



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA RURAL**

**ISADORA GOMES RIBEIRO**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO FNE SOBRE A RENDA E O MERCADO DE  
TRABALHO: análise na área de atuação da SUDENE**

**FORTALEZA**

**2023**

ISADORA GOMES RIBEIRO

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO FNE SOBRE A RENDA E O MERCADO DE  
TRABALHO: análise na área de atuação da SUDENE

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural.

Orientador: Prof. Dr. Robério Telmo Campos.  
Coorientador: Prof. Dr. Edward Martins Costa.

FORTALEZA

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)

---

R369d Ribeiro, Isadora Gomes.  
Distribuição espacial do FNE sobre a renda e o mercado de trabalho: uma análise na área de atuação da SUDENE / Isadora Gomes Ribeiro. – 2023.  
54 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, Fortaleza, 2023.  
Orientação: Prof. Dr. Roberio Telmo Campos.  
Coorientação: Prof. Dr. Edward Martins Costa.

1. Nordeste. 2. BNB. 3. credito. I. Título.

CDD 338.1

---

ISADORA GOMES RIBEIRO

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO FNE SOBRE A RENDA E O MERCADO DE  
TRABALHO: análise na área de atuação da SUDENE

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial à obtenção do título de Mestre. Área de concentração: Políticas Públicas e Desenvolvimento Rural.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Robério Telmo Campos (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Edward Martins Costa (Co-Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Kilmer Coelho Campos (Membro Interno)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Helson Gomes de Souza (Membro Externo)  
Universidade Federal do Cariri (UFCA)

---

Dr. Marcos Falcão Gonçalves (Membro Externo)  
Banco do Nordeste do Brasil (BNB)

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela dádiva da vida, por toda a resiliência e me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados no decurso ao do mestrado.

Aos meus pais, Graça e Ivandro, que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando ao durante toda a minha trajetória.

Ao Prof. Dr. Robério Telmo Campos (orientador), por me haver orientado, me aconselhado e contribuído à extensão da minha jornada acadêmica.

Ao Prof. Dr. Edward Martins Costa (coorientador), por todos os ensinamentos, compreensão e confiança depositada em mim, desde a graduação até aqui. Sou sobejamente grata por tudo.

Ao Prof. Dr. Kilmer Coelho Campos, por ser o melhor coordenador, sempre atencioso e atendendo as demandas dos alunos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, em especial, ao Prof. José de J. S. Lemos, pelas boas aulas de Macroeconomia, por toda a ajuda, dedicação e paciência.

A Carlene Matias Miranda, Secretária do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural, por toda sua disponibilidade e ajuda. E também a todos os funcionários do Programa de Pós-Graduação em Economia Rural – PPGER da Universidade Federal do Ceará.

Agradeço, também, a todos os colegas da turma de mestrado que compartilharam comigo nessa jornada de desafios e aprendizagem. Sou grata, em especial, a Antônia Leudiane que, além de colega de turma, tornou-se uma irmã, sempre comigo em todos os momentos, me apoiando, ajudando e incentivando.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro concedido durante o curso.

## RESUMO

No Brasil, o crescimento econômico se deu de maneira assimétrica, sendo a Região Nordeste, em particular, a menos favorecida. Em tais circunstâncias, foi criado o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE), destacando como objetivo mitigar as desigualdades sociais e regionais e se configurando como o principal mecanismo financeiro da Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR) para região a Nordeste. Haja vista essa importância do FNE, este estudo analisa o efeito transbordamento do FNE no mercado de trabalho e no PIB *per capita* dos municípios pertencentes à área de atuação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), para os anos de 1989 a 2019. Utilizam-se como base de dados os valores e quantidades de operação do FNE, extraídos das estatísticas do Banco do Nordeste do Brasil (BNB), enquanto os dados referentes a produção agrícola e pecuária foram obtidos da Produção Agrícola Municipal (PAM) e da Produção da Pecuária Municipal (PPM), respectivamente. Os indicadores relativos a emprego (massa salarial e quantidade de vínculos ativos) foram extraídos dos microdados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). As correlações se verificaram pelo emprego da estatística global de Moran, univariada, bivariada *crosssection* e dados em painel. Os resultados mostram correlação espacial para a estimação *crosssection*. Para os dados em painel, todavia, obteve-se correlação apenas para a variável PIB *per capita*.

**Palavras-chave:** Nordeste; BNB; crédito.

## **ABSTRACT**

In Brazil, the processo of economic growth took place asymmetrically, so that the northeast region, in particular, was one of the least favored regions in this process. In this context, the Constitutional Financing Fund for the Northeast (FNE) was created, which aims to mitigate social and regional inequalities, becoming the main financial mechanism of the National Policy for Regional Development (PNDR) for the region. In view of the importance of the FNE, this research aims to analyze the spillover effect of the FNE on the labor market and on the per capita GDP of the municipalities belonging to the area of operation of the Superintendence of Northeast Development (SUDENE), for the years 1989 to 2019. The values and quantities of operation of the FNE, extracted from the statistics of the Banco do Nordeste do Brasil (BNB), Agricultural Production (PAM) and the Production of the Municipal Livestock (PPM), respectively, and data referring to employment (salary mass and number of active contracts) extracted from the microdata of the Annual Social Information List (RAIS). Spatial correlations were verified using univariate global Moran statistics, bivariate cross-section and panel data. The results point to a spatial correlation for cross-section estimation. However, in panel data, there was correlation only for the variable GDP per capita.

**Keywords:** North East; BNB; credit.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Índice de Moran global univariado para valores per capita do FNE .....	27
Figura 2 - Índice de Moran global bivariado .....	28
Figura 3 - Resultados do índice de Moran local bivariado .....	33

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Literatura sobre os fundos constitucionais e metodologias.....	16
Tabela 2 -Trabalhos identificados com respectivos objetivos.....	21
Tabela 3 -Resultados do índice de Moran local univariado para valores per capita do FNE...	31
Tabela 4 - Índice de Moran global univariado .....	34
Tabela 5 - Índice de Moran global bivariado .....	35

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEDE	Análise Exploratória de Dados Espaciais
BNB	Banco do Nordeste do Brasil
FCO	Fundo Constitucional de Financiamento do Centro Oeste
FNE	Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste
FNO	Fundo Constitucional de Financiamento do Norte
IBG	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
PAM	Produção Agrícola Municipal
PDNR	Política Nacional de Desenvolvimento Regional
PPM	Produção Pecuária Municipal
PNUD	Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais
SIDRA	Sistema de Recuperação Automática
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	Objetivos.....	13
1.1.1	<i>Objetivo geral</i> .....	13
1.1.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	13
1.2	Organização da dissertação.....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1	Importância dos financiamentos regionais e dos fundos constitucionais de financiamento .....	14
2.2	Métodos de análise de estatística espacial.....	17
2.2.1	<i>Aplicações empíricas</i> .....	18
3	METODOLOGIA.....	20
3.1	Área de estudo .....	20
3.2	Fonte dos dados.....	20
3.3	Métodos de análise.....	21
3.3.1	<i>Matrizes de ponderação espacial</i> .....	22
3.3.2	<i>Índice de Moran</i> .....	22
3.3.3	<i>Padrões de distribuição em tempo e espaço</i> .....	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1	Índice de Moran global.....	26
4.2	Índice de Moran local univariado para valor <i>per capita</i> do FNE (Crossection).....	29
4.3	Índice de Moran local bivariado ( <i>Crossection</i> ).....	31
4.4	Índice de Moran global (Painel).....	34
5	CONCLUSÃO.....	37
	REFERÊNCIAS.....	39
	APÊNDICE A- ÍNDICE DE MORAN GLOBAL BIVARIADO CROSSECTION K-VIZINHOS.....	43
	APÊNDICE B- ÍNDICE DE MORAN LOCAL UNIVARIADO VALORES <i>per capita</i> DO FNE.....	44
	APÊNDICE C-ÍNDICE DE MORAN LOCAL BIVARIADO VÍNCULOS ATIVOS.....	45

APÊNDICE D- ÍNDICE DE MORAN LOCAL BIVARIADO MASSA SALARIAL.....	46
APÊNDICE E- ÍNDICE DE MORAN LOCAL BIVARIADO PRODUÇÃO AGRÍCOLA.....	47
APÊNDICE F-ÍNDICE DE MORAN LOCAL BIVARIADO PRODUÇÃO PÉCUÁRIA.....	48
APÊNDICE G- ÍNDICE DE MORAN LOCAL BIVARIADO PIB <i>per capita</i> .....	49
APÊNDICE H- INDICE DE MORAN LOCAL UNIVARIADO VALORES <i>per capita</i> DO FNE.....	50

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupou a posição de nona economia mais desigual do mundo em 2019 (IBGE, 2020). Além disso, de acordo com o Programa das Nações Unidas para Desenvolvimento (PNUD), em 2020, houve perda de cinco posições do Brasil no ranque mundial, no que se refere ao Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), passando da 79ª para 84ª posição entre 189 países analisados. Em relação aos países da América Latina, houve a perda de duas posições, ficando na sexta posição, atrás do Chile, Argentina, Uruguai, Peru e Colômbia.

Em relação às regiões brasileiras, o Nordeste é uma das menos favorecidas, pois existe um hiato que a separa das outras mais desenvolvidas. De acordo com o Índice de Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM), em 2017, os 500 municípios mais desenvolvidos do País estão situados nas regiões Sudeste (50%) e Sul (41%) e os 500 municípios com menor desenvolvimento, cerca de 68%, estão localizados na Região Nordeste e 28% na região Norte. Essas duas regiões somam 87,7% do total de municípios com pior desenvolvimento econômico e social do País (FIRJAN, 2018). Essa situação é explicada, em grande parte, pelo processo histórico de concentração econômica no Centro-Sul do País. Em consequência dessas disparidades, o crescimento e o desenvolvimento são desiguais, demonstrando que há um desafio a ser superado.

Assim, em decorrência das assimetrias socioeconômicas, foi criado o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE). O FNE tem como objetivo primário mitigar as desigualdades sociais e regionais, fomentando políticas públicas para reduzir as disparidades inter-regionais e intrarregionais, por meio da democratização de investimentos produtivos que colaborem com o desenvolvimento econômico, geração de renda e empregos. Portanto, o FNE é regulamentado pela Lei nº 7.827, de 1989, que determinou a criação dos fundos constitucionais de financiamento e objetiva contribuir para o desenvolvimento social e econômico da região, constituindo-se como um dos principais mecanismos financeiros da Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR) para a Região Nordeste (BNB, 2022).

Desenvolvido com recursos federais, a porcentagem de recursos destinada ao FNE é maior do que para os outros dois fundos, ocorrendo em decorrência de a Região Nordeste ser mais vulnerável em questões climáticas e possuir estrutura socioeconômica mais precária, quando comparada as outras duas regiões. Desse modo, fornece crédito subsidiado por meio

de programas diversos de financiamento<sup>1</sup>, principalmente para os micros e pequenos agricultores e empresas dos municípios nordestinos. É operado pelo Banco do Nordeste do Brasil (BNB) e, em 2019, abrangia 1990 municípios, que compunham a área de atuação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). Os empréstimos ofertados pelo FNE são direcionados para pessoas físicas, pequenas empresas, cooperativas e associações que tenham como objetivos iniciar novos negócios ou ampliar os empreendimentos em curso. Dos três fundos constitucionais, o FNE foi o que mais criou postos de trabalho (ARAÚJO, 2010).

Na literatura alguns autores analisaram os fundos, utilizando diversos métodos clássicos de econometria, como, por exemplo, Silva, Resende e Silveira Neto (2006) avaliaram os recursos do Fundo de Financiamento do Nordeste e do Norte, utilizando pareamento por escore de propensão. O resultado desse estudo não encontrou impacto significativo sobre a variação do salário médio, mas significativo em relação à variação do número de empregos. Já Resende (2012) verificou que houve resultados positivos da aplicação dos recursos do FNE sobre a geração de empregos em nível de empresas no Estado do Ceará, durante o período de 2000 a 2006. Esse efeito foi duas vezes maior quando comparado com o observado para a Região Nordeste como um todo. Com isso, o autor conclui, também, que há um indicativo de heterogeneidade espacial, significando que há diferenças socioeconômicas entre localidades distintas (estados e municípios).

A literatura, contudo, possui carência relativamente à avaliação do Fundo, no que diz respeito a metodologia proposta neste experimento, pois a maior parte dos trabalhos não investiga a possibilidade de dependência espacial. De acordo com Resende *et al* (2017), esse tipo de investigação é importante para mensurar os efeitos dos fundos sobre o território, levando em conta o fato de que políticas que pretendem dinamizar certa área são passíveis de transbordar e atingir a vizinhança.

Assim, ante a importância do FNE, pergunta-se: existe efeito transbordamento do referido fundo nos municípios da área de atuação da SUDENE? Caso exista, esse transbordamento é univariado e/ou bivariado? Em razão dessas premissas, tem-se por objetivo analisar a distribuição espacial dos recursos do FNE sobre o PIB *per capita*, o mercado de trabalho, a produção agropecuária municipal nos municípios que compõem a área de atuação da SUDENE, no período de 1989 a 2019.

---

<sup>1</sup> Esses programas são mostrados na subseção 2.2.

Com efeito, o estudo agora sustentado levou a se concluir que, se as alocações dos recursos do FNE se concentraram em municípios que já são mais dinâmicos e, como eles estão distribuídos, no intuito de verificar se há efeito transbordamento entre os municípios. Somado a isso, traz resultados para um período de 30 anos, desde a implementação do referido Fundo, em 1989, até o ano de 2019, recorrendo-se à análise de econometria espacial, com dados em painel espacial.

## **1.1 Objetivos**

Nesta sessão, apresentam-se o objetivo geral e os objetivos específicos deste estudo.

### ***1.1.1 Objetivo geral***

Analisar a distribuição espacial dos recursos do FNE, do PIB *per capita*, do mercado de trabalho e das produções agrícolas e da pecuária dos municípios que compõem a área de atuação da SUDENE, no período de 1989 a 2019.

### ***1.1.2 Objetivos específicos***

- a) Verificar se a distribuição espacial *per capita* dos recursos do FNE foi aleatoriamente distribuída entre os municípios beneficiários;
- b) Examinar a possível existência de correlações espaciais univariadas e bivariadas não nulas entre os valores *per capita* oriundos dos recursos do FNE e um conjunto explícito de variáveis identificadas.

## **1.2 Organização da dissertação**

O estudo está dividido em cinco seções. Além desta introdução, na segunda seção, cuida-se da revisão de literatura, seguida pela estratégia de identificação da fonte de dados, bem como a metodologia adotada. Logo após, os principais resultados serão discutidos, ao passo que, na quinta seção, são expressas as considerações finais.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção será apresentados os fundos constitucionais de financiamento, bem como sua importância. Além disso, será apresentado também os principais trabalhos da literatura que utilizaram o método de análise de estatística espacial.

### 2.1 Importância dos financiamentos regionais e dos fundos constitucionais de financiamento

No Brasil, o financiamento para o desenvolvimento das regiões, estados e municípios possui um papel significativo para as transformações ocorridas nas últimas décadas, principalmente no que tange ao crédito de investimento e custeio para as regiões mais necessitadas, como, por exemplo, Centro-oeste, Norte e, em especial, o Nordeste que, historicamente, possui uma dependência no contexto de desenvolvimento do País, incluindo aspectos de políticas de financiamento de cunho regional e nacional (SILVA, 2017).

Com o objetivo de mitigar as desigualdades regionais e alavancar o desenvolvimento das regiões, foi criada a Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR). Os principais mecanismos de atuação da PNDR são os planos regionais, programas governamentais e os fundos regionais de desenvolvimento, onde estão alocados os Fundos Constitucionais de Financiamento do Norte (FNO), Centro Oeste (FCO) e Nordeste (FNE) (DANIEL, 2016).

Assim, os fundos constitucionais são formados com suporte na arrecadação anual de 3% do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e do Imposto de Renda (IR). A distribuição dessa arrecadação foi definida em 0,6% para FNO e FCO, e 1,8% para o FNE. Além disso, o repasse desses recursos é feito por intermédio do Banco da Amazônia para o FNO, Banco do Brasil para o FCO e Banco do Nordeste para o FNE, via programas de financiamento com taxas subsidiadas para os setores produtivos (DANIEL, 2016). Assim, os Fundos Constitucionais de Financiamento se configuram como fontes de recursos para o financiamento do setor produtivo das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, tendo como objetivo principal a minimização das desigualdades regionais, bem como proporcionar o fomento ao desenvolvimento.

Almeida Júnior, Rezende e Silva (2007), contudo, em uma avaliação dos empréstimos dos três fundos constitucionais de financiamento (FNE, FNO e FCO) por município, verificaram que há uma situação de excesso de oferta nos fundos constitucionais

de financiamento, sendo que o banco com o maior volume de recursos disponíveis e não aplicado foi o BNB. Além disso, os autores concluíram que mais de 50% dos municípios do Brasil estão localizados na área de atuação de um dos três fundos constitucionais de financiamento, e os recursos desses fundos não se direcionam prioritariamente para os municípios de menor renda *per capita*, indicando que os empréstimos dos fundos constitucionais atendem à demanda daqueles municípios que já possuem algum dinamismo econômico. Assim, os empréstimos dos fundos constitucionais de financiamento não se direcionam prioritariamente para os municípios mais pobres, ocasionando um aumento da desigualdade intrarregional com possíveis influências positivas para a redução das desigualdades inter-regionais.

De modo semelhante, Macedo e Mattos (2008) observaram que há uma tendência à concentração em áreas mais ricas e vizinhas e em atividades já consolidadas e com um bom panorama econômico, como, *e.g.*, o turismo nas capitais nordestinas, a agricultura irrigada em Petrolina e a agroindústria da soja na Região Centro-Oeste. Corroborando esse resultado, Macedo (2017) expõe que o valor ofertado pelos fundos constitucionais, embora importantes, não combatem as diferenças regionais, pois não são suficientes. De tal modo, há concentração de recursos em municípios maiores e mais povoados, desfavorecendo regiões de menor porte, mais necessitadas dessas políticas. Assim, a geração de empregos formais para o País tem sido expressiva, mas insuficiente para alterar o quadro estrutural socioeconômico (SOUZA; SOUZA; PIRES, 2011).

Nessa perspectiva, Resende, Silva e Silva (2017) avaliaram a relação entre o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE) e o crescimento do PIB *per capita* de 1999 a 2011 dos municípios e microrregiões em sua área de abrangência. Para tal, utilizaram-se modelos espaciais com dados em painel. Os autores concluíram que os recursos do FNE mostraram, para algumas tipologias, influxos positivos sobre o crescimento do PIB *per capita* nos planos municipal e microrregional. Os coeficientes foram significativos e positivos para os municípios pertencentes às tipologias Dinâmica e de Baixa renda (frequentes na Região Nordeste). Este resultado reforça a evidência do papel do FNE na redução das desigualdades em níveis macrorregional e intrarregional. Em relação à dependência espacial, verificaram que ela deve ser levada em conta no estudo do impacto do FNE. Na escala municipal, os resultados evidenciaram que, nos municípios da tipologia Dinâmica, a proporção FNE/PIB exerce uma relação positiva no crescimento do PIB *per capita* dos vizinhos. Assim, este resultado traz evidência de que o FNE nestes municípios está contribuindo, não só, para o seu crescimento, mas, também, para o crescimento dos

municípios vizinhos, pois ambos os efeitos corroboram o papel da política mitigadora da desigualdade econômica na Região.

Rieger (2020) analisou o efeito do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE) no nível de emprego dos municípios abrangidos pelo programa. A análise foi feita mediante um painel dinâmico, utilizando dados de 2010 a 2015. Como resultado, foi obtida uma relação positiva entre os investimentos do FNE e o nível de emprego. Além disso, percebeu-se que o maior impacto foi no setor primário da economia.

Já Souza (2011) avaliou os impactos dos financiamentos realizados pelo BNB na geração de empregos, considerando todas as fontes de financiamento do Banco, como também analisou o Fundo FNE de maneira isolada. Para isso, foi utilizado um índice de base fixa e móvel. Concluiu o autor que a atuação das empresas financiadas pelo FNE influencia em 9,2% para o melhor nível de emprego formal no Nordeste, corroborando a importância do Fundo para o desenvolvimento da Região. Além disso, para a maioria dos Estados do Nordeste junto às empresas financiadas pelo BNB, considerando todas as fontes e o FNE de maneira isolada, ocorreu intensa correlação linear entre o aporte de desembolso e a geração de empregos formais.

A Tabela 1 contém a síntese de outras literaturas que também analisaram os Fundos Constitucionais de Financiamento, com suas respectivas metodologias e variáveis utilizadas.

Tabela 1 - Literatura sobre os fundos constitucionais e metodologias.

<b>Trabalho</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Método</b>	<b>Variáveis</b>
Cravo, Resende e Carvalho (2014)	Análise da importância dos Fundos Constitucionais para o crescimento econômico regional no Brasil de 2004 a 2010, considerando dependência espacial	Painel espacial	Carteira de empréstimo dos fundos (IPEA); PIB REGIONAL <i>per capita</i> ;
Oliveira, Lima e Arriel (2016)	Análise da influência do espaço na distribuição de recursos do FCO entre 2004 e 2011 nos municípios goianos	Modelo espacial com efeitos fixos	Valor do FCO (CDE); Quantidade de mão de obra, salário médio (RAIS); PIB e PIB <i>per capita</i> , valor adicionado da indústria e serviços (IMB);

(conclusão)

<b>Trabalho</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Método</b>	<b>Variáveis</b>
Resende, Silva e Silva (2017)	Avaliação da relação entre o FNE e o crescimento do PIB per capita entre 1999 a 2011 dos municípios e microrregiões em sua área de abrangência	Modelos em painel de efeitos fixos	PIB e PIB <i>per capita</i> dos municípios, população residente total (IBGE); anos de escolaridade média dos trabalhadores (RAIS)

Fonte: elaborado pela autora a partir da literatura.

## 2.2 Métodos de análise de estatística espacial

A economia urbana e regional teve consideráveis avanços metodológicos nos últimos anos, o que possibilitou a utilização de dados espaciais para análise dessas economias. No decorrer dos últimos 40 anos, houve diversos estudos na área da estatística para que essa fosse reconhecida como estatística espacial, com a identificação dos problemas causados pela dependência espacial, observados, primeiramente, por Student (1914), seguido de Moran (1948) e Geary (1954), os quais apontaram os primeiros índices para detectar autocorrelação espacial em um estudo (KREMPI, 2004).

A estatística espacial configura o desdobramento de uma área mais ampla, chamada de Análise Espacial. O avanço nesta área decorre, principalmente, do aumento do interesse na área, bem como da crescente disponibilidade de bases de dados socioeconômicas georreferenciadas. Nesse sentido, o processo de análise espacial abrange métodos de visualização, métodos que investigam o padrão de dados (se os dados apresentam distribuição aleatória ou não), métodos que auxiliam na escolha do modelo estatístico e estimação dos parâmetros do modelo (KREMPI, 2004). Assim, os mecanismos da estatística espacial destinam-se a seleção, manipulação, análise exploratória e análise confirmatória. As técnicas de análise exploratória descrevem e visualizam dados espaciais, verificando se há padrões de associação espacial. Já as técnicas de análise confirmatória incorporam modelos de estimação e procedimentos para sua validação (KREMPI, 2004).

A estatística espacial é assente em alguns princípios básicos: interdependência, assimetria, alotropia e inclusão de variáveis topológicas. Nem sempre, entretanto, é possível

observar todos estes princípios na construção do modelo, sendo possível o aparecimento de outros. Desse modo, quando se analisam dados espaciais, é suscetível de que surjam efeitos espaciais, como heterogeneidade e autocorrelação espacial. A heterogeneidade diz respeito às diferenças socioeconômicas entre localidades distintas, ou seja, instabilidade espacial através do espaço. Já a autocorrelação espacial ou dependência espacial refere-se à interação dos agentes através do espaço, ou seja, sugere que o valor de uma variável em um lugar do espaço está relacionado com seu valor em outro lugar do espaço (SERRANO; VALCARCE, 2000; KREMPI, 2004; ALMEIDA, 2012).

Os métodos estatísticos para descrever e analisar os dados são subdivididos em: medidas de distribuição espacial, medidas de autocorrelação espacial e medidas de associação espacial entre variáveis. Para os propósitos deste experimento, que estuda dados possivelmente associados, são utilizadas técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), composta por um conjunto de ferramentas gráficas que possuem o objetivo de identificar propriedades espaciais dos dados para descrever seus padrões com suporte na localização dos indicadores. Assim, esse conjunto de técnicas estatísticas enseja melhor compreensão da dinâmica espacial do fenômeno estudado, baseado no conceito de autocorrelação espacial, gerando como resultados índices globais e locais (KREMPI, 2004).

Os indicadores que medem essa autocorrelação espacial mais populares são: i) Índice de Moran univariado local e global; ii) Índice de Moran bivariado local e global; iii) estatísticas de *grests* local e global; iv) diagrama de dispersão de Moran. Os indicadores utilizados nesse trabalho, bem como suas hipóteses, são descritos na subseção 3.1.

### ***2.2.1 Aplicações empíricas***

A análise exploratória de dados espaciais vem sendo utilizada, cada vez mais, em estudos econômicos orientados para analisar a concentração geográfica de uma determinada variável econômica em uma área. Neves e Luiz (2006) utilizaram análise exploratória de dados espaciais, com Índice de Moran e diagrama de dispersão de Moran para identificar a distribuição espacial da produção de café no Estado de São Paulo. Almeida *et al.* (2008) identificaram autocorrelação espacial para produtividade da terra, utilizando a mesma técnica.

Nessa mesma perspectiva, Marconato, Larocca e Quintanilha (2012) concluíram que há elevada correlação espacial no uso de tecnologias em estabelecimentos agropecuários situados nos municípios brasileiros. Para tal, utilizaram técnica de análise exploratória de

dados espaciais, analisando os dados por meio dos índices de Moran global e local, e mostrando os resultados por intermédio do diagrama de espalhamento de Moran.

Já Pedrosa e Albuquerque (2020) recorreram ao índice de Moran para analisar a distribuição de casos da COVID-19 e de leitos de terapia intensiva exclusivos para a doença no Estado do Ceará. Assim, contaram uma autocorrelação espacial positiva em que a distribuição dos leitos de terapia intensiva evidenciou aglomerados com padrão Alto-Alto.

### 3 METODOLOGIA

Os municípios estudados compreendem a área de atuação da SUDENE, tomando-se por base um conjunto de dados secundários. Para a análise empírica, apoia-se nos métodos de análise de estatística espacial, a fim de compreender os padrões de associação entre as variáveis estudadas. Com esse intento, aplica-se um conjunto de técnicas estatísticas, conhecido como Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) que serve para identificar os padrões espaciais, bem como para expor a dispersão regional das modalidades de financiamentos possibilitadas pelo FNE.

#### 3.1 Área de estudo

A área de estudo selecionada para análise compreende a de atuação da SUDENE, abrangendo totalmente os Estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e, parcialmente, os Estados de Minas Gerais e Espírito Santo, cujos municípios pertencentes constam na tabela fornecida no site da SUDENE.

#### 3.2 Fonte dos dados

Os dados utilizados foram coletados de um conjunto de fontes distintas. As informações sobre os valores e quantidades de operação do FNE foram sintetizadas das estatísticas do Banco do Nordeste do Brasil (BNB). Os dados sobre a produção agrícola e produção da pecuária foram obtidos, respectivamente, por meio das informações da Produção Agrícola Municipal (PAM) e da Produção da Pecuária Municipal (PPM), disponibilizados anualmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) por meio do Sistema de Recuperação Automática (SIDRA).

Os dados referentes a emprego (massa salarial e quantidade de vínculos ativos) foram sacados dos microdados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). Foram utilizados também dados sobre PIB e PIB *per capita* médio dos municípios, os quais foram removidos dos microdados do IBGE. A Tabela 2 contém os trabalhos identificados na literatura especializada com suas respectivas metodologias.

Tabela 2 -Trabalhos identificados com respectivos objetivos, métodos e variáveis utilizadas

<b>Variáveis</b>	<b>Descrição</b>	<b>Fonte</b>
PIB per capita	PIB per capita dos municípios que compõem a área de atuação da SUDENE	IBGE
Produção Agrícola Municipal	Valor da produção agrícola por município da área de atuação da SUDENE	IBGE
Produção Pecuária Municipal	Valor da produção pecuária da área de atuação da SUDENE	IBGE
Quantidades de vínculos ativos	Quantidade de vínculos ativos por município	RAIS
Massa salarial	Remuneração média	RAIS
FNE per capita	Valores dos recursos concedidos aos beneficiários	BNB

Fonte: Elaboração própria.

### 3.3 Métodos de análise

Quando se empregam dados espacialmente referenciados em que a localização tem influência sobre as características individuais de cada unidade observacional<sup>2</sup>, ou seja, quando a localização de uma determinada observação é capaz de definir o nível de interação com unidades vizinhas, é indicado incorporar no modelo essa possível influência que a distância exerce na variável de interesse (FIGUEREDO, 2011).

Nessa contextura, não é possível utilizar modelos econométricos clássicos, caso haja dependência espacial, pois desobedece ao pressuposto da independência entre as observações, comprometendo desse modo o resultado das estimações, resultando em estimadores viesados e ineficientes.

<sup>2</sup> No caso deste estudo, as unidades observacionais são os municípios da área de atuação da SUDENE.

### 3.3.1 Matrizes de ponderação espacial

Inicialmente, como a autocorrelação espacial sugere que o valor de uma variável de interesse em uma região  $i$  tende a estar associado ao valor dessa variável nas regiões vizinhas, tem-se que definir uma matriz de ponderação espacial ( $W$ ) quadrada e de dimensão  $n$  por  $n$  para representar as interações espaciais do evento estudado, de modo que essa matriz  $W$  realiza uma ponderação da influência que as regiões exercem entre si. Desse modo, cada ligação entre as regiões é simbolizada por uma célula dessa matriz (peso espacial). Assim, os pesos espaciais  $W_{ij}$  retratam o grau de ligação entre as regiões, revelando a influência (transbordamento) da região  $j$  sobre a região  $i$ . Esse grau de ligação é classificado segundo critérios geográficos ou socioeconômicos<sup>3</sup>. Com relação ao critério de conexão (ligação) geográfico de matriz de pesos espaciais, sua definição baseia-se na ideia de proximidade, definível de acordo com a contiguidade ou com a distância geográfica, segundo uma métrica determinada (ALMEIDA, 2012; ALBUQUERQUE, 2020).

Neste ensaio, a matriz utilizada é a de vizinhança  $k$  vizinhos mais próximos, baseada no critério de conexão geográfica e definida de acordo com a distância entre as observações (municípios), em razão de os municípios pertencentes à área de atuação da SUNEDE não serem fronteiros (contíguos). A matriz  $W$  de  $k$  vizinhos mais próximos,  $W_{ij}(k)$ , é baseada na ideia de que duas regiões mais próximas geograficamente maior interação espacial. Ela é uma matriz binária cuja convenção de proximidade é fundamentada na distância geográfica, medida em quilômetros.

### 3.3.2 Índice de Moran

Para checar se a distribuição espacial dos recursos *per capita* do FNE é aleatoriamente distribuída entre os municípios beneficiários, propõe-se o uso da estatística global de Moran univariada. Formalmente, a estatística de Moran univariada é dada por:

$$I = \frac{Z'WZ}{Z'Z} \quad (1),$$

---

<sup>3</sup> Ver Almeida, 2012.

em que  $Z$  é um vetor  $n \times 1$  com os valores padronizados dos recursos *per capita* do FNE para cada um dos  $n$  municípios beneficiários e  $W$  é uma matriz de pesos espaciais  $n \times n$ . Dada a grande possibilidade de utilização de matrizes de pesos espaciais, propõe-se o uso das matrizes do tipo *queen*, *rook*, e  $k$  vizinhos, de modo que a matriz escolhida para execução do teste será aquela que obedecer a todas as propriedades indicadas por Anselin e Rey (2014).

O objetivo principal do uso da estatística global de Moran univariada é testar a hipótese nula de distribuição aleatória dos recursos *per capita* do FNE, ou seja:

- H0: Os recursos do FNE, em termos *per capita*, são aleatoriamente distribuídos entre os municípios beneficiários;
- H1: Existe um padrão de similaridade na distribuição espacial dos recursos do FNE, em termos *per capita*, entre os municípios beneficiários.

Foi utilizado um nível de 5% de tolerância para a ocorrência do erro com base em um teste de significância bicaudal.

Para verificar se existe uma correlação espacial bivariada não nula entre os valores *per capita* oriundos dos recursos do FNE e um conjunto de outras variáveis, foi utilizado o Índice de Moran bivariado. Segundo Anselin *et al.* (2003), o principal objetivo desta estatística é verificar se os valores observados de uma variável em uma determinada unidade de espaço interferem nos valores observados de outra variável nas unidades de espaço circunvizinhas. Formalmente, Almeida (2012) descreve que o índice de Moran bivariado é descrito como:

$$I_{ij} = \frac{n}{S_0} \frac{Z_i W Z_j}{Z_i Z_j} \quad (2),$$

em que  $Z_i$  e  $Z_j$  são duas variáveis distintas espacialmente distribuídas e  $S_0$  é a soma de todos os elementos da matriz de pesos espaciais. O índice de Moran bivariado possibilita realizar o seguinte teste de hipótese:

- H0: A associação espacial entre  $Z_i$  e  $Z_j$  é nula;
- H1: Existe uma associação espacial (positiva ou negativa) entre as variáveis  $Z_i$  e  $Z_j$ .

Novamente, foi utilizado um nível de 5% de tolerância para a ocorrência do erro com base em um teste de significância bicaudal. Neste caso,  $Z_i$  assume os valores do montante de recursos *per capita* decorrentes dos financiamentos do FNE e  $Z_j$  é representado pelas seguintes variáveis.

- (i) Produto Interno Bruto *per capita*;
- (ii) Mercado de Trabalho (quantidade de vínculos ativos e massa salarial);
- (iii) Produção Agrícola Municipal;
- (iv) Produção Pecuária Municipal.

### 3.3.3 Padrões de distribuição em tempo e espaço

Almeida (2012) mostra que os indicadores de autocorrelação global univariada e bivariada são obtidos em uma especificação alternativa àquelas mostradas nas subseções anteriores. O referido autor demonstra que o indicador de autocorrelação espacial global univariada é obtido alternativamente por meio do cálculo da inclinação da reta que descreve a relação entre a defasagem espacial e o valor em nível de uma dada variável, enquanto o indicador de autocorrelação espacial global bivariada é obtido alternativamente por meio do cálculo da inclinação da reta que descreve a relação entre a defasagem espacial de uma dada variável e o valor em nível de outra variável. *In aliis verbis*, os indicadores de autocorrelação global são calculados por meio de uma estimativa de mínimos quadrados ordinários da relação entre os valores em nível e espacialmente defasados das variáveis de interesse.

Para descrever formalmente, deixe  $W_{ij}$  representar a matriz de proximidade espacial e  $Y$  representar uma variável de interesse. O valor do índice de Moran global univariado é dado pelo coeficiente  $\beta_u$  da seguinte estimativa:

$$Y_i = \beta_u(W_{ij}Y_i) + \varepsilon_i \quad (3)$$

Analogamente, seja  $X$  uma variável de interesse com  $X \neq Y$ , o índice de Moran Global bivariado pode ser representado pelo coeficiente  $\beta_b$  da seguinte relação.

$$Y_i = \beta_b(W_{ij}X_i) + \varepsilon_i \quad (4)$$

Haja vista o fato de que há dados distribuídos em tempo e espaço sobre os temas aqui abordados, esta pesquisa propõe estender estes conceitos para uma abordagem de dados

empilhados, a fim de obter indicadores globais de autocorrelação que representem a situação dos padrões de distribuição espacial em todo o período estudado. Assim, seja  $t$  o indicador de tempo (ano), as equações anteriores são reescritas como:

$$Y_{i,t} = \beta_u(W_{ij,t}Y_{i,t}) + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

$$Y_{i,t} = \beta_b(W_{ij,t}X_{i,t}) + \varepsilon_{i,t} \quad (6)$$

Neste caso,  $\beta_u$  e  $\beta_b$  são os indicadores de correlação espacial global univariada e bivariada, respectivamente, para todo o período analisado. A hipótese nula e alternativa dos indicadores ocorre de maneira similar ao caso *crosssection* já mostrado nesta seção.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção está o resultado da Análise Exploratória de Dados Espaciais da distribuição univariada e bivariada do Índice de Moran Global em painel e do Índice de Moran Global e Local *crossection* para o período de 1989 a 2019.

### 4.1 Índice de Moran global

Os resultados a seguir verificam os objetivos específicos deste estudo. Inicialmente, calculou-se o Índice de Moran Global para mensurar a correlação espacial de forma univariada na variável ‘valor *per capita* do FNE’ para o período de 1989 a 2019. Os resultados da Figura 1 confirmam a rejeição da hipótese nula do teste de Moran univariado para os valores *per capita* do FNE para a maioria dos anos em análise. Estes resultados denotam que os recursos do FNE foram distribuídos em um padrão de similaridade entre os municípios beneficiários na maior parte dos anos desde a implementação do Fundo. Assim, relativamente ao padrão de distribuição espacial, pode ter ocorrido padrão de concentração dos valores do FNE entre os municípios beneficiários, desconsiderando os anos iniciais da implementação do Fundo<sup>4</sup>.

Em princípio, esse resultado seria interpretado positivamente, se a concentração de valores do FNE fosse um polígono onde houvesse apenas municípios pouco desenvolvidos, ou seja, com baixo desenvolvimento próximo a municípios também com baixo desenvolvimento, ambos recebendo altos valores do FNE. Desse modo, o valor desembolsado por essa política estaria possibilitando a esses municípios se igualarem àqueles que possuem um maior desenvolvimento. De outro modo, reforçaria a desigualdade inter-regional, em que municípios desenvolvidos recebem altos valores e estando próximos àqueles municípios que são também desenvolvidos e que recebem alto valor *per capita* do referido Fundo. Ademais, evidencia-se a possibilidade de eventuais deficiências no que diz respeito à equidade na distribuição territorial dos valores oriundos do FNE.

O painel (a) da Figura 1 mostra que existem padrões de concentração espacial de altos valores do FNE *per capita*, isto é, na maioria dos anos analisados, observa-se a existência de municípios com elevados valores *per capita* do FNE cujos beneficiários mais próximos também foram contemplados com um elevado valor *per capita* do FNE. Este

---

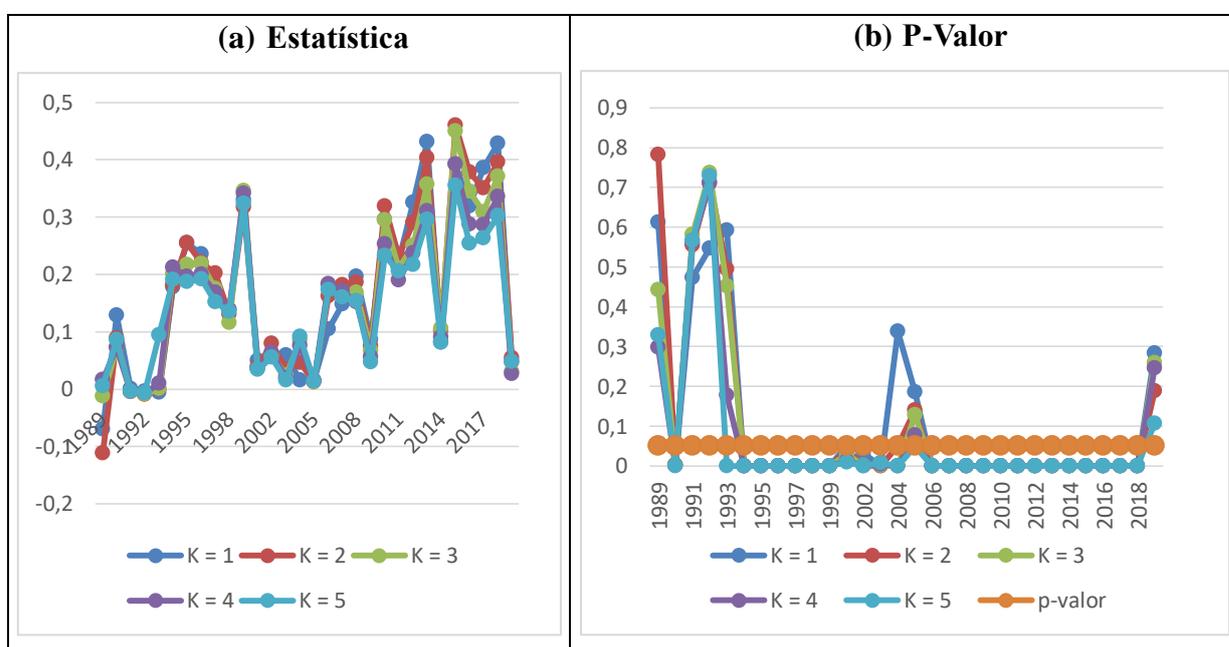
<sup>4</sup> Nos anos de 1989 e 1992 não houve correlação espacial.

resultado fornece indícios de que os municípios beneficiários que recebem os maiores montantes de recursos do FNE, em termos *per capita*, tendem a ter grande proximidade com municípios beneficiários que também são contemplados com um elevado montante de recursos do FNE, o que é capaz de ter causado desigualdades dentro da região de atuação do referendo Fundo constitucional. A própria estrutura econômica provoca esse comportamento. Normalmente, tais municípios estão próximos às capitais e o efeito transbordamento neles provoca a concentração do FNE.

Vale salientar que, apesar de os anos iniciais da análise apontar um resultado diferenciado dos demais anos no teste demonstrado na Figura 1, este resultado – decerto – provém da baixa quantidade de observações consideradas na análise, uma vez que o teste de Moran univariado foi realizado apenas com os municípios beneficiários que receberam algum valor oriundo dos recursos do FNE, de modo que o número de beneficiários nos anos iniciais da análise é relativamente baixo, o que é passível de trazer uma baixa robustez para os resultados do teste de Moran univariado.

Este estudo, todavia, demanda por uma completa análise, desde o primeiro ano de implementação da política até o mais recente período sobre os indicadores de distribuição espacial dos recursos do FNE, de maneira que, apesar das eventuais limitações para com o cálculo dos indicadores, optou-se por preservar os resultados das análises em todos os anos que contemplam o horizonte de planejamento do estudo.

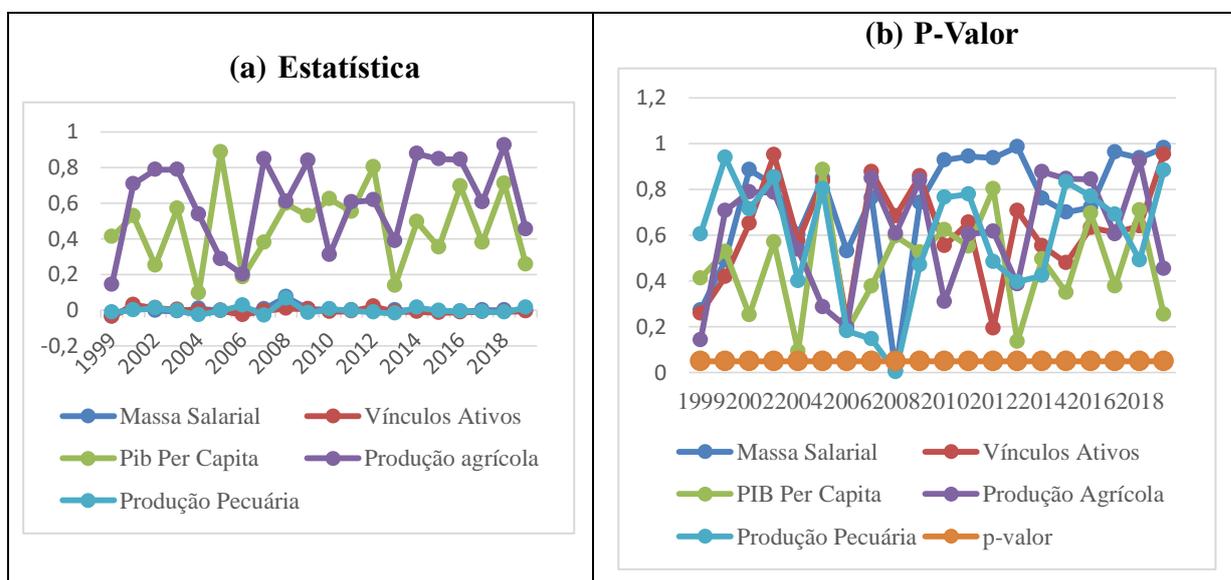
Figura 1 - Índice de Moran global univariado para valores per capita do FNE



Inicialmente, vale evidenciar que, no estudo, não foi considerado um período de maturação do investimento. Além disso, o trabalho considera os dados de contratação do FNE em determinado município e não o desembolso efetivo desse montante pelos beneficiários. Na Figura 2 estão os resultados do índice global de Moran bivariado, em que são comparadas as demais variáveis do modelo. O cálculo deste indicador tem o objetivo de verificar o transbordamento espacial das principais variáveis econômicas dos municípios beneficiários em decorrência do montante financeiro *per capita* concedido pelo FNE. A hipótese nula do teste afirma que não há nenhuma relação entre os recursos do FNE em um dado município beneficiário e a variável de interesse nos municípios beneficiários mais próximos.

Com suporte no painel (b) da Figura 2, é notório o fato de que a hipótese nula do teste foi rejeitada apenas no ano de 2008 para a massa salarial e produção pecuária, indicando que há correlação entre as variáveis. Dessa maneira, no painel (a), observa-se que o valor do índice global de Moran bivariado foi majoritariamente positivo, indicando uma correlação positiva. Este resultado evidencia a noção de que municípios com altos (baixos) valores do FNE *per capita* estão associados a municípios com altos (baixos) índices das variáveis consideradas (massa salarial e produção pecuária). Possivelmente, o crédito financiado fomenta uma dinamização nos municípios vizinhos transbordando, causando esse comportamento.

Figura 2 - Índice de Moran global bivariado (massa salarial, PIB per capita e vínculos ativos)



Fonte: Elaboração própria.

Vale salientar, entretanto, que este estudo tenciona analisar o efeito transbordamento do FNE, ou seja, verificar se os valores *per capita* do FNE influenciam os valores *per capita* do FNE e das outras variáveis do modelo nas vizinhanças. Desse modo, este estudo não tem como objetivo mensurar o impacto nem a eficácia da intervenção. De tal modo, o FNE exerce um papel essencial para alavancar e fomentar o desenvolvimento do Nordeste, possibilitando a dinamização da economia, gerando mais oportunidade de emprego e renda por meio do financiamento de projetos.

Os padrões globais de associação espacial são capazes de contrapor os padrões de associação locais ou estar em consonância. *In hoc sensu*, os resultados são ocorrentes de duas maneiras distintas: uma quando indicações de ausência de autocorrelação global oculta padrões de associação local e a outra quando uma robusta indicação de autocorrelação global oculta padrões locais de associação. Assim, a estatística de autocorrelação global não permite identificar a ocorrência de autocorrelação local estatisticamente significativa. Assim, é necessário captar esse efeito com amparo no índice de Moran local univariado (ALMEIDA, 2004; ROCHA; PARRÉ, 2009).

#### **4.2 Índice de Moran local univariado para valor *per capita* do FNE (*Crossection*)**

A estatística local faz uma decomposição do indicador global de autocorrelação na contribuição local, de modo que fornece uma informação mais detalhada entre um determinado polígono e uma vizinhança definida. Nesse contexto, a Figura 3 mostra o padrão de correlação espacial sobre a variável em estudo, tendo-se utilizado o índice local de Moran para o valor *per capita* total do FNE, com matriz  $k=1$  vizinhos<sup>5</sup>, para cada ano do estudo.

Com o objetivo de captar a associação espacial entre os municípios, foram realizados testes de autocorrelação local (LISA), os quais se aplicam para matriz  $k$ -vizinhos. Foram identificados padrões de correlação espacial, isto é, os valores das variáveis analisadas de um município dentro de sua mesorregião tendem a ser correlacionados aos valores dos seus vizinhos nas demais mesorregiões. Desse modo, verifica-se que os recursos não estão alocados entre os polígonos estudados, o que sugere a existência de dependência espacial (efeito transbordamento). Este resultado corrobora Almeida Júnior, Rezende e Silva (2007),

---

<sup>5</sup> Para robustez do trabalho, os gráficos com  $k=2,3,4,5$  encontram-se no apêndice.

Macedo e Mattos (2008), Macedo (2017), indicando que métodos que consideram a dependência espacial são mais apropriados para avaliar os fundos constitucionais.

De acordo com a Tabela 3, observam-se, majoritariamente, dois padrões de correlação durante os anos analisados, os padrões alto-alto e baixo-alto. De modo geral, verifica-se que, nos anos iniciais da política, há mais municípios com padrão de correlação baixo-alto, em que municípios com baixo valor da variável analisada (valores *per capita* do FNE) estão próximos a municípios que denotam alto valor dessa variável, mostrando um comportamento de associação espacial negativa, com indicativo de dissimilaridade entre os valores do atributo estudado e de sua localização. Também é possível observar que, ao longo do tempo, o padrão de correlação alto-alto passou a ter mais municípios. No ano de 1999, houve 45 municípios com esse padrão de distribuição.

Segundo Ferreira (2013), no período de 1999 a 2002, houve maior participação relativa ao crédito contratado de agentes de pequeno porte, ou seja, micro e mini produtores e empresas. Nesse período, ocorreu uma distribuição de crédito espacialmente mais descentralizada, em que um maior volume de crédito era direcionado a municípios menos desenvolvidos. Ainda segundo Ferreira (2013), em 2003, iniciou-se uma mudança na distribuição do crédito, com aumento da participação de agentes de grande porte. Desse modo, após 2007, o volume de recursos do FNE concentrou-se nos agentes de maior porte, possivelmente localizados em municípios mais desenvolvidos. Dessa maneira, observa-se que após o ano de 2007 o padrão de correlação tem uma tendência a ser alto-alto.

No ano de 2000, contudo, não houve nenhuma relação entre os recursos do FNE em um dado município beneficiário e a variável de interesse nos municípios beneficiários mais próximos. Isso pode estar relacionado com o baixo número de observações. Vale ressaltar, ainda, que o cálculo econométrico utilizado considera apenas os municípios beneficiários com uma matriz de vizinhos mais próximos, e os padrões mudam ano após ano. Desse modo, um município é capaz de estar em um determinado padrão em um ano, mas no ano seguinte o vizinho mais próximo dele pode ser outro município, bem como o valor *per capita* do FNE é passível mudar.

Tabela 3 -Resultados do índice de Moran local univariado para valores per capita do FNE

Ano	BB	BA	AB	AA	Ano	BB	BA	AB	AA
1989	0	1	0	0	2005	0	6	0	2
1990	0	4	0	4	2006	0	15	0	16
1991	0	3	0	1	2007	0	12	0	9
1992	0	4	0	0	2008	0	14	0	21
1993	0	11	0	3	2009	0	4	0	10
1994	0	23	0	26	2010	0	5	0	17
1995	0	11	0	12	2011	0	11	0	17
1996	0	33	0	30	2012	0	4	0	18
1997	0	31	0	34	2013	0	7	0	17
1998	0	14	0	18	2014	0	4	0	10
1999	0	20	0	45	2015	0	3	0	13
2000	0	0	0	0	2016	0	6	0	15
2001	0	14	0	15	2017	0	3	0	19
2002	0	20	0	10	2018	0	6	0	17
2003	0	2	0	4	2019	0	2	0	5
2004	0	13	0	7					

Fonte: Elaboração própria.

Nota: AA = Alto-Alto; AB = Alto-Baixo; BB = Baixo-Baixo; BA = Baixo-Alto.

#### 4.3 Índice de Moran local bivariado (*Crossection*)

De acordo com Almeida (2004), do mesmo jeito que se obtém um coeficiente de autocorrelação espacial global bivariado, obtém-se uma medida de autocorrelação espacial local. Desse modo, os padrões de associação entre o valor *per capita* do FNE e as outras variáveis do modelo (quantidade de vínculos ativos, massa salarial, PIB *per capita*, produção agrícola e pecuária municipal) são mostrados em formato de gráficos pela Figura 3.

Ao analisar a associação entre os valores *per capita* do FNE e as outras variáveis do modelo, percebem-se os quatro tipos de correlação: alto-alto, alto-baixo, baixo-alto e baixo-baixo. Em suma, os resultados da figura 3 sugerem que, majoritariamente, o padrão de correlação baixo-baixo é o que possui mais municípios em todas as variáveis do modelo. Esse resultado sugere a existência de autocorrelação espacial positiva, em que municípios com

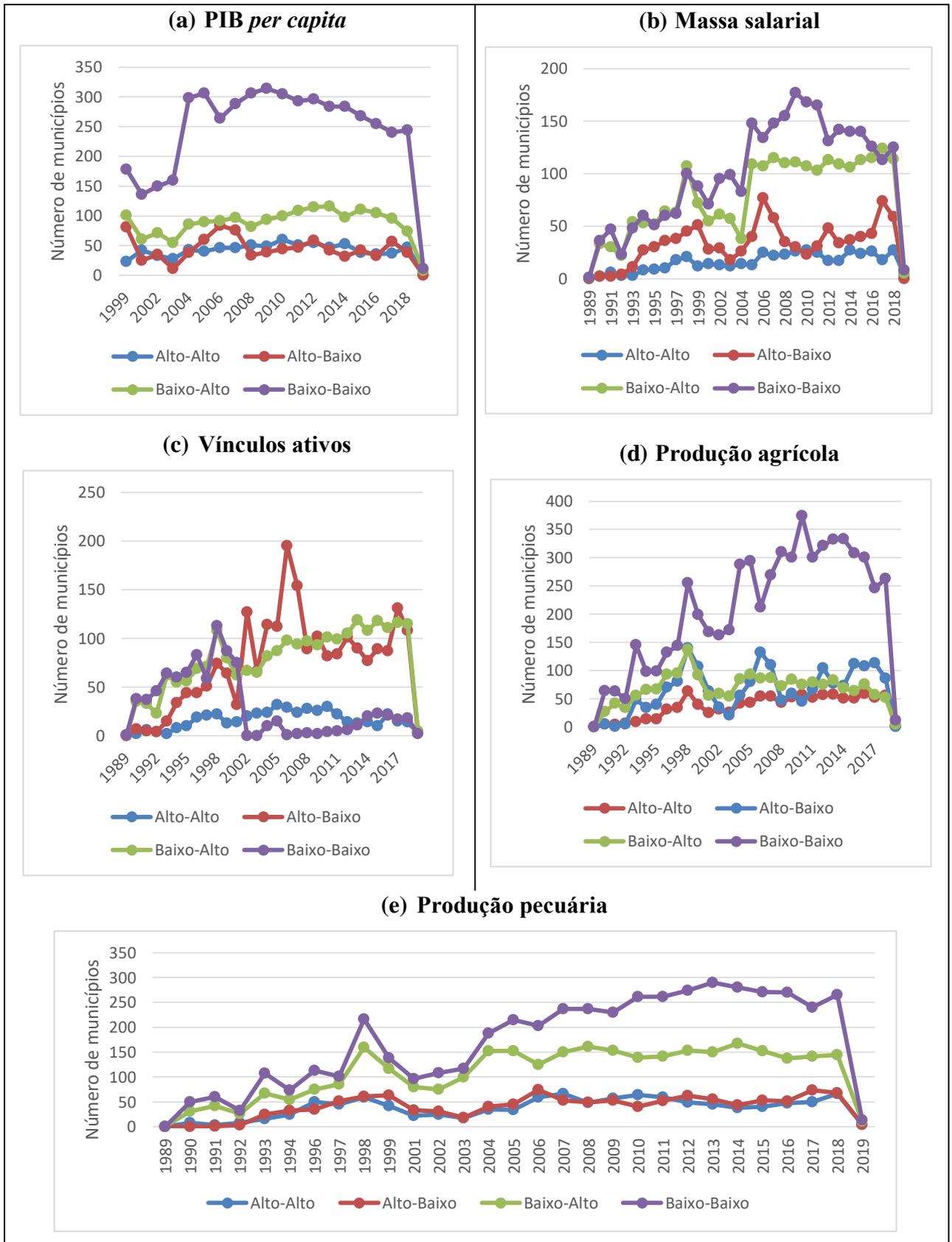
baixo valor do FNE *per capita* são vizinhos de municípios com baixo valor das variáveis analisadas.

No ano de 2007, a variável referente a vínculos ativos denotou uma correlação maior do tipo alto-baixo, com 195 municípios nesse padrão. Ou seja, para esse ano, altos valores do FNE *per capita* estão próximos a valores baixos de vínculos ativos. Assim, os municípios que recebem maiores valores do FNE são habilitados a atrair mão de obra dos municípios vizinhos, justificando o padrão alto-baixo. A variável massa salarial teve comportamento semelhante à variável de vínculos ativos.

Com relação à variável PIB *per capita*, observa-se que a maior parte dos municípios possui um padrão de correlação positiva do tipo baixo-baixo, em que municípios com baixos valores do FNE *per capita* estão próximos a municípios que possuem baixo PIB *per capita*. Esse resultado indica pontos de associação espacial positiva, no sentido de que uma localização possui vizinhos com valores equivalentes. Desse modo, a relação positiva entre PIB *per capita* e FNE sugere que a distribuição do financiamento é ligada à demanda daqueles municípios que já possuem algum dinamismo econômico, em que o direcionamento de crédito do FNE para os polos dinâmicos é possível ter contribuído para reforçar desigualdades intrarregionais, corroborando Silva, Resende e Silveira Neto (2006).

Malgrado, porém, o resultado com maior número de municípios com correlação positiva, Cambota e Viana (2019) relatam que houve um processo de redução das desigualdades intramunicipais, identificando uma redução no *gap* dos municípios com maior e menor PIB *per capita* da região de atuação do FNE

Figura 3 - Resultados do índice de Moran local bivariado (FNE per capita x variáveis de interesse)



Fonte: Elaboração própria.

Seguindo o mesmo sentido, as variáveis produção agrícola municipal e produção pecuária municipal também tiveram o padrão de correlação baixo-baixo com maior número de municípios durante todos os anos do estudo. Essas duas variáveis apontaram comportamento bem semelhante entre si.

#### 4.4 Índice de Moran global (Painel)

O Índice de Moran é calculado como painel espacial, ou seja, dado um choque na variável FNE *per capita* de um município beneficiário, verifica-se o transbordamento para todos os municípios da amostra. Diferentemente do formato *crosssection*, no painel existe apenas um coeficiente para todos os anos. O resultado é observado nas tabelas a seguir.

A Tabela 4 denota as informações da estimação do coeficiente univariado para valores *per capita* do FNE. Como é possível observar por meio do p-valor, os coeficientes não foram estatisticamente significantes, a hipótese nula do teste foi aceita, indicando que não há similaridade entre os valores *per capita* do FNE entre os municípios beneficiados. Assim, não há efeito transbordamento do valor *per capita* do FNE entre os municípios que recebem essa política. Possível explicação para estes resultados encontrados seria que, como foram considerados apenas os municípios beneficiários, esses municípios podem estar bem distantes um do outro, o que dificultaria o transbordamento. Talvez haja transbordamento se a análise considerar todos os municípios do semiárido em vez de só os beneficiários.

Tabela 4 - Índice de Moran global univariado

<b>K</b>	<b>Coefficiente painel</b>	<b>P-Valor</b>
	<b>FNE <i>per capita</i></b>	
1	-0,0029	0,5443
2	-0,0034	0,2970
3	-0,0013	0,6209
4	0,0008	0,7246
5	0,0019	0,3740

Fonte: Elaboração própria.

O coeficiente também é calculado de maneira bivariada, ou seja, o índice é comparado com outras variáveis do modelo (recurso do FNE comparado com o conjunto de variáveis: PIB *per capita*, o mercado de trabalho<sup>6</sup> e produção agropecuária municipal).

<sup>6</sup> Mercado de trabalho refere-se às variáveis quantidade de vínculos ativos e massa salarial.

Tabela 5 - Índice de Moran global bivariado

<b>K</b>	<b>Coefficiente painel</b>	<b>P-Valor</b>
<b>Vínculos ativos</b>		
1	-0,0049	0,2135
2	-0,0033	0,2407
3	-0,0040	0,1031
4	-0,0031	0,1853
5	-0,0034	0,1089
<b>Massa salarial</b>		
1	-0,0031	0,4767
2	-0,0018	0,5424
3	0,0006	0,8134
4	-0,0010	0,6408
5	-0,0019	0,3785
<b>PIB <i>per capita</i></b>		
1	-0,0132	0,0150
2	-0,0106	0,0058
3	-0,0083	0,0092
4	-0,0088	0,0018
5	-0,0041	0,1043
<b>Produção agrícola</b>		
1	-0,0039	0,4245
2	-0,0024	0,4614
3	-0,0042	0,1321
4	-0,0019	0,4344
5	-0,0028	0,2069
<b>Produção pecuária</b>		
1	0,0016	0,7197
2	0,0025	0,4286
3	-0,0035	0,8948
4	0,0004	0,9861
5	-0,0002	0,9201

Fonte: Elaboração própria.

De acordo com a tabela 5, é rejeitada a hipótese nula do teste apenas para a variável PIB *per capita*. Essa variável apresentou coeficiente negativo, indicando uma correlação inversa entre a variável FNE *per capita* e PIB *per capita*. Portanto, um aumento no FNE *per capita* de um município reduz o PIB *per capita* do município vizinho. Esse aumento do FNE *per capita* é capaz de causar atração dos investimentos dos municípios vizinhos para o município em que houve o aumento, causando assim correlação negativa; contudo, nas outras variáveis de interesse, não houve indicativo de correlação.

Os resultados corroboram Resende e Silva (2018), que estudaram a existência de transbordamentos espaciais dos empréstimos dos fundos constitucionais do Norte e Centro-Oeste, no período de 1999 a 2011, com objetivo de descobrir se os municípios, de fronteira ou

não, ao receberem empréstimos dos referidos fundos, geram uma dinâmica econômica nos seus municípios vizinhos. Os autores concluíram que o efeito de vizinhança não indicou coeficiente estatisticamente significativo, estejam os municípios na faixa de fronteira ou não.

Cravo, Resende e Carvalho (2014) também utilizaram dados em painel para analisar o impacto dos fundos constitucionais no crescimento do PIB *per capita* de 2004 a 2010. Os resultados mostraram que os fundos constitucionais exprimem impacto positivo sobre o crescimento do PIB *per capita* no nível municipal. As estimativas espaciais, contudo, não indicaram a existência de transbordamentos espaciais decorrentes dos fundos constitucionais.

As estimativas deste trabalho visam, apenas, a verificar o efeito transbordamento do FNE *per capita* nas variáveis de interesse do modelo, utilizando a variável FNE *per capita* e as outras variáveis de interesse espacialmente defasadas e os efeitos fixos. Assim, o modelo utilizado possui limitações e não trata algumas deficiências, apontando estimativas que servem para abrir discussões sobre o comportamento das interações espaciais.

## 5 CONCLUSÕES

Utilizando-se o método de análise exploratória de dados espaciais, por meio da abordagem *crosssection* e de painel espacial, algumas conclusões são, no entanto, é importante lembrar que os indicadores estimados neste trabalho apontam apenas para a correlação, e não uma relação causal, ou seja, os indicadores não revelam impactos do FNE nas demais variáveis do modelo.

Assim, ante os resultados, remata-se que a estatística Global de Moran univariada *crosssection* para o valor *per capita* do FNE apontou padrões de concentração dos valores do FNE entre os municípios beneficiários, exceto para os anos iniciais a implementação da política. Assim, apesar de o FNE ter finalidade de reduzir as desigualdades entre as grandes regiões, existe um direcionamento de recursos com maior fluxo para localidades mais dinâmicas. Ou seja, possivelmente, a política é direcionada pelo lado da demanda, podendo impactar em aumento das desigualdades dentro da região estudada. A estatística Global de Moran bivariada *crosssection*, apontou comportamento semelhante, com indicativo de correlação espacial positiva no ano de 2008 para as variáveis correspondentes a massa salarial e produção pecuária.

Quanto a estatística Local de Moran univariada e bivariada, para as variáveis de interesse, verificou-se que a estatística univariada exibiu padrões de correlação espacial, indicando que os recursos não estão alocados de maneira homogênea entre os polígonos estudados. Nos anos iniciais, na implementação da política, havia indicativo de dissimilaridade entre os valores do atributo estudado e de sua localização. Ao extenso dos anos, percebeu-se uma mudança nesse padrão de associação, no qual os municípios passaram a ter maior similaridade entre os valores recebidos com seus vizinhos. Com relação à estatística bivariada entre valor *per capita* do FNE e as variáveis do modelo, os municípios indicaram, majoritariamente, correlação positiva. No ano de 2007, entretanto, a variável de vínculos ativos teve um comportamento alto-baixo, em que os municípios que recebem maiores valores do FNE estariam atraindo mão de obra de municípios vizinhos.

Por sua vez, na estimação de dados em painel espacial univariado e bivariado, sobrou constatado o fato de que não houve indicativo de correlação. Dessa maneira, não houve efeito transbordamento para as demais variáveis do modelo. A ausência dos efeitos espaciais da estimação em dados em painel é explicada de vários modos, entretanto, é necessário realizar estudos mais aprofundados, com metodologias mais robustas para captar possíveis deficiências. Apesar de os resultados não trazerem evidências significantes de efeito

transbordamento do FNE *per capita* do FNE sobre as variáveis de interesse nos municípios vizinhos, esse tipo de análise não deixa de ser relevante, por ainda ser pouco considerado pela literatura e trazer um período de análise longo, de 30 anos, desde a implementação da política até o ano de 2019.

Desse modo, pesquisas nesse sentido têm condição de trazer informações importantes para possíveis ajustes da política, além de abrir discussões sobre o comportamento das interações espaciais, e, também, de possíveis redirecionamentos do FNE, com maior divulgação de informações para a população sobre a importância do crédito para o fomento das atividades econômicas a fim de mitigar as disparidades municipais e regionais.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, W. M. **Análise de convergência espacial de produtividade agrícola aplicada a Região Nordeste do Brasil e aos municípios do Estado do Ceará.** 2020. 69f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.
- ALMEIDA JÚNIOR, M. F.; RESENDE, G. M; SILVA, A. M. A. Distribuição espacial dos fundos constitucionais de financiamento do Nordeste, Norte e Centro-Oeste. **Revista de economia**, [S.I.], v. 33, n. 2, 2007.
- ALMEIDA, E. **Econometria espacial.** Campinas: 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**, Brasília, v. 46, n. 1, p. 31-52, 2008.
- ALMEIDA JÚNIOR, M. F.; RESENDE, G. M; SILVA, A. M. A. Distribuição espacial dos fundos constitucionais de financiamento do Nordeste, Norte e Centro-Oeste. **Revista de economia**, [S.I.], v. 33, n. 2, 2007.
- ANSELIN, L. Spatial externalities, spatial multipliers, and spatial econometrics. **International regional science review**, [S.I.], v. 26, n. 2, p. 153-166, 2003.
- ANSELIN, L.; REY, S. J.; LI, W. Metadata and provenance for spatial analysis: The case of spatial weights. **International Journal of Geographical Information Science**, [S.I.], v. 28, n. 11, p. 2261-2280, 2014.
- ARAÚJO, M. A. P. **O papel do BNB/FNE na economia nordestina pós 1990.** 2010. 117 f. Dissertação (Mestrado em Economia Regional) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.
- BRASIL. Banco do Nordeste do Brasil. **Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste—FNE: relatório de resultados e impactos—exercício de 2020.** Brasília, DF: BNB, 2020.
- BRASIL. Banco do Nordeste do Brasil. **Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste: programação regional: FNE 2013.** Brasília, DF: BNB, 2013.
- BRASIL. Banco do Nordeste do Brasil. **Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste: programação regional: FNE 2014.** Brasília, DF: BNB, 2014.
- BRASIL. Banco do Nordeste do Brasil. **Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste: programação regional: FNE 2015.** Brasília, DF: BNB, 2015.
- BRASIL. Banco do Nordeste do Brasil. **Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste: programação regional: FNE 2016.** Brasília, DF: BNB, 2016.
- BRASIL. Banco do Nordeste do Brasil. **Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste: programação regional: FNE 2017.** Brasília, DF: BNB, 2017.

BRASIL. Banco do Nordeste do Brasil. **Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste**: programação regional: FNE 2018. Brasília, DF: BNB, 2018.

BRASIL. Banco do Nordeste do Brasil. **Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste**: programação regional: FNE 2019. Brasília, DF: BNB, 2019.

BRASIL. Banco do Nordeste do Brasil. **Relatório de atividades e resultados**: FNE 2008. Brasília, DF: BNB, 2008.

BRASIL. Banco do Nordeste do Brasil. **Relatório de resultados e impactos**: FNE 2011–Primeiro semestre. Brasília, DF: BNB, 2011.

CÂMARA, G. **Geoprocessamento**: Teorias e aplicações. Brasília, DF: INPE, 2010.

CARNEIRO, D.; CAMBOTA, J. N. **Avaliação do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste**: uma revisão sistemática da literatura. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2018.

DANIEL, L. P. **Avaliação dos impactos socioeconômicos da política de crédito subsidiado do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO)**. 2016. 185f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2016.

FERREIRA, E. W. **Fundos constitucionais e o financiamento do desenvolvimento via bancos públicos**: uma análise da distribuição de recursos do FNE. 2013. 267 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais Aplicadas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

FIGUEREDO, C. D. O. **Análise da dependência espacial no contexto de dados em painel: o caso espaço-temporal**. 2011. 78f. Dissertação (Mestrado em Estatística) - Instituto de Ciências Exatas, Universidade de Brasília, 2011.

FIRJAN. IFDM 2018. **Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal, Ano-base 2016**. Rio de Janeiro: Firjan, 2018.

GEARY, R. C. The contiguity ratio and statistical mapping. **The incorporated statistician**, v. 5, n. 3, p. 115-146, 1954.

IRFFI, G. D. Semiárido brasileiro e políticas regionais: o caso do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE). **Relatório de Pesquisa**. Brasília: Ipea, 2015.

KREMPI, A. P. **Explorando recursos de estatística espacial para análise da acessibilidade da cidade de Bauru**. 2004. 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia elétrica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

MACEDO, F. C. Diagnóstico do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE). *In*: RESENDE, G. M. **Avaliação de políticas públicas no Brasil**: uma análise da Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR). Brasília, DF: Ipea, 2017.

- MACEDO, F. C; MATTOS, E. N. O papel dos fundos constitucionais de financiamento no desenvolvimento regional brasileiro. **Ensaio fee**, [S.I.], v. 29, n. 2, p. 355-384, 2008.
- MARCONATO, R; LAROCCA, A. C.; QUINTANILHA, J. A. Análise do uso de tecnologias em estabelecimentos agropecuários por meio dos índices de Moran global e local. **Revista de Política Agrícola**, [S.I.], v. 21, n. 1, p. 5-21, 2012.
- MONTEIRO NETO, A. **Desigualdades regionais no Brasil: características e tendências recentes**. Brasília, DF: Ipea, 2014.
- MORAN, P. A. P; The interpretation of statistical maps. **Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)**, v. 10, n. 2, p. 243-251, 1948.
- NEVES, M. C.; LUIZ, A. J. B. **Distribuição espacial da cultura de café no Estado de São Paulo**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006.
- OLIVEIRA, H. D; Domingues, E. P. Considerações sobre o impacto dos Fundos Constitucionais de Financiamento do Norte e do Centro-Oeste na redução da desigualdade regional no Brasil. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA. 33., 2005. **Anais [...]**. Ipea, Brasília, 2005.
- PEDROSA, N. L.; ALBUQUERQUE, N. L. S. D. Análise Espacial dos Casos de COVID-19 e leitos de terapia intensiva no Estado do Ceará, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, [S.I.], v. 25, n. 1, p. 2461-2468, 2020.
- PORTUGAL, R. O que dizem as avaliações da política de desenvolvimento regional no Brasil? **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 48, n. 3, p. 157-170, 2017.
- RESENDE, G. M. **Avaliação dos impactos econômicos do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste entre 2004 e 2010**. Brasília, DF: Ipea, 2014.
- RESENDE, G. M. **Micro e macroimpactos de políticas de desenvolvimento regional: o caso dos empréstimos do FNE-industrial no Estado de Ceará**. Brasília, DF: Ipea, 2012.
- RESENDE, G. M; SILVA, D. F. C; SILVA, L. A. Avaliação econômica do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE): uma análise espacial por tipologia da PNDR entre 1999 e 2011. **Revista Econômica do Nordeste**, [S.I.], v. 48, n. 1, p. 9-29, 2017.
- RIEGER, R. A; LIMA, R. M. N; RODRIGUES, C. T. O efeito do FNE no crescimento do emprego formal da Região Nordeste. **Revista Econômica do Nordeste**, [S.I.], v. 51, n. 2, p.155-168, 2020.
- ROCHA, C. B; PARRÉ, J. L. Estudo da distribuição espacial do setor agropecuário do Rio Grande do Sul. **Análise Econômica**, [S.I.], v. 27, n. 52, 2009.
- SERRANO, R. M; VALCARCE, E. V. **Técnicas econométricas para el tratamiento de datos espaciales: la econometría espacial**. Barcelona: Universitat Barcelona, 2000.

SILVA, A. M. A.; RESENDE, G. M.; SIVEIRA NETO, R. M. Eficácia do gasto público: uma Avaliação do FNE, FNO e FCO. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 89-125, 2009.

SILVA, M. A. N. D. **Financiamento e desenvolvimento no Nordeste**: uma abordagem do FNE para o período 2010-2016. 2017. 64f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Economia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

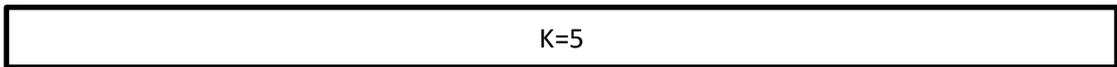
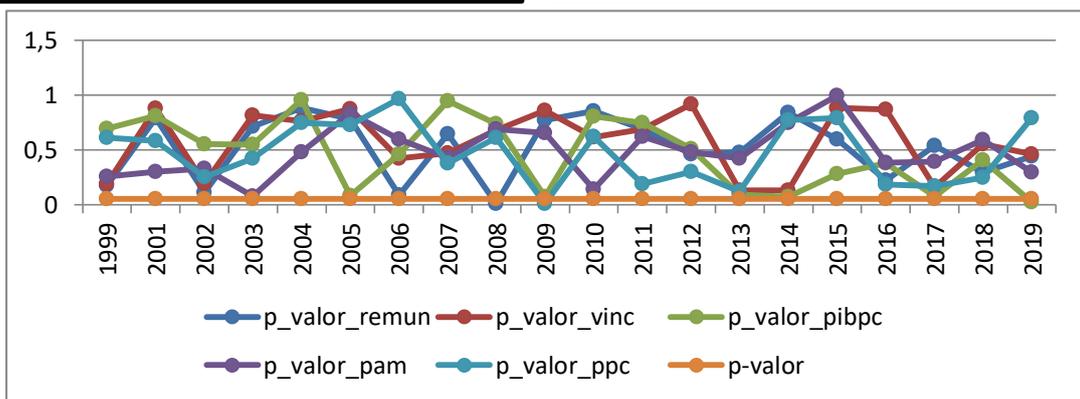
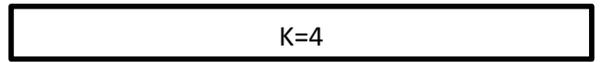
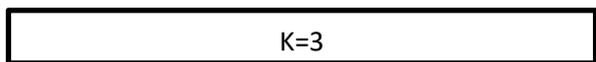
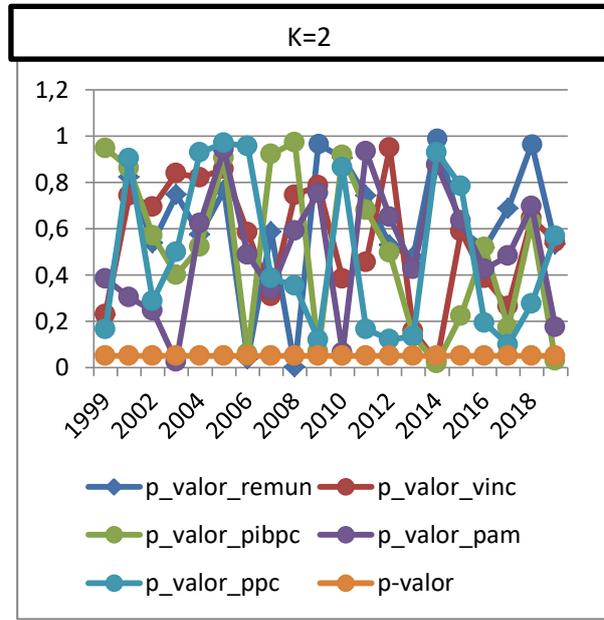
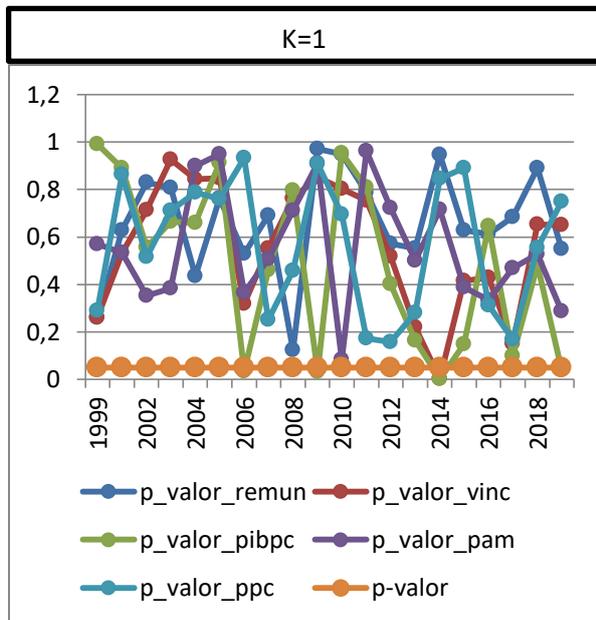
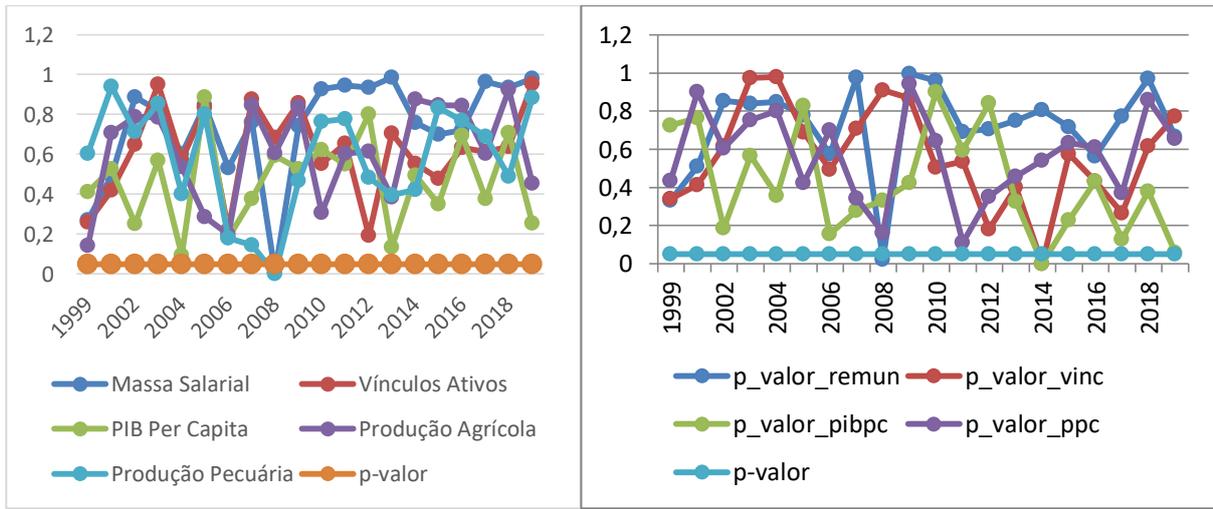
SOARES, R. B; SOUSA, J. M. P; PEREIRA NETO, A. Avaliação de impacto do FNE no emprego, na massa salarial e no salário médio em empreendimentos financiados. **Revista Econômica do Nordeste**, [S.I.], v. 40, n. 1, p. 217-234, 2009.

SOUZA, J. M. G; SOUZA, J. M. P; PIRES, I. J. B. O impacto dos investimentos do FNE na geração de empregos no Nordeste: Período 2000-2006. **Revista Econômica do Nordeste**, [S.I.], v. 42, n. 1, p. 67-86, 2011.

SOUZA, J. M. G; SOUZA, J. M. P; PIRES, I. J. B. O impacto dos investimentos do FNE na geração de empregos no Nordeste: Período 2000-2006. **Revista Econômica do Nordeste**, [S.I.], v. 42, n. 1, p. 67-86, 2011.

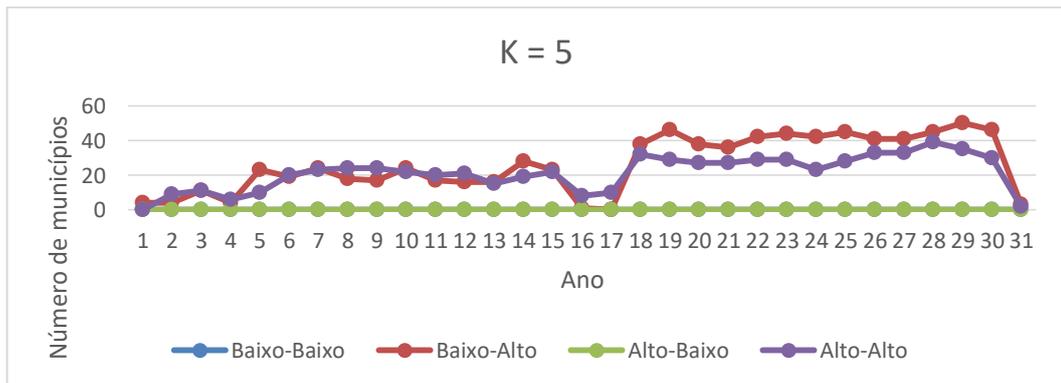
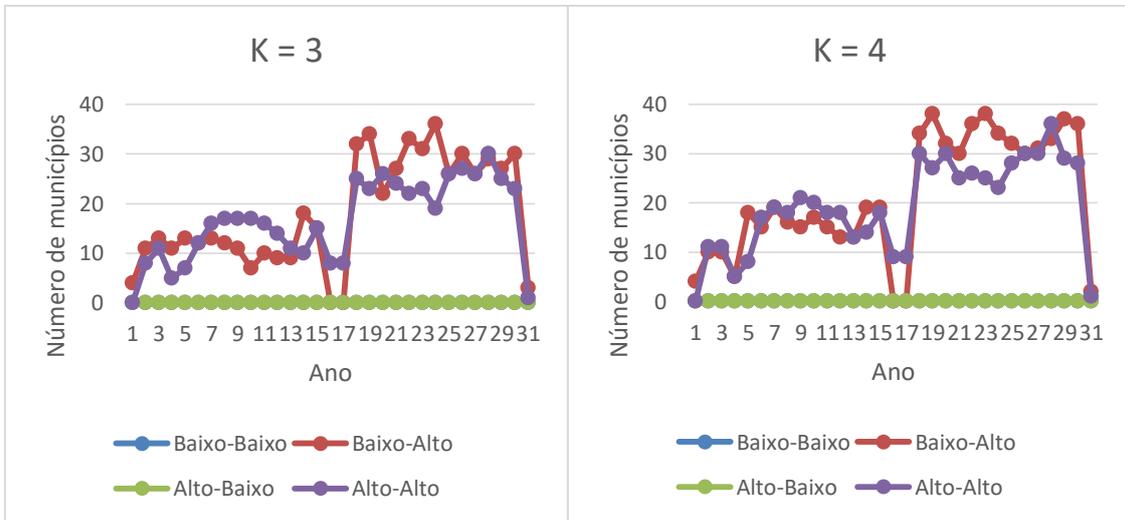
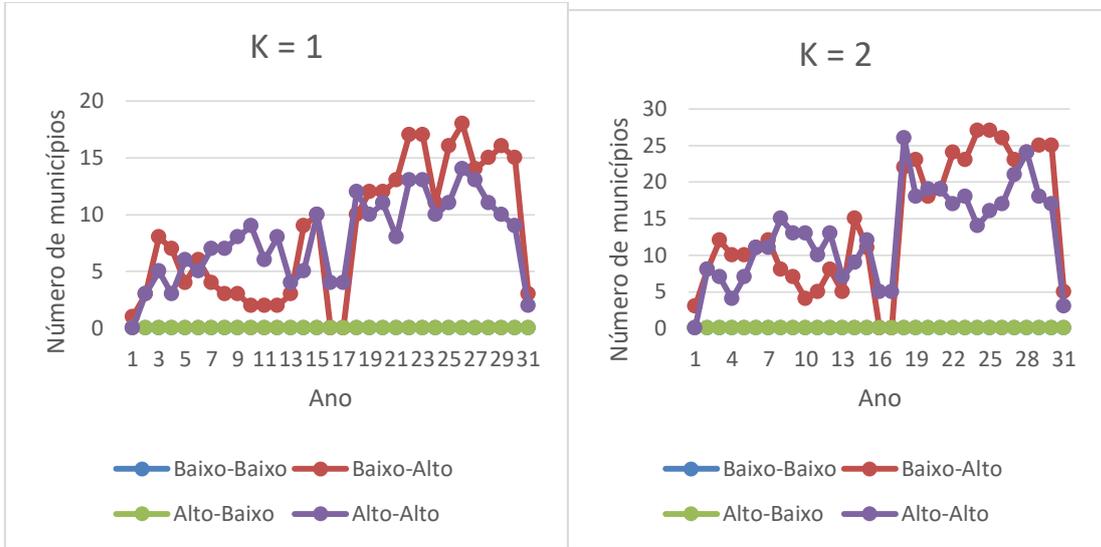
STUDENT. IV. The Elimination of Spurious Correlation due to position in Time or Space. **Biometrika**, v. 10, n. 1, p. 179-180, 1914.

## APÊNDICE A - ÍNDICE DE MORAN GLOBAL BIVARIADO *CROSSECTION* K VIZINHOS

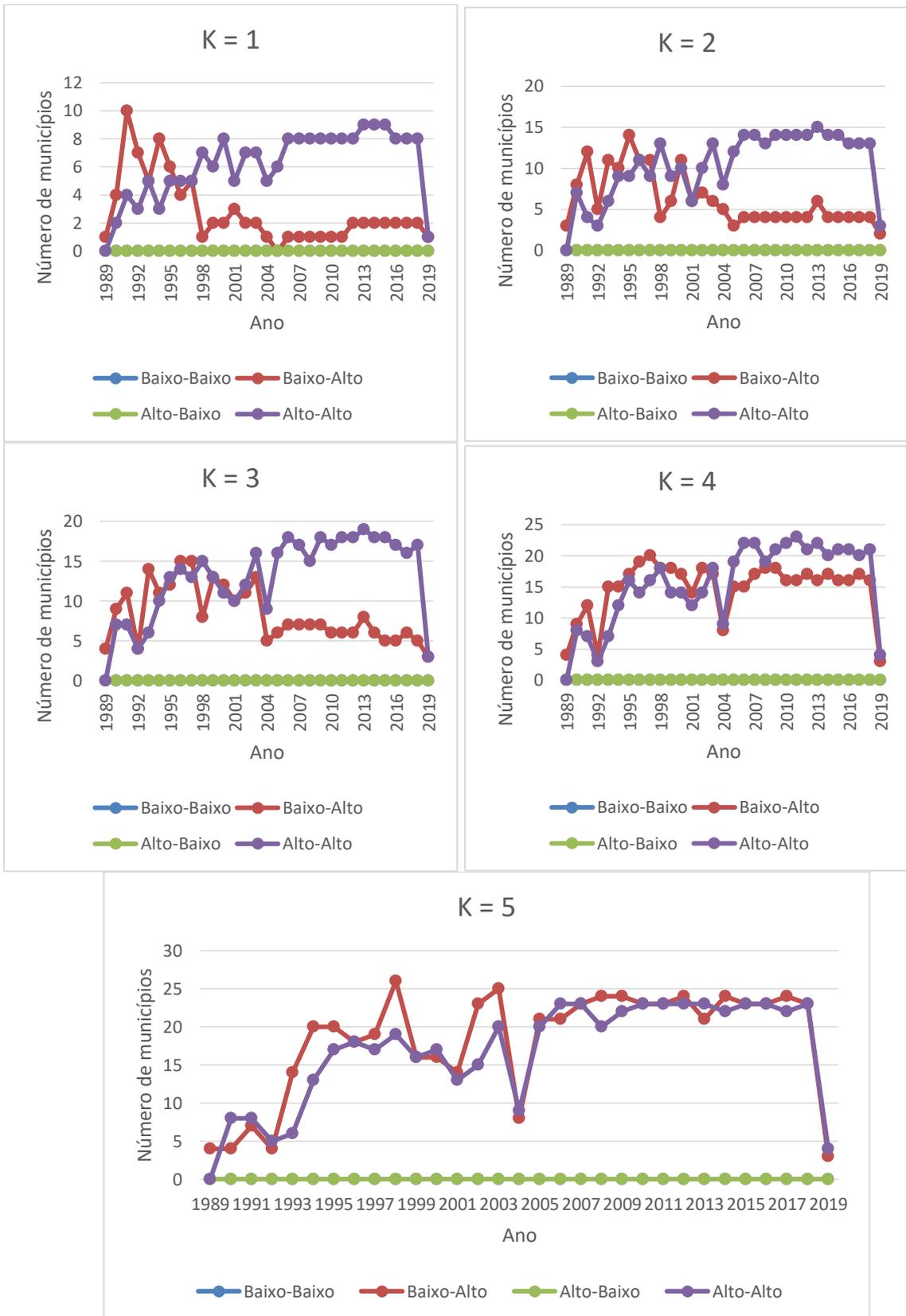




**APÊNDICE C - ÍNDICE DE MORAN LOCAL BIVARIADO VÍNCULOS ATIVOS**

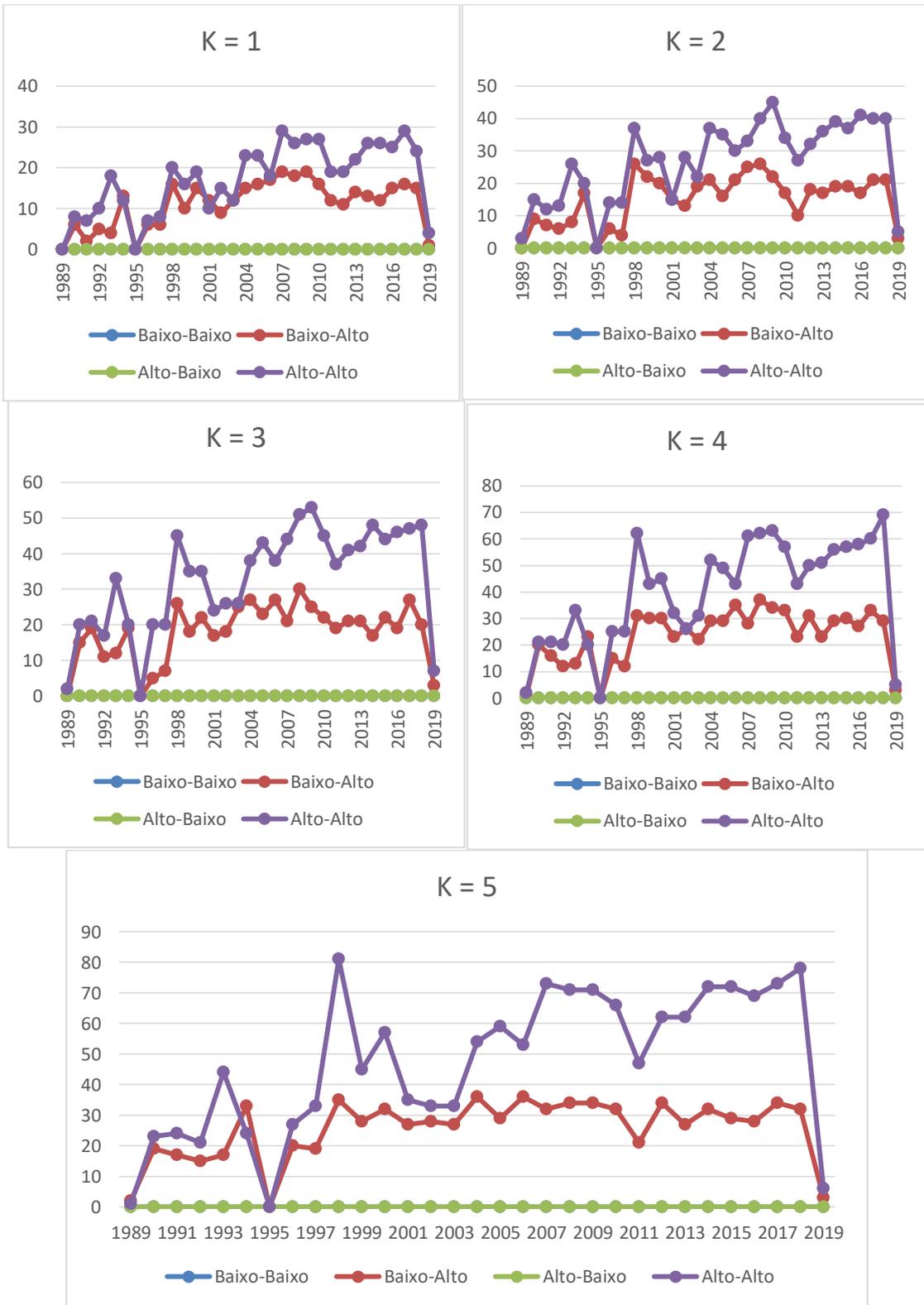


**APÊNDICE D - ÍNDICE DE MORAN LOCAL BIVARIADO MASSA SALARIAL**

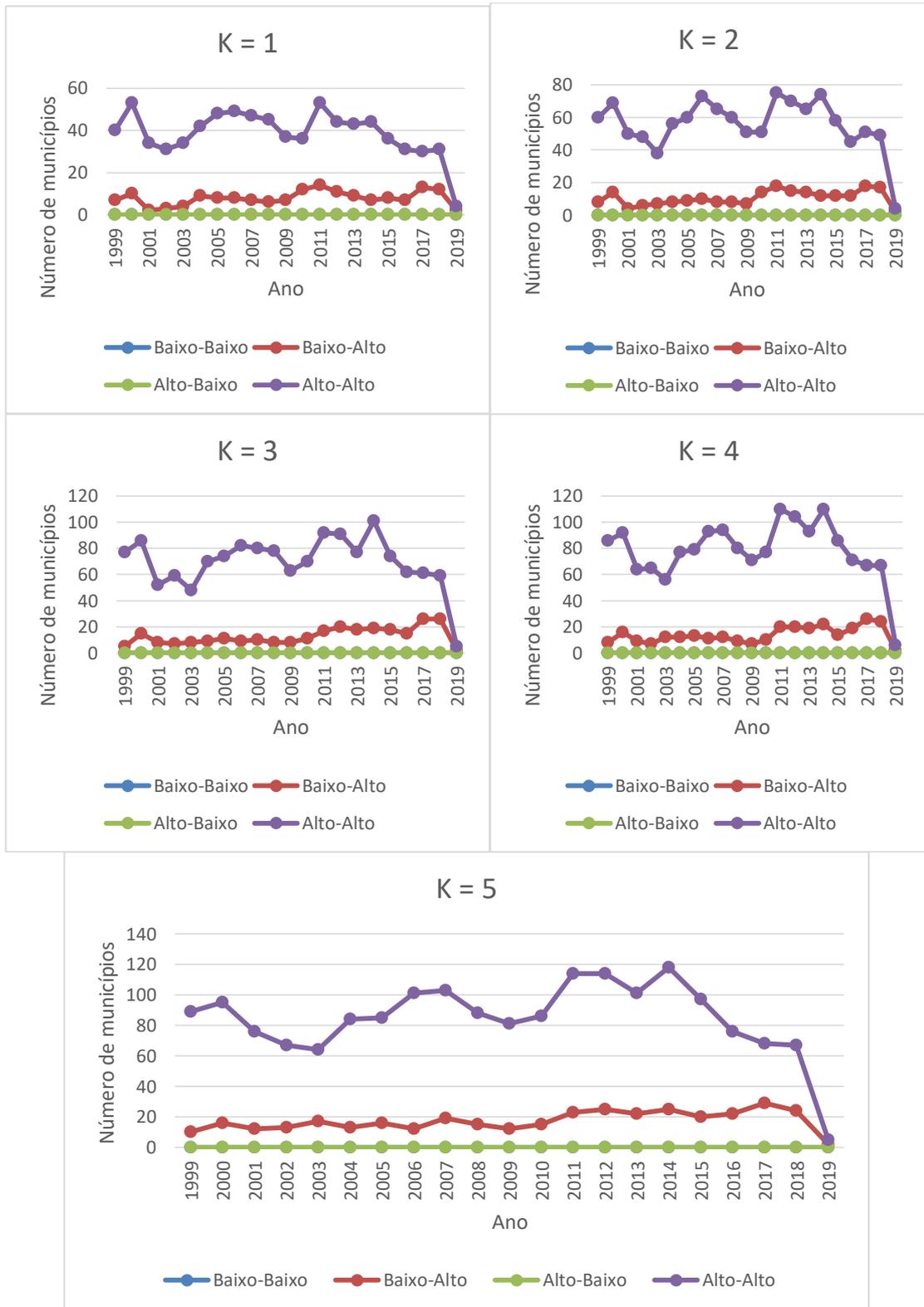




**APÊNDICE F - ÍNDICE DE MORAN LOCAL BIVARIADO PRODUÇÃO PECUÁRIA**



**APÊNDICE G - ÍNDICE DE MORAN LOCAL BIVARIADO PIB PER CAPITA**



**APÊNDICE H - ÍNDICE DE MORAN LOCAL UNIVARIADO VALORES *PER* CAPITA FNE**

