector, β -convergence analysis, Spatial Econometrics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama de Dispersão de Moran	24
Figura 2 - Distribuição Espacial do VAB <i>per capita</i> do setor agropecuário nos municípios do estado do Ceará (2002).	29
Figura 3 - Distribuição Espacial do VAB <i>per capita</i> do setor agropecuário nos municípios do estado do Ceará (2020).	30
Figura 4 - Taxa de Crescimento do VAB <i>per capita</i> do setor agropecuário nos municípios do estado do Ceará (2002 - 2020).	32
Figura 5 - Gráfico de Dispersão de Moran para o VAB <i>per capita</i> do setor agropecuário nos municípios do estado do Ceará (2020).	33
Figura 6 - Mapa de Aglomeração LISA do VAB <i>per capita</i> do setor agropecuário dos municípios cearenses (2020).	34
Figura 7 - Mapa da distribuição do VAB do setor agropecuário nos municípios do estado do Ceará (2020).	44
Figura 8 - Teste de pseudo-significância do Índice de Moran para o VAB <i>per capita</i> (2020).	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados dos testes para o modelo MQO.	35
Tabela 2 - Resultados para os modelos MQO, SEM e SAR.....	37
Tabela 3 - Resultados da regressão do modelo de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). ..	43
Tabela 4 - Resultados da regressão do modelo do Erro Espacial (SEM).	43
Tabela 5 - Resultados da regressão do modelo de Defasagem Espacial (SAR).	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Variáveis utilizadas.....	21
--------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

VAB	Valor Adicionado Bruto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
AEDE	Análise Exploratória dos Dados Espaciais
ML	Multiplicador de Lagrange
MLR	Multiplicador de Lagrange Robusto
MLR p	Multiplicador de Lagrange Robusto Defasado
MLR λ	Multiplicador de Lagrange Robusto do Erro
AA	Alto - Alto
BB	Baixo - Baixo
AB	Alto - Baixo
BA	Baixo - Alto

LISTA DE SÍMBOLOS

β	Beta
λ	Lambda
α	Alpha
ϱ	Rhô
σ	Sigma

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	18
3	METODOLOGIA.....	21
3.1.	Base de dados	21
3.2.	Análise exploratória de dados espaciais	22
3.3.	Autocorrelação espacial global e local.....	23
3.4.	Análise de convergência espacial	25
3.4.1	<i>Modelo do Erro Espacial (SEM – Spatial Error Model).....</i>	26
3.4.2	<i>Modelo de Defasagem Espacial (SAR – Spatial Auto Regressive).....</i>	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
4.1.	Análise exploratória	28
4.2.	Análise de autocorrelação espacial	32
4.3.	Análise da convergência espacial para o VAB <i>per capita</i> do setor agropecuário.....	35
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38

1 INTRODUÇÃO

A agropecuária demonstrou ser um setor de muita relevância para a economia brasileira, reverberando positivamente na estrutura econômica do país, sendo um dos maiores responsáveis pelo volume exportado, com cerca de 48% do total (MAPA, 2020). Tornando-se assim, um grande agente promotor do desenvolvimento e redução de disparidades econômicas. Importância essa evidenciada na relevante participação do setor agropecuário no PIB brasileiro, representado por 24,31% do valor adicionado bruto agropecuário no Brasil (CEPEA, 2020).

Na região Nordeste no ano respectivo a 2019, a região exibiu uma participação de 2,37% do total do Valor Adicionado Bruto (VAB) agropecuário brasileiro. Assim como o estado do Ceará, contendo 12,29% de participação do VAB deste total da região Nordeste (IPECE, 2020). Participação essa que se concentra majoritariamente em 6 municípios que têm 30,3% desse total, e como maior produtor sendo Guaraciaba do Norte (5,41% do total), situado na região da Serra da Ibiapaba, que também é a região onde se concentra a maior concentração desse valor produzido, com foco nas seguintes culturas: banana, batata-doce, maracujá e tomate.

Além de outros municípios com grandes contribuições e potencial produtivo de fora da região da Ibiapaba, tem-se: Limoeiro do Norte na Chapada do Apodi com a maior produção de sementes de milho e Beberibe com uma das maiores produções de castanha de caju do estado do Ceará, e respectivamente com 2,85% e 2,06% de participação do total no VAB agropecuário estadual (IPECE, 2020).

Isto posto, torna-se fundamental levantar hipóteses buscando analisar melhor esse cenário, assim, verificar se regiões com maior nível produtivo e maior VAB agropecuário podem influenciar positivamente nas regiões contíguas. Ressaltando os frutos advindos de ganhos no setor, como observado por Pacheco & Menezes (2020), que inovações agrícolas tendem a gerar ganho de bem-estar geral, tendo um efeito transbordamento por toda cadeia, desde aumento de produção, redução do preço de *commodities*, até mesmo aumento salarial e crescimento econômico aliado a redução de disparidades.

Tendo em vista a possibilidade de convergência, esse estudo traz a suposição de que essas regiões mais prósperas podem, em determinada localidade, proporcionar uma expansão do setor no médio e longo prazo, tendo em vista um patamar estacionário em comum, resultando assim, em uma diminuição na disparidade da distribuição do VAB, dado que Hoffman (2020) ressalta que desigualdades inter-regiões no setor agrícola são prejudiciais e impulsionam o aumento de desigualdade de renda, assim aumentando a disparidade em um contexto mais amplo. Disparidades regionais presentes no setor agropecuário trazem à tona essa

problemática para discussão, demonstrando a necessidade de combater tais lacunas de natureza social e econômica com a finalidade de proporcionar maior bem-estar social. Crê-se que esse estudo demonstra sua importância por poder auxiliar na designação de políticas voltadas a agropecuária de maneira mais adequada a cada município.

Importante salientar o contexto de adversidades climáticas e vulnerabilidade socioeconômica que regiões semiáridas do nordeste do Brasil estão inseridas. A região Nordeste, assim como o Ceará são amostras bastante representativas desse contexto que severamente afeta a sociedade como um todo, mas também o setor agropecuário. Condições adversas essas caracterizadas por secas prolongadas em anos consecutivos, como observado na amostra analisada para o intervalo de 2012 a 2018, baixos índices pluviométricos mesmo em anos de não-seca, irregularidade no regime de chuvas, além do processo de desertificação presente em áreas extensas, além de outros aspectos socioeconômicos presentes na região, como alta concentração de pobreza, desigualdade social e de renda (SEPLAG, 2020).

Portanto, observa-se que esses aspectos afetam em um grau relevante o desenvolvimento regional e econômico, principalmente no que diz respeito às questões climáticas dos municípios cearenses. Com isso em vista, o presente estudo objetiva analisar de que maneira se dá o comportamento do VAB agropecuário a nível municipal e populacional, além de testar a possibilidade da convergência espacial do indicador nos municípios cearenses, dado o período analisado de 2002-2020. Levando em conta que o Ceará está inserido na parcela do país com os menores patamares de valor adicionado bruto e de produtividade do setor agropecuário (IPECE, 2022).

Portanto visa-se entender se há de fato a confirmação da hipótese em teste, sendo o indicativo de convergência espacial para o VAB *per capita* agropecuário, analisaremos os 184 municípios que compõem o estado o Ceará, ou seja, em que escala se dá essa disparidade de renda, e se há crescimento mais acelerado das economias agrícolas mais pobres se comparada às economias agrícolas mais prósperas.

O presente estudo está dividido nas seguintes seções: A primeira seção, composta pela introdução, a segunda seção trata acerca da revisão de literatura sobre o processo de convergência espacial e análise exploratória dos dados. A terceira seção disporá sobre a metodologia utilizada na análise, assim como a base de dados. Na quarta seção teremos uma discussão e a apresentação dos resultados obtidos pelo trabalho e na quinta e última seção abrangerá considerações finais acerca de todo o trabalho.

Objetivo Geral

- Verificar o indicativo da presença da convergência do valor adicionado bruto *per capita* do setor agropecuário nos municípios do estado do Ceará.

Objetivos específicos

- Analisar a forma como o VAB *per capita* do setor agropecuário está distribuído espacialmente nos municípios do estado do Ceará no período de análise.
- Checar a existência de autocorrelação espacial local e global por intermédio de uma Análise Exploratória de Dados Espaciais.
- Verificar através da estimação de convergência- β absoluta se há redução das disparidades regionais tendo em vista o longo termo do período analisado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Buscando embasar teoricamente a relevância e concretude do presente trabalho por intermédio de uma revisão bibliográfica do tema, esta seção terá como objetivo trazer ideias e conceitos abordados em diversos estudos acerca da literatura sobre análise do processo de convergência, além da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE).

No contexto teórico a convergência parte de um conceito que primordialmente é baseado no modelo de crescimento econômico de Solow. Segundo o modelo, regiões mais pobres têm a tendência de se aproximar de uma trajetória de equilíbrio em relação a regiões com patamares de desenvolvimento maior, ao longo do tempo. Solow (1956) argumenta que locais que exibem maior acúmulo de capital demonstram tendência de um retorno relacionado ao capital inferior em comparação com aquelas com menor volume. Esse fator proporciona um movimento do capital, fazendo com que haja uma migração desse capital para locais com retornos marginais superiores.

De outro modo, baseando-se também na lei de rendimentos decrescentes, o modelo de Solow demonstra de forma clara que economias menores e mais pobres têm uma tendência geral de crescimento mais acelerado em sua renda, quando comparadas com economias mais desenvolvidas e ricas. Esse processo acaba por resultar em uma diminuição da disparidade inter-regional de renda no processo que envolve a convergência.

Com esse intuito, o tema dispõe de uma literatura bem vasta no que diz respeito às diferenças inter-regiões e de análise da convergência da renda *per capita* regional, assim como a convergência da renda *per capita* entre as regiões, além das disparidades regionais e como reduzi-la por intermédio desse fenômeno, proporcionando desenvolvimento econômico, seja ele em um determinado setor ou no âmbito macroeconômico da região objetivada.

Na pesquisa promovida por Baumol (1986), tentou-se observar a convergência entre regiões para a renda *per capita* e qual impacto disso na taxa de crescimento das regiões estudadas. Subdividiu-se em três grupos de economias nos dados analisados e ao final do estudo confirmou-se a suposição de convergência dado o período analisado de 1870 a 1979. Dessa forma, conclui-se que as economias em patamar superior de riqueza e desenvolvimento, cresceram em menores taxas se comparadas a economias de patamares inferiores de riqueza e desenvolvimento.

Já Barro e Sala-I-Martin (1990) fizeram uma análise através de modelos econométricos neoclássicos assumindo inovação tecnológica difundida entre essas economias estudadas, para

assim estimar a convergência- β absoluta¹, convergência- β condicional² e convergência- σ ³. O período analisado foi de 1840 a 1990 para 48 estados dos Estados Unidos, onde foi possível evidenciar a velocidade de convergência- β anual de cerca de 2%.

Outrora a pesquisa de Barro e Sala-I-Martin (2006) teve como cerne do estudo buscar a hipótese de convergência da renda. Neste caso compreendendo o intervalo de 1970 a 2000, analisando 138 países, onde foi possível enxergar a existência de uma redução na desigualdade mundial em um intervalo dentro do período da amostra, corroborando com a hipótese de que a convergência afeta positivamente a diminuição de disparidades regionais.

No estudo de Simionescu (2014) sobre convergência, é ressaltado que para se obter a resposta sobre a existência ou não de convergência em determinada pesquisa, faz-se necessário uso de uma estimação precisa para que se possa captar as reais interações entre as unidades de espaço que se está estudando com auxílio de um modelo de defasagem espacial, para que assim seja possível obter com exatidão a constatação da hipótese de convergência absoluta da renda de um país ou região.

Segundo Lopes (2004), existem três fatores para se analisar o processo que envolve a convergência da produtividade agrícola: (i) a ocorrência de mudanças estruturais no processo de produção (diretamente relacionados a inovações tecnológicas e/ou incentivadas por políticas públicas); (ii) o fenômeno da difusão tecnológica de novas sementes, novos sistemas de plantio e implementos agrícolas; e (iii), a eliminação de obstáculos ao crescimento da produção, como restrições ambientais, carência no setor de logística e de financiamento.

No estudo de Barreto e Almeida (2010), foi possível notar a existência da influência de efeitos do espaço acerca dos municípios do estado do Ceará no período de 1996 a 2003 através de técnicas de econometria espacial, corroborando para o evidenciar a convergência absoluta no PIB *per capita* na distribuição do espaço intermunicípios, proporcionando redução das desigualdades inter-regionais da amostra estudada.

Já Barreto e Almeida (2009), em estudo sobre dependência e heterogeneidade espacial para o VAB agropecuário para um período analisado de 1986 a 2004 para os estados do Brasil, utilizando metodologia de econometria espacial, onde levaram em consideração o aspecto de dependência condicional espacial para a variável estudada, foi possível observar um crescimento da variável, que sofreu influência direta de variáveis como crédito rural, quantidade

¹ Considera que economias mais pobres de forma generalizada crescem a taxas superiores em relação as mais ricas.

² Considera que economias mais pobres convergem para um estado estacionário comum apenas quando possuem características semelhantes.

³ Considera que economias convergem quando reduzem o seu nível de dispersão da renda entre países e regiões.

de trabalhadores, capital físico do setor agropecuário, além de externalidades.

Tabosa (2020) analisou a vigência de convergência em desvios do PIB agropecuário dos estados brasileiros no intervalo de 2001 a 2009, onde foram utilizados métodos de econometria espacial aplicados a dados em painel meias-vidas para estimar a velocidade na qual o PIB do setor agropecuário convergia para o seu estado estacionário. Foi constatada convergência, com valores que demonstraram que em média estes desvios do PIB demoravam cerca de 12 meses para alcançar o patamar de nível de equilíbrio na amostra analisada.

Rodrigues (2010) analisou a convergência espacial da produtividade na produção de castanha de caju no estado do Ceará para alguns subperíodos dentro do intervalo de tempo dos anos 2000 a 2015 e concluiu que há convergência na produtividade média da cajucultura, além da formação de agrupamentos onde municípios com níveis superiores de produtividade demonstraram estar cercados por outros municípios com níveis semelhantes de produtividade no setor, e de forma contrário também seguia o mesmo comportamento no tocante aos municípios com níveis mais baixos de produtividade. Além de verificar que para reduzir disparidades regionais em até 50% no que diz respeito a produtividade, seriam necessários em média de 13 a 16 anos nos subperíodos analisados.

Portanto, por meio dos estudos analisados acerca do tema percebe-se a relevância dado o emprego da análise de convergência espacial afim de diagnosticar possíveis reduções nas disparidades regionais para a variável de interesse ao longo de todo o período de estudo, considerando também a importância do setor agropecuário dado sua relevância na promoção de bem-estar.

3 METODOLOGIA

3.1. Base de dados

Fez-se uso dos seguintes dados compostos por três variáveis, sendo a principal variável *per capita*, um produto da razão do valor adicionado bruto (VAB) agropecuário e a população total residente em cada município cearense no período compreendido entre 2002 e 2020. Os dados citados foram extraídos do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE, 2023) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023). A escolha da variável *per capita* foi feita por ser a forma mais difundida na literatura sobre Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) para se definir um indicador de maior intensidade, proporcionando assim menor caráter espúrio a correlação da variável com posteriores resultados a serem obtidos, dado o uso de determinada variável intensiva ou não absoluta (Anselin, 2005). A seguir vemos o quadro 1 exemplificando todas as variáveis:

Quadro 1 - Variáveis utilizadas

Variável	Descrição	Fonte
Valor adicionado bruto (VAB) - Agropecuária (R\$ mil) ⁴	Valor que a atividade adiciona aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo. Contribuição ao produto interno bruto pelas diversas atividades econômicas.	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE (2023) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2023).
Valor adicionado bruto (VAB) - Agropecuária <i>per capita</i> (R\$)	Valor adicionado do setor agropecuário populacional.	Instituto de Pesquisa e Econômica Aplicada - IPEA (2023) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2023).
População total residente estimada	População residente estimada a nível municipal.	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2023).

Fonte: Elaboração própria a partir das informações retiradas do portal do IBGE e IPECE.

⁴ As variáveis de Renda utilizadas estão ao nível do Índice de Preços de 2010.

3.2. Análise exploratória de dados espaciais

A AEDE é uma ferramenta que permite destrinchar e visualizar as informações contidas nos dados espaciais de interesse da pesquisa. Essa etapa é de extrema importância para que a análise e observação dos dados esteja minimamente acurada. Assim, a priori faz-se necessário utilizar da Análise Exploratória dos Dados Espaciais (AEDE) como etapa prévia à estimação de um modelo de regressão como proposto por Tukey (1977).

Dessa forma, previamente a estimação do modelo que busca sondar a possibilidade de convergência no setor agropecuário, é necessário que se observe se o conjunto de dados de interesse seguem a premissa de aleatoriedade da distribuição no espaço, ou seja, que os valores destes dados na região i não dependem dos valores do mesmo indicador na região j . Dessa forma, para que seja possível observar essa característica, é necessário a adoção de estatísticas de abrangência global para autocorrelação espacial como por exemplo o Índice de Moran, que é a técnica utilizada no presente estudo para que assim fosse possível detectar esta variabilidade dos dados.

Portanto, a heterogeneidade espacial ou variabilidade dos dados no espaço inserido pode ser antecipada através das técnicas da AEDE, principalmente quando se busca por regimes espaciais ou instabilidade estrutural, além de se fazer necessário o uso na detecção de outliers nos resíduos de uma regressão (ANSELIN, 1999).

Para dar seguimento ao uso da AEDE, é necessário definir o tipo de matriz de pesos espaciais (W) que se pretende utilizar. Tal matriz de pesos (W) nada mais é do que uma matriz quadrada de dimensões n por n , onde os pesos espaciais sinalizam a intensidade da conexão espacial entre uma região i e uma região j , além de suas influências sobre as suas respectivas vizinhanças, podendo ter diferentes tipos de critérios a se adotar para as matrizes de peso, como: critério socioeconômico ou critério de proximidade geográfica.

Fez-se uso da matriz de proximidade do tipo contiguidade Rainha (*Queen*) de ordem 1 tendo em vista avaliar um valor k de vizinhanças mais adjacentes através da matriz de contiguidade, $W_{ij} = \frac{1 \text{ se } i \text{ e } j \text{ forem contíguos}}{0 \text{ se } i \text{ e } j \text{ não forem contíguos}}$, atribuindo valor igual a 1 se i e j forem contíguos no espaço e 0 caso contrário.

3.3. Autocorrelação espacial global e local

Com a definição da matriz de pesos espaciais (W) que será utilizada no estudo, torna-se fundamental o uso de estatísticas como I de Moran para a interpretação das medidas de autocorrelação, além da identificação por intermédio do mapa de Dispersão de Moran dos possíveis padrões lineares de associação que possam existir nesses dados.

A ferramenta estatística I de Moran é responsável por demonstrar se há autocorrelação espacial, através de um grau de intensidade de associação espacial. Essa estatística nada mais é do que um coeficiente de autocorrelação espacial, que utiliza medidas de autocovariância cruzada de um produto. Calcula-se um valor por intermédio do I de Moran, que deverá ser idêntico ao seu valor esperado, representado algebricamente por: $E(I) = -\left[\left(\frac{1}{n-1}\right)\right]$. Assim, podemos determinar se há ou não padrão espacial na base de dados utilizada (Cliff e Ord, 1981).

$$I = \left(\frac{n}{S_0}\right) \left(\frac{z'Wz}{z'z}\right) \quad (1)$$

A estatística I de Moran é definida com base na equação (1), com n sendo a quantidade de municípios; Wz determina os valores consoante com as regiões contíguas; z representa o VAB do setor agropecuário no estado do Ceará; S_0 sendo um somatório dos elementos contidos na matriz espacial (W).

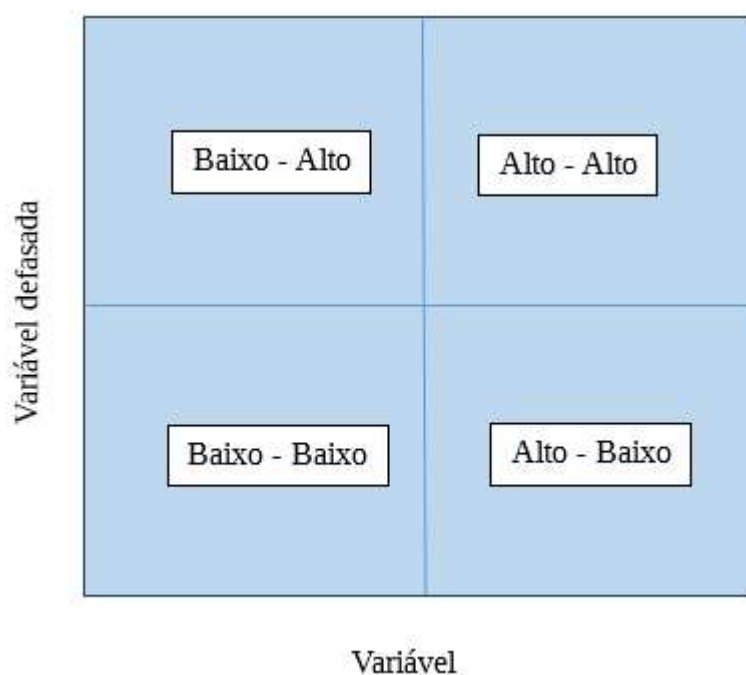
A hipótese nula a ser testada é de aleatoriedade espacial. Caso o valor observado seja superior ao valor esperado, tendo em vista um patamar estatisticamente significativo de 5%, podemos concluir que há autocorrelação positiva, e caso contrário para valores encontrados inferiores ao valor esperado (autocorrelação negativa). Então, valores positivos da estatística I de Moran indicam municípios com vizinhanças semelhantes no que concerne ao patamar de VAB agropecuário, seja para valores de VAB maiores ou menores. De forma contrária, para municípios com valores de I de Moran negativo, observamos vizinhos dissimilares, ou seja, uma dispersão espacial.

Os Indicadores Locais de Associação Espacial, ou LISA (*Local Indicator of Spatial Association*) tem importância para que seja possível avaliar certos padrões espaciais associados localmente, que podem passar despercebidos quando analisados apenas por estatísticas globais, como dito por Saith & Kamitani (2016).

Na Figura 1 podemos visualizar uma representação do diagrama de dispersão de Moran, ferramenta utilizada para que seja possível observar padrões locais espacialmente associados entre determinadas regiões. o Diagrama é subdividido em 4 quadrantes de possíveis padrões de associação, sendo estes: Baixo - Alto, Alto - Alto, Baixo - Baixo e Alto - Baixo (BA, AA, BB,

AB). Onde, as regiões observadas com padrões espaciais nos quadrantes de Alto - Alto (AA) e Baixo - Baixo (BB), indicam um diagnóstico de autocorrelação espacial positiva e, portanto, são agrupamentos de valor similares.

Figura 1 - Diagrama de Dispersão de Moran



Fonte: Modificado de Anselin (1988).

Para Almeida (2012) esses agrupamentos similares estarão em acordo dada a suposição de autocorrelação espacial positiva, quando os valores altos da região estudada se agruparem e de forma similar para os valores menores, que seriam os casos presentes nos quadrantes Alto – Alto (AA) e Baixo – Baixo (BB), respectivamente. Já as regiões notadas nos quadrantes Baixo - Alto (BA) e Alto - Baixo (AB), denotam autocorrelação espacial negativa e, portanto, agrupamentos de valores dissimilares. De maneira análoga, teremos regiões com patamares maiores para VAB *per capita* agropecuário rodeadas de regiões com prevalência de valores inferiores de VAB *per capita* e vice-versa, que representam respectivamente os quadrantes Baixo – Alto e Alto - Baixo.

Analisando elementos a um nível local, faz-se uso do mapa de dispersão. Os resultados expostos através desses indicadores globais, como o Índice de Moran, proporcionam uma mensuração da associação espacial em forma de um valor, para um determinado aglomerado de dados de interesse.

Em caso da necessidade de uma investigação mais individual implica-se a necessidade do uso de indicadores locais, como o LISA, que demonstram um determinado valor em concordância com cada área i em relação ao seu vizinho j , para que assim seja possível identificar agrupamentos. O uso de indicadores locais faz possível destrinchar indicadores de patamar global visando observar de forma mais acurada as observações individuais contidas naqueles dados, como sugerido por Anselin (1995).

3.4. Análise de convergência espacial

A definição do melhor estimador a ser utilizado neste trabalho vem dos métodos mais utilizados e difundidos na literatura sobre o tema. Há uma diversidade de modelos e formas de aplicá-los, mas o modelo que se encaixa melhor aos moldes e objetivo deste trabalho foi o modelo utilizado por Sala-I-Martin (1995), onde o autor decidiu estimar a convergência- β com a finalidade de observar e demonstrar se há ocorrência de um crescimento mais rápido de determinadas economias, quando comparada com seus vizinhos próximos.

Através da estimação de convergência- β absoluta, utilizamos como variável explicativa o valor adicionado bruto (VAB) *per capita* do setor agropecuário no patamar municipal no estado do Ceará, para o ano de 2002. E como variável dependente temos a taxa de crescimento do valor adicionado bruto (VAB) *per capita* do setor agropecuário, que é dada por $\ln\left(\frac{VA_{i(t)}}{VA_{i(t-n)}}\right)$ sendo o logaritmo natural da razão do VAB *per capita* no determinado período t e o VAB *per capita* no período $t-n$; α representando uma constante qualquer; β caracteriza a velocidade que a variável converge a média; i é o indexador da região inserida e ε_i sendo o termo de erro, conforme equação (2) logo abaixo.

$$\ln\left(\frac{VA_{i(t)}}{VA_{i(t-n)}}\right) = \alpha + \beta \ln(VA_{i(t-n)}) + \varepsilon_i \quad (2)$$

A interpretação do modelo segundo estudos de Baumol (1986) e Barro e Sala-I-Martin (1995) norteiam que, na presença de valor negativo para o coeficiente- β temos convergência absoluta e caso contrário para valor positivo do coeficiente- β . Portanto, o modelo de convergência- β busca determinar se houve diminuição das disparidades no tocante aos valores do VAB *per capita* agropecuário no patamar municipal ao longo do período de análise.

Com o propósito de identificar o melhor estimador para convergência- β , foi aplicado a seguinte abordagem baseado em Florax, Folmer e Rey (2003):

Primeiramente estima-se o modelo clássico de regressão linear (MCRL) por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). A seguir, testa-se a ausência da dependência espacial por

omissão de uma variável dependente defasada espacialmente, através da interpretação dos testes de ML para a Defasagem Espacial (MLp) e o ML para o Erro Espacial ($ML\lambda$). Se ambos estes testes não demonstrarem significância estatística, a estimação se dará através do MQO como forma definitiva. Caso ocorra o contrário, seguimos para os próximos passos: caso ambos os testes se mostrem significativos, o modelo escolhido deverá apresentar maior significância no teste robusto para ML. Sendo $MLRp > MLR\lambda$, define-se como estimador mais apropriado o modelo de defasagem espacial (SAR). De forma contrária, $MLR\lambda > MLRp$, tem-se como mais apropriado o modelo de Erro Espacial (SEM).

3.4.1 Modelo do Erro Espacial (SEM – Spatial Error Model)

Com a determinação do modelo mais apropriado para a situação, temos o modelo de Erro Espacial (SEM). De forma intuitiva, para Almeida (2012) o modelo se dá por um padrão espacial observado no termo de erro, que é dado pelos efeitos que não foram modelados por medidas inadequadas, que não seguem a premissa de distribuição espacial aleatória e estão necessariamente autocorrelacionados espacialmente. É levantado que esses efeitos não modelados citados anteriormente não podem estar correlacionados com as variáveis dependentes de uma regressão. Algebricamente, temos o seguinte modelo:

$$\ln\left(\frac{VA_{i(t)}}{VA_{i(t-n)}}\right) = \alpha + \beta \ln(VA_{i(t-n)}) + (I + \lambda W)\varepsilon \quad (3)$$

Na equação (3), temos que W é a matriz de k vizinhos utilizada no cálculo do I de Moran. Onde, λ quando assumir um valor nulo, temos inexistência de autocorrelação espacial positiva, de forma contrária com $\lambda \neq 0$, o choque em uma unidade geográfica se alastra não apenas em seus vizinhos contíguos, mas também por todas as demais unidades.

3.4.2 Modelo de Defasagem Espacial (SAR – Spatial Auto Regressive)

Dada a especificação do modelo SAR, que tem como objetivo determinar que o valor de uma determinada variável dependente (y) observada em uma dada região, seja determinado pelas médias dos valores da variável dependente observados nas suas regiões contíguas (Wy), e que sofra influência aleatória dado um termo de erro (ε_i). Nesse caso, é introduzida uma defasagem espacial como variável independente na equação de convergência- β . Algebricamente temos o seguinte modelo da equação (4):

$$\ln\left(\frac{VA_{i(t)}}{VA_{i(t-n)}}\right) = \alpha + \beta \ln(VA_{i(t-n)}) + pW \ln\left(\frac{VA_{i(t)}}{VA_{i(t-n)}}\right) + \varepsilon_i \quad (4)$$

Através da equação a análise a ser buscada parte dos seguintes parâmetros, com p sendo o coeficiente de defasagem espacial. Para valores positivos de p , temos autocorrelação global positiva. Caso contrário, com valores de p negativos, temos indicação de autocorrelação global negativa. Em casos de parâmetro estatisticamente insignificante, considera-se o valor do coeficiente como zero, indicando assim inexistência de autocorrelação espacial.

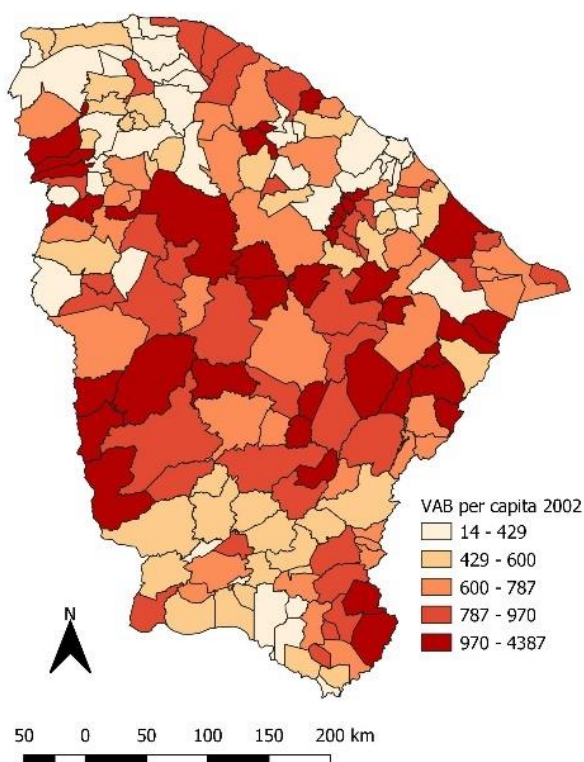
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Análise exploratória

Na presente seção serão apresentados os resultados da análise exploratória de dados espaciais, mais especificamente a distribuição espacial do VAB *per capita* dos anos de 2002, 2020, assim como a distribuição espacial da taxa de crescimento do VAB *per capita* agropecuário entre os dois períodos (2002 – 2020), realçando as áreas de aglomeração do VAB *per capita* de 2020 e da taxa crescimento entre 2002 e 2020. Finalmente, serão apresentados os resultados dos coeficientes das regressões, com o objetivo de verificar convergência- β absoluta do VAB *per capita* entre 2002 e 2020.

Na figura 2, observa-se o comportamento de distribuição do VAB a nível de indivíduo no início do período (2002). Pode-se perceber uma lacuna considerável entre o menor e o maior valor de VAB *per capita* encontrado, confirmando um cenário de grande disparidade inter-regional inicialmente. Entre os municípios com as tonalidades mais escuras do mapa, tem-se os maiores patamares encontrados para o VAB *per capita*. De acordo com a separação por regiões de planejamento conforme IPECE (2015), observa-se os principais agrupamentos de altos valores nas seguintes regiões: Serra da Ibiapaba com 4 municípios (Tianguá, Ibiapina, Guaraciaba do Norte e Ubajara), Vale do Jaguaribe com 5 municípios (Jaguaretama, Jaguaribara, Alto Santo, São João do Jaguaribe e Potiretama) e por fim Sertão de Crateús/Inhamuns com 4 municípios (Independência, Novo Oriente, Quiterianópolis e Parambu). A seguir, citando as regiões contendo os menores valores, temos diversos municípios da região da Grande Fortaleza (Fortaleza, Maracanaú, Caucaia, Itaitinga, Pacatuba), mas também na região do Sertão de Sobral (Sobral, Massapê, Irauçuba, Miraíma). Respectivamente das regiões citadas, a região metropolitana da Grande Fortaleza demonstra alto grau de urbanização, já em relação a região do Sertão de Sobral temos diversos municípios situados em áreas com processo de desertificação avançado, dessa forma espera-se uma tendência de baixos níveis de VAB *per capita* agropecuária como demonstrado.

Figura 2 - Distribuição Espacial do VAB *per capita* do setor agropecuário nos municípios do estado do Ceará (2002).

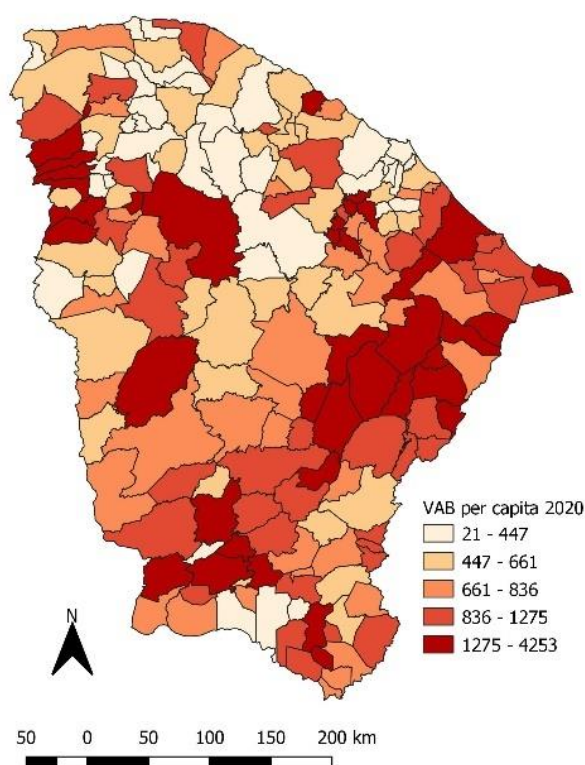


Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados do GEODA e QGIS.

Na Figura 3, assim como na análise feita para o VAB *per capita* de 2002, trechos do mapa com tonalidade mais escura representam regiões municipais contendo patamares superiores para VAB *per capita* agropecuário de 2020. Já regiões demonstrando tonalidade mais clara são municípios apresentando patamares menores para VAB *per capita* agropecuário, ou seja, regiões com valores menos representativos. Ainda, observando a Figura 3, visualizamos grandes agrupamentos espaciais de municípios contendo patamar elevado para VAB *per capita* do setor agropecuário, com destaque principal para duas regiões: Situada mais a Noroeste do estado, temos a Serra da Ibiapaba como uma das principais regiões observadas, contendo 5 municípios (Guaraciaba do Norte, Croatá, Ibiapina, Ubajara e Tianguá) do total de 37 dos maiores valores obtidos para VAB *per capita* agropecuária, com forte produção agrícola tendo destaque para plantio de acerola, flores, pitaia, tomate, maracujá e mirtilo. Já mais ao Leste do estado temos o Vale do Jaguaribe como outra região de grande relevância no setor, também com 5 do total de 37 municípios (Limoeiro do Norte, São João do Jaguaribe, Quixeré, Potiretama, Alto Santo), com cultivo destaque em mamão, banana, milho e produção de leite. Seguidos por

regiões contendo menor representatividade no total de municípios com alto valor para o VAB *per capita*, como: Sertão de Sobral, Sertão de Crateús, Sertão Central, Região do Cariri, Maciço do Baturité e Litoral Leste.

Figura 3 - Distribuição Espacial do VAB *per capita* do setor agropecuário nos municípios do estado do Ceará (2020).



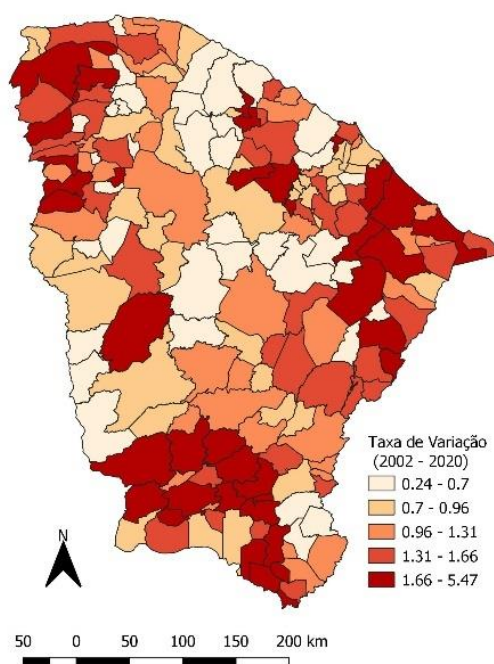
Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados do GEODA e QGIS.

Analisando individualmente a forma que o VAB *per capita* agropecuário encontrado está distribuído no espaço através da Figura 3, podemos citar os cinco primeiros municípios em ordem decrescente de VAB *per capita* agropecuário. Dando ênfase para Varjota com forte produção de banana, mamão e tomate, seguido por Beberibe com a maior produção de castanha de caju do estado, logo após temos Guaraciaba do Norte com foco na produção de tomate, banana, maracujá e batata-doce. Em seguida temos São João do Jaguaribe com cultivo de banana e limão. E por fim, o município de Aratuba situado no Norte do estado, enfatizando as produções de banana e maracujá (PAM, 2020).

Com relação a taxa de crescimento do VAB *per capita* agropecuário entre os anos de 2002 e 2020, das regiões analisadas na Figura 4, as que apresentaram maiores taxas no que concerne à crescimento no período analisado foram: Varjota situada no Sertão de Sobral, que

apresentou grande recuperação no cultivo da mandioca e milho mesmo após longo período de seca que perdurou de 2012 a 2018 diminuindo assim drasticamente sua produção, porém o município tornou a recuperar um alto patamar de produção, e no que diz respeito ao crescimento de produção em relação ao início do período, demonstrando patamares altíssimos para o nível de produção em sementes de urucum e produção de banana. Na região do Cariri com o município de Missão Velha apresentando crescimento notável para produção de goiaba, limão e coco-da-baía, em seguida Farias Brito evidenciando um grande crescimento de sua produção em grãos de fava, tomate, goiaba e banana, seguido por Barbalha expondo também um crescimento notável na sua produção de milho e melancia. Na Serra da Ibiapaba, temos Guaraciaba do Norte e Croatá, destacando-se através de sua produção de cebola, melancia e principalmente tomate. Por fim temos Beberibe no Litoral Leste com a maior produção de Castanha de Caju do estado, além de grandes produções de limão, manga e coco-da-baía. Ou seja, pode-se concluir que esses ganhos expressivos no crescimento das produções agrícolas desses municípios foram resultantes dos altos níveis de crescimento do VAB *per capita* apresentados durante o período de análise.

Figura 4 - Taxa de Crescimento do VAB *per capita* do setor agropecuário nos municípios do estado do Ceará (2002 - 2020).



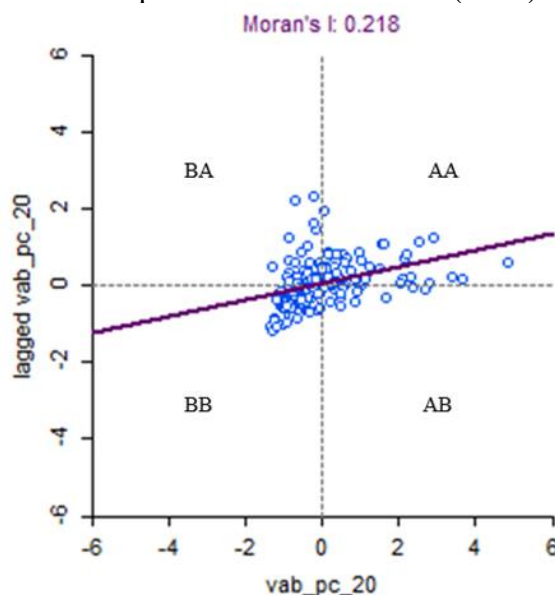
Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados do GEODA e QGIS.

4.2. Análise de autocorrelação espacial

Com relação a autocorrelação espacial global e local, na Figura 5, foi aplicado *I* de Moran objetivando medir e observar possibilidade e a intensidade da autocorrelação espacial para determinada variável de estudo nos municípios cearenses, com objetivo de também observar possíveis associações espaciais. Analisando por intermédio da inclinação presente na reta, podemos observar com assertividade os resultados logrados para a estatística Global do *I* de Moran testando o pressuposto de inexistência da dependência espacial. Dado o valor para o *I* de Moran de 0.218, rejeita-se a hipótese nula para ausência de dependência espacial⁵, concluindo a vigência de autocorrelação nos dados espaciais analisados.

⁵ Para resultados complementares de significância vide Apêndice 11.

Figura 5 - Gráfico de Dispersão de Moran para o VAB *per capita* do setor agropecuário nos municípios do estado do Ceará (2020).

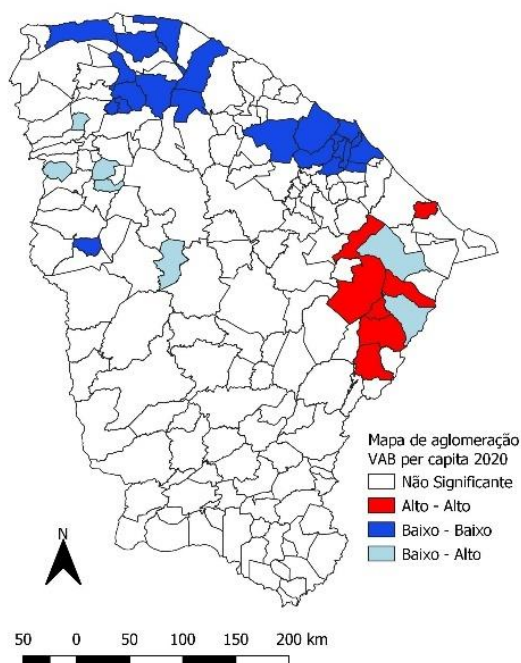


Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados do GEODA.

Apesar da demonstração de municípios espacialmente associados, é possível verificar uma quantidade considerável de municípios presentes no quadrante referente aos municípios AB (Associação Alto - Baixo) sendo municípios que apresentaram altos patamares de VAB cercados por vizinhos de patamares inferiores. E vemos significativa presença no quadrante superior esquerdo, municípios BA (Associação Baixo - Alto) onde há municípios com baixos patamares do VAB sitiados por vizinhos de valor alto.

Dando início a análise a um patamar local, foi empregado o indicador local de associação espacial (LISA) como proposto por Anselin (1995) buscando evidenciar possíveis aglomerações dos municípios analisados. Na Figura 6, é possível enxergar como estão subdivididos os municípios significativos nas quatro categorias pela estatística LISA.

Figura 6 - Mapa de Aglomeração LISA do VAB *per capita* do setor agropecuário dos municípios cearenses (2020).



Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados do GEODA.

Na Figura 6, podemos sinalizar quais as cidades envolvidas em aglomerações no ano de 2020 a um patamar significativo estatisticamente de 5%, com o percentual representativo de 3,26% do total para os agrupamentos Alto - Alto (AA), 11,9% para agrupamentos Baixo - Baixo (BB) cada, além de 3,8% para agrupamentos Baixo - Alto (BA). Pelo que é possível avaliar, a maior incidência de clusters significativos dos agrupamentos Alto - Alto (AA) estão majoritariamente localizados na região do Vale do Jaguaribe, que está inserida algumas das maiores produções agropecuárias do estado, temos: São João do Jaguaribe e Limoeiro do Norte. Assim, evidenciando como regiões com maiores valores do VAB *per capita* do setor agropecuário estão espacialmente associadas. Determinadas localidades geográficas tendem a concentrar recursos naturais essenciais para culturas agropecuárias (Almeida; Haddad, 2004).

A seguir para a ocorrência de agrupamentos Baixo - Baixo (BB), temos a maior disposição sobre regiões com altos índices de urbanização, situadas na região da Grande Fortaleza, podemos citar a capital Fortaleza, seguido de Maracanaú, Caucaia, Pacatuba, Eusébio e municípios contíguos. Além de um grande agrupamento no Litoral Norte, composto majoritariamente por municípios litorâneos, como: Camocim, Amontada, Bela Cruz, Acaraú e alguns municípios da região do Sertão Central de Sobral, que tem alguns representantes situados

em regiões suscetíveis à desertificação, como Miráima, Massapê e Santana do Acaraú. Tais resultados corroboram para evidenciar onde seria possível a atuação mais ativa dos órgãos de planejamento objetivando estimular as regiões envolvidas diretamente e indiretamente com o setor agropecuário. Tal proximidade regional proporciona um grau de influência entre regiões vizinhas, além de influenciar na distância social, econômica, política etc. (Antunes, 2021).

4.3. Análise da convergência espacial para o VAB *per capita* do setor agropecuário

Os resultados logrados para todas as estimações utilizadas estão descritos na Tabela 2, dada a finalidade de se definir qual o melhor estimador a ser aplicado no presente estudo.

Tabela 1 - Resultados dos testes para o modelo MQO.

Coeficiente/ Teste	Valor
α	1,0612 *** (0,001)
β	-0,1473 ** (0,01)
<i>I</i> de Moran	0,2518 *** (0,001)
<i>ML</i> λ	29,0749 *** (0,001)
<i>ML</i> ρ	25,0526 *** (0,001)
<i>MLR</i> λ	7,4017 ** (0,01)
<i>MLR</i> ρ	3,3794
Teste Breusch - Pagan	1,6123
Teste Jarque - Bera	0,8197

Fonte: Elaboração própria. ***: significativo a 0,001; **: significativo a 0,01; *: significativo a 0,05

Partindo dos valores apresentados na Tabela 2, observa-se que o multiplicador de Lagrange Defasado (*ML* ρ) e o multiplicador de Lagrange do Erro Espacial (*ML* λ) mostraram-se estatisticamente significativos ao patamar de 1%, sendo necessário adotar medidas adicionais para uma estimação mais apropriada.

Portanto, é necessário observar entre os testes de robustez do modelo defasado e do erro

e comparar qual seria o mais adequado para o ajuste. Entre o Multiplicador de Lagrange Robusto Defasado ($MLRp$) e o Multiplicador de Lagrange Robusto do Erro Espacial ($MLR\lambda$), caso o $MLRp > MLR\lambda$, aplica-se o modelo de Defasagem Espacial ($SAR - Spatial Auto Regressive$) como mais apropriado para a determinada situação. Caso o contrário, tendo $MLRp < MLR\lambda$ dada a significância estatística, faz-se uso do modelo de Erro Espacial ($SEM - Spatial Error Model$). Dado os valores observados na Tabela 2, optou-se pelo modelo de Erro Espacial pelo Multiplicador de Lagrange Robusto do Erro Espacial ser significativo a 5%, enquanto o Multiplicador de Lagrange Robusto da Defasagem Espacial não ser estatisticamente significativo a 5%.

O teste de normalidade (Jarque-Bera), onde tem um p -valor $> 0,05$, a hipótese testada é a de normalidade da distribuição. Dessa forma, não rejeita a hipótese nula de normalidade. Já o teste de heterocedasticidade (Breusch-Pagan e Koenker-Bassett), ambos contendo um p -valor $> 0,10$, a hipótese testada é a de variância constante (homoscedasticidade), assim, não rejeita a hipótese nula de variância constante. Já no que diz respeito a interpretação do Índice de Moran, temos como hipótese nula testada a inexistência de autocorrelação espacial, os resultados demonstram p -valor significativo a 0,001, rejeitando-se a hipótese nula.

Após análise dos resultados obtidos no modelo MQO, dos testes do Multiplicador de Lagrange Robusto, podemos concluir que o modelo SEM é o mais apropriado para ser aplicado no presente estudo, ressaltando também a presença de um melhor ajuste para o modelo SEM através da análise do critério de Akaike com valor de 238,206, que é inferior ao encontrado nos resultados do modelo SAR, conforme Tabela 3.

Com patamar de significância estatística a 1%, analisou-se um valor ainda negativo, que mesmo depois da estimação pelo modelo SEM, corrobora com Almeida (2012), que afirma que a interpretação do coeficiente- β em nada se altera assim como disposto na literatura sobre convergência. Podemos observar uma relação inversamente proporcional entre a taxa de crescimento do VAB *per capita* do setor agropecuário 2002-2020 e o VAB *per capita* do setor agropecuário 2002, dessa maneira temos que a taxa de crescimento do VAB agropecuário converge a média.

Os valores obtidos reforçam a possibilidade de convergência no VAB *per capita* agropecuário dos municípios cearenses no período analisado, dado que o valor obtido para o parâmetro β é negativo, -0,196857 do modelo SEM, conforme Tabela 3. Corroborando para conclusão de que houve uma redução na disparidade regional no patamar municipal do estado do Ceará, quando se diz respeito ao VAB do setor agropecuário. De forma mais clara, pode-se evidenciar que regiões que expressam menores valores adicionados do setor agropecuário

cresceram a taxas superiores quando comparados a regiões de patamares superiores da VAB do setor.

Tabela 2 - Resultados para os modelos MQO, SEM e SAR⁶

Variável	Modelo MQO	Modelo SAR	Modelo SEM
Constante	1,0612*** (0,001)	0,9658*** (0,001)	1,3445*** (0,001)
ln VA PC 2002	-0,1473** (0,01)	-0,1431** (0,01)	-0,1968*** (0,001)
W ln VA PC 2002		0,4591*** (0,001)	
ρ		0,4591	
λ			0,4888*** (0,001)
Critério de Akaike	263,413	243,506	238,206

Fonte: Elaboração própria. ***: significativo a 0,001; **: significativo a 0,01; *: significativo a 0,05

De acordo com o exposto por Almeida (2010) o processo de convergência da renda se dá de maneira semelhante entre municípios de um mesmo estado, dado suas características semelhantes, além de estarem sob efeito de diversas instituições em comum na qual corroboram para o efeito de convergência ocorrer. Além de ressaltar a importância do uso em conjunto de análises de clusters, convergência e outros aspectos espaciais na produção de evidências para nortear as instituições formadoras de políticas públicas. Penna *et al.*(2012), esclarece a relação existente na forma como as observações se distribuem e o processo de convergência dentro de clubes, mas apenas para convergência condicional.

⁶ Para os resultados completos dos modelos vide APÊNDICE 7, 8, 9.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em um cenário de disparidades regionais históricas perpetuadas por diversos fatores, como: clima, baixo regime pluviométrico, desigualdade social e econômica, uma análise mais detalhada acerca dos indicadores de bem-estar da sociedade se faz necessário. Esse estudo se propõe a fazer uma análise mais dedicada ao processo de convergência espacial do VAB *per capita* agropecuário no estado do Ceará trazendo relevância através de um diagnóstico de dependência intermunicipal do espaço por intermédio da Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), além de investigar como está distribuído o VAB agropecuário e de que maneira se comporta nos municípios analisados nesse período objetivado. E por fim, visando responder a hipótese central do trabalho sobre a possibilidade da existência de convergência- β e, portanto, verificar a redução de disparidades regionais em caráter longitudinal, estimou-se modelos de econometria espacial para um diagnóstico mais assertivo.

No que diz respeito a análise inicial de como o VAB *per capita* se distribui espacialmente no estado do Ceará, verificou-se que regiões que se destacaram de maneira longitudinal, com crescimento notável como Beberibe na região Litoral Leste do Estado e Varjota situada na região do Sertão de Sobral e Guaraciaba do Norte na Serra da Ibiapaba. Mas, também houve municípios dos quais se mantiveram em posições constantes de alto patamar para o VAB do setor durante o todo intervalo analisado, como Limoeiro do Norte, São João do Jaguaribe no Vale do Jaguaribe que é uma região de destaque no setor, além de Santa Quitéria no Sertão de Crateús.

No que concerne a Análise Exploratória de Dados foi possível detectar algumas aglomerações espaciais significativas, com predominância de *clusters* do tipo Alto - Alto (AA) e Baixo - Baixo (BB) evidenciando autocorrelação espacial positiva. Agrupamentos esses localizados mais ao Leste do estado, sendo do tipo Alto – Alto (AA) inseridos na região do Vale do Jaguaribe e do tipo Baixo – Baixo (BB) mais ao Norte presentes na região da Grande Fortaleza compostos por localidades mais urbanizadas.

Por fim, com a investigação acerca da convergência por intermédio dos modelos de econometria espacial, observou-se valores negativos para o coeficiente- β em todos os modelos estimados. Esses resultados a um patamar significativo estatisticamente de 1%, demonstram que há convergência espacial nos municípios analisados, reforçando a conclusão de convergência- β para o VAB *per capita* da agropecuária nos municípios cearenses.

Dessa maneira, temos que regiões que expressam patamares inferiores de VAB no início

do intervalo analisado demonstram uma maior tendência a crescer de forma mais acelerada quando comparados a municípios que inicialmente dispunham de patamares superiores para a variável em comum. Assim, observa-se um crescimento maior em regiões que apresentaram menor valor do VAB *per capita*, além de municípios que estariam convergindo para um ponto estacionário em comum, de forma que regiões de maior prosperidade podem já ter atingido seu limite superior de crescimento, enquanto regiões com menores valores estariam em um estado de limiar e com crescimento mais acelerados objetivando convergir ao patamar das regiões mais ricas.

Vislumbrando a redução de disparidades e os resultados logrados acerca deste cenário para um setor de grande relevância no Brasil, há pretensão de contribuir com evidências sobre essas disparidades para que políticas de desenvolvimento busquem tirar proveito do potencial de geração de bem-estar através desse setor no estado do Ceará. As evidências colhidas por esse trabalho podem propiciar informações para trabalhos futuros mais elaborados, utilizando métodos econométricos com análise de convergência- β condicional buscando avaliar os impactos medidos pela incorporação de variáveis como externalidades espaciais, inovação tecnológica no setor, além de investimentos no âmbito agropecuário e outras variáveis socioeconômicas.

REFERÊNCIAS

- JOSÉ, F. et al. **Ano XXVIII -N o 4 -Out Convergência do PIB agropecuário *per capita* dos estados**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/62315/1/2019_art_fjstabosa.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2023.
- MARQUES, F. C.; TELLES, T. S. Os efeitos espaciais são fatores determinantes dos preços das terras agrícolas no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 61, p. e262420, 28 out. 2022.
- ALMEIDA, E. S. DE; PEROBELLI, F. S.; FERREIRA, P. G. C. Existe convergência espacial da produtividade agrícola no Brasil? **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 1, p. 31–52, mar. 2008.
- TABOSA, F. J. S. et al. Convergência do PIB agropecuário *per capita* dos estados. *Revista de Política Agrícola*, v. 28, n. 4, p. 21, 5 set. 2020.
- CASAGRANDE, C.; WEIZENMANN, F.; MENEZES, G. **A convergência da produtividade agrícola nas microrregiões do Brasil: uma análise espacial para os anos de 2006 e 2017**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.anpec.org.br/sul/2022/submissao/files_I/i4-1485917883182b2dd11b440def345e0e.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2023.
- PAULA, L. DE O. Análise de convergência espacial do setor agropecuário no estado de São Paulo. **repositorio.ufscar.br**, 22 set. 2022.
- ALBUQUERQUE, W. M. Análise de convergência espacial de produtividade agrícola aplicada à região Nordeste do Brasil e aos municípios do Estado do Ceará. **repositorio.ufc.br**, 2020.
- ANTUNES, L. et al. **CONVERGÊNCIA DA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA NO BRASIL: UMA ANÁLISE ENTRE OS ANOS DE 1990 A 2015**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://siseve.apps.uepg.br/storage/eaic2018/14_Luzia_Aparecida_Antunes-153634535627033.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2023.
- SOUZA, H. G. DE; CRUZ, N. B. DA; TABOSA, F. J. S. Convergência espacial das rendas urbana e rural no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. 27, n. 3, p. 82–94, 29 mar. 2019.
- ALMEIDA, E. S. DE; HADDAD, E. A. MEECA: um modelo econométrico espacial para projeção consistente de culturas agropecuárias. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 42, n. 3, p. 507–527, set. 2004.
- NOÉ GONÇALVES MARANDUBA JÚNIOR; SIMÕES, E. Análise de convergência espacial dos repasses da Lei Robin Hood. **Economia E Sociedade**, v. 18, n. 3, p. 583–601, 1 dez. 2009.
- SÁ BARRETO, R. C.; ALMEIDA, E. S.; LIMA, J. E. DE. Convergência espacial do PIB *per capita* no estado do Ceará. **Revista de Economia**, v. 36, n. 3, 2 dez. 2010.

MAYORGA, F. D. O. Análise do comportamento do PIB e produtividade do trabalho no setor agrícola no Estado do Ceará. **repositorio.ufc.br**, 2000.

ALBUQUERQUE DE OLIVEIRA, J. et al. **COMPORTAMENTO DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA NO NORDESTE EM 1995 E 2006**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/5199/1/2010_eve_jaoliveira.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2023.

PENNA, C. M. et al. Convergência do PIB *per capita* agropecuário estadual: uma análise de séries temporais. **Economia Aplicada**, v. 16, n. 4, p. 665–681, dez. 2012.

NUNES DE CASTRO, C. **A AGRICULTURA NO NORDESTE BRASILEIRO: OPORTUNIDADES E LIMITAÇÕES AO DESENVOLVIMENTO**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5592/1/BRU_n08_agricultura.pdf>.

SEPLAGMARLOSLIMA. **Região Nordeste possui quase metade de toda a pobreza no Brasil, segundo IBGE**. Disponível em: <<https://www.fecop.seplag.ce.gov.br/2020/11/20/regiao-nordeste-possui-quase-metade-de-toda-a-pobreza-no-brasil-segundo-ibge/#:~:text=20%20de%20novembro%20de%202020%20-%202009%3A05&text=O%20levantamento%20estat>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

MÁRCIA, C.; SANTOS, D.; ANDRADE DE CARVALHO, F. **DINÂMICA DAS DISPARIDADES REGIONAIS DA RENDA *PER CAPITA* NOS ESTADOS BRASILEIROS: UMA ANÁLISE DE CONVERGÊNCIA**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/eed/article/download/3479/pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

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

BAUMOL, W. J. et al. American Economic Association. Source: The American Economic Review Source The American Economic Review, v. 76, n. 5, p. 1072–1085, 2008.

BARRO, J. R.; BARRO, R. J. Pay, Performance, and Turnover of Bank CEOs. *Journal of Labor Economics*, v. 8, n. 4, p. 448–481, out. 1990.

BARRETO, R. C. S.; ALMEIDA, E. A contribuição da pesquisa para convergência e crescimento da renda agropecuária no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 47, n. 3, p. 719–737, set. 2009.

Valor agregado bruto (VAB) Definição, o que é e conceito. Disponível em: <<https://novaeconomiahoje.com/valor-agregado-bruto-vab-definicao-o-que-e-e-conceito/>>. Acesso em: 28 nov. 2023.

BARRETO, R. C. S.; ALMEIDA, E. A contribuição da pesquisa para convergência e crescimento da renda agropecuária no Brasil. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 47, n. 3, p. 719–737, set. 2009.

CHEN, B.-L. Economic growth. **Journal of Economic Dynamics and Control**, v. 21, n. 4-5, p. 895–898, maio 1997.

PACHECO, V.; MENEZES, G. **INOVAÇÃO AGRÍCOLA E O EFEITO TRANSBORDAMENTO: UMA ANÁLISE PARA O BRASIL**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://brsa.org.br/wp-content/uploads/wpcf7-submissions/1378/Artigo-COM-ID.pdf>>.

URANO, P. **Impacto do Crescimento Econômico e da Desigualdade de Renda na Pobreza do Brasil**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://caen.ufc.br/wp-content/uploads/2013/06/impacto-do-crescimento-economico-e-da-desigualdade-de-renda-na-pobreza-do-brasil.pdf>>.

AS REGIÕES DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DO CEARÁ. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2014/02/TD_111.pdf>.

ANTUNES, Luzia Aparecida. Convergência da produtividade agropecuária: uma análise considerando regimes espaciais por biomas entre os anos de 1995 e 2017. Dissertação (Mestrado em Economia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2021.

Saith, W., & Kamitani, E. L. T. (2016). CONVERGÊNCIA E DINÂMICA AGROPECUÁRIA: UMA ANÁLISE ESPACIAL ENTRE OS ANOS DE 1990 e 2013. *Revista De Economia E Agronegócio*, 14(1_2_3).

APÊNDICE

Tabela 3 - Resultados da regressão do modelo de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

MÍNIMOS QUADRADOS ORDINÁRIOS				
Variable	Coefficient	Std.Error	t-Statistic	Probability
CONSTANT	1,0612	0,3335	3,1816	0,0017
ln_VAPC_02	-0,1473	0,0512	-2,8743	0,0045
TEST	DF	VALUE	PROB	
Jarque-Bera	2	0,8197	0,66377	
TEST	DF	VALUE	PROB	
Breusch-Pagan test	1	1,6123	0,20416	
Koenker-Bassett test	1	1,5670	0,21065	
DIAGNOSTICS FOR SPATIAL DEPENDENCE				
TEST	MI/DF	VALUE	PROB	
Moran's I (error)	0,2518	5,6648	0,0000	
Lagrange Multiplier (lag)	1	25,0526	0,0000	
Robust LM (lag)	1	3,3794	0,0660	
Lagrange Multiplier (error)	1	29,0749	0,0000	
Robust LM (error)	1	7,4017	0,0065	
Lagrange Multiplier (SARMA)	2	32,4543	0,0000	

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados do GEODA.

Tabela 4 - Resultados da regressão do modelo do Erro Espacial (SEM).

MODELO DO ERRO ESPACIAL				
Variable	Coefficient	Std.Error	z-value	Probability
CONSTANT	1,3445	0,3604	3,7306	0,0001
ln VAPC_02	-0,1473	0,0512	-2,8743	0,0003
LAMBDA	0,4888	0,0853	5,7300	0,0000
DIAGNOSTICS FOR HETEROSKEDASTICITY				
TEST	DF	VALUE	PROB	
Breusch-Pagan test	1	0,5981	0,4392	
DIAGNOSTICS FOR SPATIAL DEPENDENCE				
TEST	DF	VALUE	PROB	
Likelihood Ratio Test	1	25,2074	0,0000	

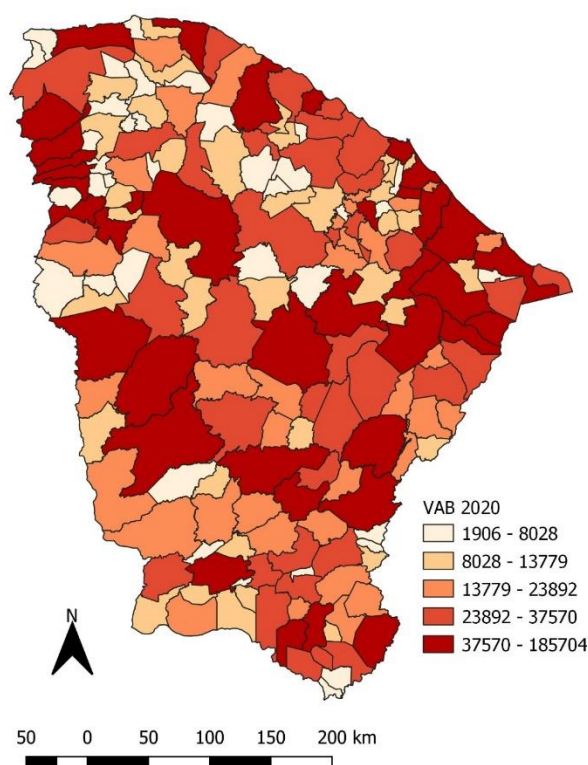
Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados do GEODA.

Tabela 5 - Resultados da regressão do modelo de Defasagem Espacial (SAR).

MODELO DA DEFASAGEM ESPACIAL				
Variable	Coefficient	Std.Error	z-value	Probability
W ln VA 0220	0,4591	0,0862	5,3250	0,0000
CONSTANT	0,9658	0,3116	3,0993	0,0019
ln VAPC 02	-0,1431	0,0477	-3,0007	0,0026
DIAGNOSTICS FOR HETEROSKEDASTICITY				
TEST	DF	VALUE	PROB	
Breusch-Pagan test	1	0,7172	0,39707	
DIAGNOSTICS FOR SPATIAL DEPENDENCE				
TEST	DF	VALUE	PROB	
Likelihood Ratio Test	1	21,9079	0,0000	

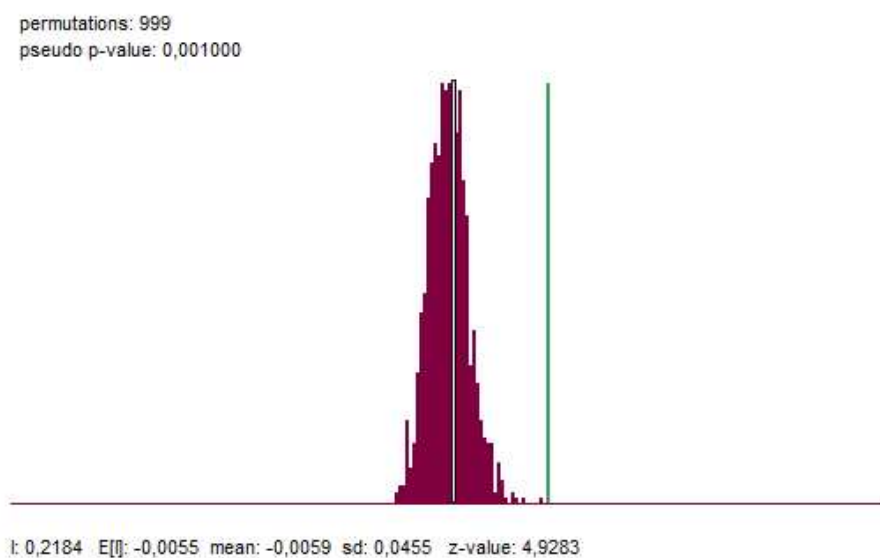
Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados do GEODA.

Figura 7 - Mapa da distribuição do VAB do setor agropecuário nos municípios do estado do Ceará (2020).



Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados do GEODA e QGIS.

Figura 8 - Teste de pseudo-significância do Índice de Moran para o VAB *per capita* (2020).



Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados do GEODA.