



30º Prêmio Tesouro
de Finanças Públicas

Revista **Cadernos de Finanças Públicas**

2026

Edição Especial



TESOURO NACIONAL

Instrumentos da PNDR e Crescimento Econômico no Nordeste: Uma Análise Espacial do FNE, FDNE e Incentivos Fiscais

Ierê Gondim Oliveira

Diego Rafael Fonseca Carneiro

Maitê Rimekka Shirasu

Guilherme Diniz Irffi

Universidade Federal do Ceará - UFC

RESUMO

Este estudo investiga os impactos dos principais instrumentos — FNE, FDNE e incentivos fiscais da Sudene — da Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR) sobre o crescimento econômico dos municípios nordestinos entre 2003 e 2019. Para isto, utiliza-se econometria espacial aplicada a dados em painel para analisar os efeitos diretos, indiretos e totais dessas políticas sobre a taxa de crescimento do PIB per capita, dos Valores Adicionados Brutos Setoriais e da Arrecadação de Impostos municipais. Os resultados indicam impactos positivos para todos os instrumentos, com destaque para o FDNE e os incentivos fiscais, que apresentaram efeitos expressivos no VAB da indústria e na arrecadação tributária. A análise espacial revela padrões de dependência espacial entre os municípios, indicando a ocorrência de *spillovers* regionais. O que reforça a relevância das políticas regionais na promoção do desenvolvimento e sugerem a necessidade de coordenação estratégica no uso dos instrumentos e na alocação de recursos.

Palavras-Chave: Crescimento regional, PNDR, FNE, FDNE, econometria espacial.

JEL: R58; H25; C23.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1 <i>Referencia Teórico</i>	6
2.2 <i>Os Instrumentos da PNDR</i>	7
3. METODOLOGIA	9
3.1 <i>Estratégia Econométrica</i>	10
3.2 <i>Especificação do Modelo Espacial</i>	11
3.3 <i>Modelo Empírico</i>	13
3.4 <i>Dados</i>	14
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS	15
4.1 <i>Análise Descritiva e AEDE</i>	15
4.2 <i>Avaliação de Impacto</i>	21
4.3 <i>Análise de Robustez</i>	23
4.4 <i>Análise Setorial</i>	25
5. CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
APÊNDICE.....	33

1. INTRODUÇÃO

A desigualdade regional permanece como um dos principais desafios ao desenvolvimento econômico do Brasil. Em particular, o Nordeste enfrenta disparidades estruturais em relação a outras regiões do país, resultado de um processo histórico de concentração econômica e fatores socioeconômicos adversos (Furtado, 1959; Cano, 1977; Baer, 2003). Essas desigualdades se refletem em indicadores como PIB per capita, escolaridade e infraestrutura, limitando o potencial de crescimento da região. Nesse contexto, políticas públicas voltadas à promoção do desenvolvimento regional são implementadas ao longo das décadas, buscando mitigar essas disparidades e fomentar um crescimento econômico mais equilibrado.

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) indicam que, entre 2002 e 2020, o Nordeste registrou um crescimento médio anual do produto interno bruto (PIB) de 2,2%, superando a média nacional de 2,0% e as taxas observadas nas regiões Sul e Sudeste (1,7%) (Brasil, 2023). Esse desempenho elevou a participação da economia nordestina no PIB nacional de 12,8% em 2003 para 14,5% em 2017. No entanto, a região ainda apresenta os menores níveis de PIB per capita e os mais altos índices de pobreza e desigualdade do país. Os estados nordestinos estão entre os dez de menor PIB per capita no país, e a região concentra 43,79% da população vulnerável à pobreza, além de exibir um Índice de Gini de 0,536 (Brasil, 2023).

Para enfrentar essas disparidades, o governo federal instituiu a Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR), por meio do Decreto nº 6.047 de 2007, visando articular e coordenar ações públicas direcionadas à redução das desigualdades regionais. A PNDR conta com instrumentos como os Fundos Constitucionais de Financiamento do Nordeste (FNE), do Centro-Oeste (FCO) e da Amazônia (FNO), os Fundos de Desenvolvimento do Nordeste (FDNE), do Centro-Oeste (FDCO) e da Amazônia (FDA), além dos incentivos fiscais concedidos pelas Superintendências de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), do Centro-Oeste (Sudeco) e da Amazônia (Sudam). Esses mecanismos visam estimular investimentos produtivos, fortalecer cadeias econômicas locais e impulsionar a geração de emprego e renda na região.

Na região Nordeste do Brasil, o FNE desembolsou mais de R\$ 270 bilhões entre 2002 e 2019, apoiando setores como agropecuária, indústria e infraestrutura (Banco do Nordeste, 2020). O FDNE, por sua vez, financiou projetos estratégicos na área da Sudene, especialmente nos segmentos de energia e transportes, com investimentos superiores a R\$ 40 bilhões no período. Enquanto os incentivos fiscais representaram um importante estímulo ao setor produtivo

nordestino, atraindo novas empresas para a região e fortalecendo a economia local (Sudene, 2023).

Estudos empíricos apontam impactos positivos dos fundos e incentivos fiscais sobre o crescimento do PIB per capita, a geração de empregos e a arrecadação de impostos (Resende, 2012; Linhares et al., 2014; Oliveira e Silveira Neto, 2016; Carneiro et al., 2024). No entanto, ainda há uma lacuna na análise conjunta desses instrumentos e de suas interações espaciais, especialmente no que se refere aos efeitos diretos e indiretos nos municípios vizinhos (Ferreira, Irffi e Carneiro, 2024).

Diante desse cenário, este estudo busca avaliar os impactos simultâneos, identificar padrões de dependência espacial e verificar a existência de spillovers regionais do FNE, FDNE e dos incentivos fiscais da Sudene sobre as taxas de crescimento do PIB per capita e dos Valores Adicionados Brutos (VAB) setoriais dos municípios nordestinos entre 2003 e 2019. Para isso, emprega-se a econometria espacial em dados em painel, por meio da especificação e estimação do Modelo de Dependência Espacial Generalizada (GNR).

Os resultados indicam que os três instrumentos analisados têm efeitos positivos sobre o crescimento econômico da região, embora com impactos diferenciados entre os setores. O FNE demonstrou efeitos positivos na agropecuária e no setor de serviços, enquanto o FDNE teve maior impacto na indústria, especialmente nos municípios que receberam investimentos em infraestrutura. Os incentivos fiscais, por sua vez, tiveram influência expressiva na arrecadação tributária municipal e na geração de empregos formais. A análise espacial revelou padrões de dependência espacial, evidenciando que os efeitos das políticas extrapolam os municípios diretamente beneficiados, gerando transbordamentos positivos para localidades vizinhas e ressaltando a importância da coordenação regional na alocação de recursos.

O artigo está estruturado em mais quatro seções, além desta introdução. Na segunda seção, de revisão de literatura, serão abordados, em subseções, os fundamentos teóricos das políticas regionais e o levantamento dos estudos empíricos. A terceira seção apresenta a estratégia econométrica utilizada na análise. Na quarta seção, os resultados são expostos e discutidos. Por fim, a quinta seção traz as considerações finais, destacando as principais conclusões e implicações do estudo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Referencial Teórico

A desigualdade regional no Brasil tem raízes históricas que remontam ao período colonial, quando a economia do Nordeste se baseava na produção açucareira voltada para exportação. Com o declínio dessa atividade e a ascensão da economia cafeeira no Sudeste, a concentração de investimentos e infraestrutura favoreceu a industrialização dessa última região, ampliando as disparidades econômicas no país (Furtado, 1959; Cano, 1977). Esse processo resultou na permanência de uma estrutura produtiva frágil no Nordeste, caracterizada pela baixa diversificação econômica, altos níveis de informalidade e menor acesso a crédito e infraestrutura (Baer, 2003).

A literatura econômica apresenta diversas teorias para explicar as desigualdades regionais. A teoria das economias de localização, baseada nos trabalhos de Marshall (1890), sugere que a proximidade geográfica entre empresas gera externalidades positivas, como compartilhamento de mão de obra qualificada, difusão de conhecimento e desenvolvimento de infraestrutura. Esse fenômeno favorece a concentração da atividade econômica em determinadas regiões, criando vantagens competitivas que perpetuam as disparidades espaciais.

Myrdal (1957) e Hirschman (1958) enfatizam a causação cumulativa e os efeitos de encaideamento, nos quais as regiões mais ricas atraem investimentos e recursos humanos, aprofundando as desigualdades regionais. Enquanto Myrdal (1957) destaca os efeitos de retroalimentação que favorecem as áreas desenvolvidas, Hirschman (1958) sugere que os investimentos podem gerar impactos positivos indiretos em regiões menos desenvolvidas, desde que acompanhados de políticas públicas adequadas.

Krugman (1991), ao expandir essa teoria com a Nova Geografia Econômica, argumenta que os retornos crescentes de escala e os custos de transporte incentivam a concentração industrial em poucos polos regionais. Esse processo resulta na polarização do desenvolvimento, com regiões centrais atraindo investimentos e mão de obra qualificada, enquanto regiões periféricas permanecem marginalizadas.

Outro fator determinante das disparidades regionais é a falha no mercado de crédito, destacada por Stiglitz e Weiss (1981). Em economias periféricas como o Nordeste, a escassez de garantias e a alta percepção de risco limitam o acesso ao financiamento, dificultando o investimento produtivo e a modernização da economia local. Como resposta, políticas públicas que oferecem crédito subsidiado e incentivos fiscais tornam-se instrumentos essenciais para

corrigir essas falhas e estimular o desenvolvimento regional (Crocco et al., 2006; Além e Madeira, 2015).

Os fundos de financiamento e os incentivos fiscais analisados neste estudo relacionam-se diretamente a essas teorias. O FNE e o FDNE buscam corrigir as falhas do mercado de crédito, garantindo financiamento de longo prazo para setores estratégicos. Já os incentivos fiscais atuam na redução do custo do capital e na atração de investimentos para áreas menos desenvolvidas. Dessa forma, esses instrumentos não somente promovem o crescimento econômico, mas também têm um impacto social significativo ao gerar empregos, reduzir a pobreza e fortalecer a capacidade produtiva regional (Garsous et al., 2017; Carneiro et al., 2023).

2.2 Os Instrumentos da PNDR

A PNDR foi criada com o objetivo de reduzir as disparidades socioeconômicas entre as regiões do Brasil, promovendo um desenvolvimento mais equitativo. O Nordeste, historicamente marcado por condições adversas, é uma das principais regiões-alvo dessa política. Entre os principais instrumentos da PNDR estão o FNE, o FDNE e os incentivos fiscais concedidos pela Sudene. Esses mecanismos visam estimular investimentos produtivos, fortalecer cadeias econômicas locais e impulsionar a geração de emprego e renda na região (Brasil, 2007).

Os incentivos fiscais da Sudene têm como objetivo atrair e expandir investimentos produtivos no Nordeste, reduzindo desigualdades regionais. O principal mecanismo é a redução de 75% do Imposto de Renda sobre Pessoa Jurídica (IRPJ) para empresas que implantam, modernizam ou ampliam atividades na região. Esse benefício é concedido a empresas enquadradas no regime de lucro real, que atuam em setores prioritários definidos pela Sudene. Para acessar o incentivo, a empresa deve apresentar um projeto de investimento que comprove sua contribuição para o desenvolvimento regional, garantindo, entre outros fatores, a geração de empregos e o uso eficiente dos recursos naturais (Sudene, 2023).

Evidências empíricas indicam que os incentivos fiscais da Sudene têm impacto positivo sobre o crescimento econômico e o mercado de trabalho no Nordeste. Garsous et al. (2017) avaliaram o impacto dos incentivos fiscais da Sudene sobre o setor de turismo e identificaram um crescimento significativo no emprego, variando entre 30% e 39%, reforçando o potencial desses benefícios para dinamizar setores estratégicos.

Carneiro et al. (2023) analisaram a eficiência das empresas beneficiadas pela redução de 75% do IRPJ, verificando que, embora a política tenha cumprido seu objetivo de atrair inves-

timentos, muitas empresas operam abaixo da fronteira de eficiência. Braz e Irffi (2023) encontraram evidências de que a concessão do incentivo fiscal resultou em um aumento de 3,2% nos postos de trabalho formais e 1,2% na renda média municipal, com efeitos mais pronunciados em municípios mais desenvolvidos. Ferreira, Irffi e Carneiro (2024) demonstraram que os incentivos fiscais contribuíram para a redução da mortalidade infantil e o aumento do PIB per capita, com transbordamentos positivos para municípios vizinhos. No entanto, há desafios na distribuição espacial dos benefícios, uma vez que os incentivos tendem a se concentrar em áreas mais estruturadas, reforçando desigualdades intrarregionais.

O FDNE é um fundo voltado para o financiamento de grandes empreendimentos estruturantes na região, como projetos de infraestrutura e indústrias de base. O financiamento pode cobrir até 80% do investimento total, com prazos de pagamento de até 20 anos, dependendo do setor e da localização do empreendimento. São priorizados setores como energia, transporte e saneamento, buscando viabilizar investimentos de alto impacto regional. Estudos apontam que o FDNE tem efeitos positivos sobre o crescimento do PIB e a geração de empregos formais (Carneiro et al. 2024, Ferreira, Irffi e Carneiro, 2024, Irffi et al., 2025).

O FNE, gerido pelo BNB, é o principal mecanismo de financiamento de longo prazo para atividades produtivas no Nordeste. Embora também financie grandes projetos, sua prioridade é o apoio a pequenos produtores e micro e pequenas empresas. O FNE opera com taxas de juros subsidiadas, prazos longos e condições flexíveis, permitindo que empresas e produtores rurais tenham acesso a capital para expansão e modernização de suas atividades (Banco do Nordeste, 2020).

Diversos estudos avaliam os impactos do FNE na economia do Nordeste. De maneira geral, há consenso de que o fundo contribui para a geração de empregos e o crescimento econômico, com efeitos mais evidentes nos setores agropecuário e de serviços (Linhares et al., 2014). Resende (2012, 2014) identificou impactos positivos na geração de empregos e na renda, embora com efeitos limitados sobre o crescimento do PIB per capita. Cravo, Resende e Carvalho (2014) utilizaram modelos espaciais e apontaram que os efeitos do FNE podem depender de características regionais específicas, como infraestrutura e capital humano disponível.

Carneiro (2018) analisou a eficiência dos municípios no uso dos recursos do FNE e constatou que aqueles com maior nível de capital humano apresentam maior retorno econômico. Do Monte et al. (2024) verificaram que a alocação de recursos do FNE para empresas resultou em aumentos significativos da massa salarial e do PIB per capita, especialmente quando os financiamentos representavam uma parcela substancial do investimento total. No entanto, alguns

estudos indicam que os efeitos do FNE podem ser heterogêneos e mais limitados em municípios com menor dinamismo econômico (Resende, Silva e Silva Filho, 2017).

Ferreira, Irffi e Carneiro (2024) e Carneiro et al. (2024) realizam análise conjunta de instrumentos da PNDR. Ferreira, Irffi e Carneiro (2024) avaliam os efeitos dos incentivos fiscais e do FDNE, geridos pela Sudene, no desenvolvimento econômico de municípios do Nordeste. A metodologia combina a construção de um Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) com análises econométricas espaciais, para captar tanto o desenvolvimento econômico local, como também os impactos desses instrumentos nos municípios vizinhos. Os resultados indicam que os incentivos fiscais contribuíram significativamente para o desenvolvimento econômico, reduzindo a mortalidade infantil e aumentando o PIB per capita, com transbordamentos para municípios vizinhos, enquanto o FDNE teve impacto limitado apenas ao subíndice de renda.

Carneiro et al. (2024) analisaram o impacto dos três principais instrumentos da PNDR na economia dos municípios nordestinos: FNE (Indústria e Infraestrutura), FDNE e Incentivos Fiscais. O trabalho utiliza o método de diferenças em diferenças em dois estágios (Gardner, 2021) e o estimador de Callaway e Sant’Anna (2021). Os resultados indicaram que uma elevação de 10% no valor contratado do FNE Indústria e Infraestrutura eleva em aproximadamente 7% o PIB per capita municipal, enquanto a mesma elevação no FDNE geraria um aumento de 23% nesse indicador. Quanto aos incentivos fiscais, mostraram resultados inconclusivos, com alguns modelos indicando efeitos positivos e outros não.

Nesse sentido, este trabalho representa uma extensão destes dois últimos, ao analisar conjuntamente os efeitos dos instrumentos da PNDR sobre as taxas de crescimento dos municípios na área da Sudene, mas levando em consideração os efeitos espaciais, diferentemente de Carneiro et al. (2024), e ao utilizar dados em painel, avança-se frente à abordagem de Ferreira, Irffi e Carneiro (2024).

3. METODOLOGIA

Para avaliar o impacto sobre a economia local de possuir empreendimentos apoiados por pelo menos um dos instrumentos de política regional, partiu-se do modelo *Two-Way Fixed Effects* (TWFE), tomando como grupo de tratamento os municípios com empresas beneficiadas por Incentivos Fiscais, FNE e/ou FDNE. Enquanto o grupo de controle considera os demais municípios da área de atuação da Sudene, de forma análoga à Carneiro et al. (2024), mas que não possuem empresas contempladas pelos instrumentos da PNDR. Mas diferentemente desses

autores, buscou-se adaptar o modelo para considerar a presença de efeitos espaciais.

Isso é relevante, pois, como mostraram Ferreira, Irffi e Carneiro (2024), a distribuição dos beneficiários da política de desenvolvimento não é homogênea ao longo do espaço, mas concentrada em regiões com maior grau de desenvolvimento. Ademais, a interação entre regiões próximas pode fazer com que os efeitos da política transbordem para municípios vizinhos. Tal interação pode decorrer da movimentação de bens, pessoas ou informação através do espaço (Odland, 1988). Portanto, desconsiderar esse fenômeno pode levar a conclusões equivocadas sobre os efeitos da política.

3.1 Estratégia Econométrica

Assim como Carneiro et al. (2024), tomou-se como ponto de partida para estimar o efeito causal dos instrumentos de política regional sobre o crescimento econômico, o modelo de efeitos fixos com *dummies* de tempo, denominado como TWFE. Sob certas condições, esse método proporciona uma extensão do modelo padrão de diferenças em diferenças considerando vários períodos, permitindo obter o efeito médio do tratamento sobre os tratados (ATT), expresso por:

$$y_{it} = \beta_0 + \tau D_{it} + \beta' X_{it} + \delta_t + c_i + \varepsilon_{it} \quad [1]$$

Em que D_{it} assume valor um a partir do momento em que a unidade i passa a receber o tratamento; o termo δ_t representa choques temporais comuns a todas as unidades, representados por *dummies* para cada ano. Enquanto o termo c_i representa a heterogeneidade individual, potencialmente correlacionada com D_{it} , ou seja, são as características individuais não observadas, fixas no tempo, que podem afetar o recebimento do tratamento. E X_{it} é um conjunto de características observadas das unidades (variáveis no tempo).

A Equação 1 pode ser estimada pelo método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) após a subtração de cada variável por sua respectiva média temporal, processo que elimina c_i (Wooldridge, 2010). Neste caso, o parâmetro τ capta o ATT, se: (i) o tratamento for homogêneo entre as unidades tratadas e ao longo do tempo; e, (ii) se for respeitada a hipótese de trajetórias paralelas (Ruttenauer e Aksoy, 2024). Entretanto, na presença de efeitos espaciais, ocorre a violação das hipóteses de Gauss-Markov e dos pressupostos do MQO, tornando os estimadores viesados e ineficientes (Almeida, 2012).

Para verificar a existência de tais efeitos, investigou-se a presença de autocorrelação es-

pacial por meio do diagrama e coeficiente I de Moran da variável dependente (Anselin, 1996). Para tanto, emprega-se uma matriz de pesos espaciais (W), que mensura o grau de conexão entre regiões com base em algum critério de contiguidade ou de proximidade, definida pela vizinhança, pela distância geográfica e/ou socioeconômica, ou por uma combinação de ambos (Almeida, 2012)¹.

3.2 Especificação do Modelo Espacial

Uma vez identificados efeitos espaciais, faz-se necessário considerá-los adequadamente na estimação do modelo econométrico. Isso pode ser feito pela inclusão de defasagens espaciais da variável dependente (Wy), das variáveis explicativas (WX) e/ou dos termos de erro ($W\varepsilon$) (Almeida, 2012). As diferentes combinações dessas defasagens vão dar origem aos diferentes modelos espaciais. A abordagem mais flexível dos modelos espaciais, e ponto de partida para as demais especificações, é o Modelo GNR, proposto por Manski (1993).

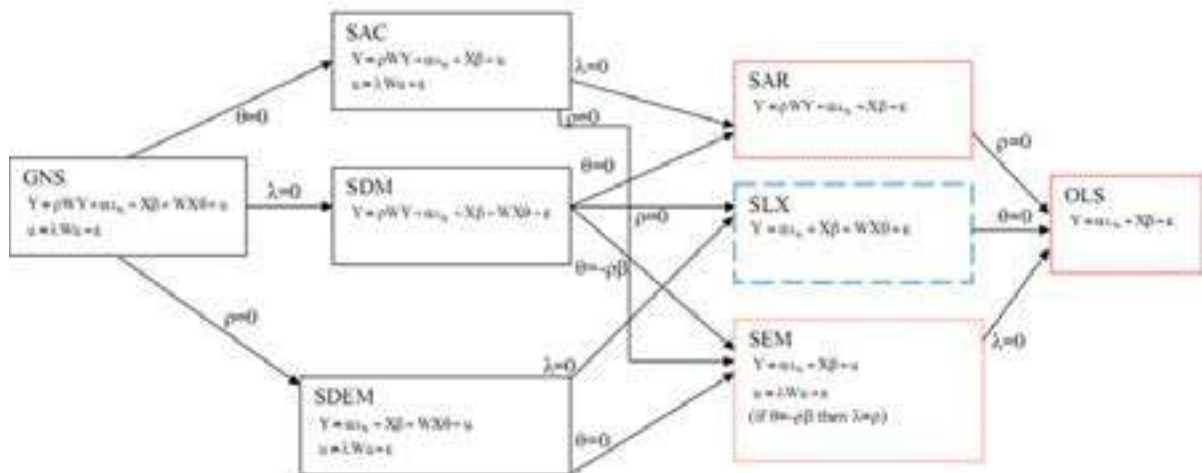
O GNR incorpora os três tipos de defasagem espacial da variável dependente, através do fator autorregressivo espacial (ρWy), das variáveis explicativas (θWX) e do termo do erro (λWu), como descrito na Equação 2.

$$y = \rho Wy + \beta X + \theta WX + u$$
$$u = \lambda Wu + \varepsilon$$
[2]

Partindo do GNR e eliminando cada um dos três parâmetros de defasagem espacial, em todas as permutações possíveis, originam-se os diferentes modelos de econometria espacial, como descrito na Figura 1.

¹ No presente estudo, empregou-se a matriz do tipo “torre” de ordem dois, ou seja, considerou-se a possibilidade de interação entre os vizinhos imediatos e os vizinhos dos vizinhos, ignorando os vértices do mapa. A escolha dessa matriz seguiu o procedimento de Baumont (2004), que consistiu em testar a presença de autocorrelação espacial dos resíduos de uma regressão auxiliar de MQO para diferentes matrizes e escolher aquela que apresentou o maior valor de Moran. Foram testadas matrizes do tipo “torre” e “rainha”, de primeira e segunda ordem, como pode ser visualizado no Apêndice A.

Figura 1 – Diferentes situações da Econometria Espacial.



Fonte: Seifi, Ebrahim e Ahmadi (2020). Nota: SDM: Spatial Durbin Model; SDEM: Spatial Durbin Error Model; SAR: Spatial Autoregressive Model; SEM: Spatial Error Model; OLS: Ordinary Least Squares Model; SLX: Spatial Lag of X Model; SAC: Spatial Autoregressive Combined; GNS: General Nesting Spatial Model.

Para escolher quais defasagens serão colocadas no modelo, empregou-se a seguinte estratégia: estimou-se todas as especificações e realizou-se uma série de testes focados para verificar a significância dos parâmetros espaciais, ρ , θ e λ . Especificamente, empregaram-se os testes de Wald e Razão de Verossimilhança (LR) dos termos espaciais. O teste de Wald tem como hipótese nula a ausência de efeitos espaciais, o que sinalizaria que o OLS é o mais adequado para cada modelo. Quanto menor for o valor dessa estatística, menos provável é que a hipótese nula seja verdadeira. Já o teste LR testa a significância dos termos espaciais partindo dos modelos mais completos e comparando-os com as especificações mais restritas, tendo como hipótese nula de que as restrições são verdadeiras².

Finalmente, cabe ressaltar que a interpretação dos coeficientes sob a presença de autocorrelação espacial difere dos modelos tradicionais. Os efeitos são decompostos em diretos, que medem o impacto de uma variável explicativa sobre a variável dependente na mesma unidade espacial, e indiretos, que captam o impacto dessa variável sobre as unidades vizinhas, os chamados *spillovers* espaciais (Elhorst, 2014; LeSage e Pace, 2009). No caso de dados em painel com efeitos espaciais, LeSage et al. (2009) propõem medidas de impacto como efeitos médios no tempo, cuja expressão dependerá da especificação espacial escolhida. Em vez de utilizar apenas a matriz de vizinhança W_N , a estrutura de painel exige a introdução da matriz bloco-diagonal $W_T = I_T \otimes W_N$, considerando a dependência espacial ao longo do tempo. Assim,

² Os resultados, disponíveis nos Apêndices C e D, indicaram que o modelo GNR foi o mais adequado.

considerando um modelo espacial geral, a matriz de impactos no contexto de painel é ajustada para a obtenção dos efeitos diretos e indiretos da mesma forma que nos modelos *cross-section*.

3.3 Modelo Empírico

Para aferir o efeito dos instrumentos de política regional sobre o crescimento econômico, empregou-se estratégia semelhante a Linhares et al. (2014), baseada nos modelos de crescimento de Sala-i-Martin (1996). Conforme essa especificação, a taxa de crescimento do produto entre dois períodos é função dos valores no período inicial, de modo a evitar simultaneidade nos resultados derivada de uma possível causalidade reversa. Assim, ao considerar a equação do *TWFE* e inserir todas as defasagens espaciais como no GNR, o modelo espacial geral de efeitos não observados teria a seguinte configuração:

$$y_{it} = \gamma y_{it-1} + \rho W y_{it} + \tau D_{it-1} + \beta X_{it-1} + \theta W(X_{it-1} + D_{it-1}) + \delta_t + u_{it}$$

$$u_{it} = \lambda W u_{it} + c_i + \varepsilon_{it}$$

Onde y_{it} é taxa de crescimento do produto *per capita* do município i entre os períodos $t-1$ e t ; as variáveis y_{it-1} , D_{it-1} e X_{it-1} representam o produto *per capita*, o status de tratamento e as características observáveis no início de cada período ($t-1$); e $W y_{it}$, $W(X_{it-1} + D_{it-1})$ e $W u_{it}$ são as médias ponderadas dessas variáveis nos municípios vizinhos. A estimação dos parâmetros se deu pelo método de Quase Máxima Verossimilhança (QML), proposto por Lee e Yu (2010) para painéis espaciais de efeitos fixos.

Especificamente no caso em tela, considerou-se três variáveis de tratamento, duas *dummies* de pós-tratamento para o primeiro recebimento de incentivos fiscais e FDNE; e para o FNE considerou-se o valor total dos financiamentos dividido pelo PIB. Essa última variável se deveu ao fato de o FNE apresentar grande capilaridade, de modo que em todos os anos existem operações em todos os municípios da região da Sudene, portanto, não seria possível estabelecer um ponto de início do tratamento. Assim, enquanto os coeficientes dos Incentivos Fiscais e do FDNE reportam o efeito de possuir ao menos uma empresa beneficiada por esses instrumentos, o FNE reportará o efeito de uma elevação proporcional ao PIB dos desembolsos do fundo sobre a taxa de crescimento.

3.4 Dados

Para a estimação do modelo econométrico, construiu-se um painel dos 2074 municípios da área de atuação da Sudene³, que inclui, além dos estados do Nordeste, municípios do norte dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. O recorte temporal considerou o período de 2003 a 2019, embora a análise conjunta dos três instrumentos tenha se dado a partir de 2008, em função da disponibilidade de dados públicos sobre os incentivos fiscais e por esse ser o ano da primeira operação do FDNE.

Como indicador de resultado, foi utilizada a taxa de crescimento do PIB *per capita* municipal. Também foram empregadas variáveis de controle que abrangem características dos municípios que podem explicar tanto seu nível de produto como também a possibilidade de ter algum empreendimento beneficiado pelos instrumentos de política regional, seguindo Carneiro et al. (2024). Dessa forma, foram escolhidas as variáveis escolaridade média dos trabalhadores, o grau de formalização, o número de empresas e a densidade populacional.

Além do PIB *per capita*, foi feita uma análise setorial dos VAB da agropecuária, indústria, serviços e administração pública, como forma de mensurar os impactos dos instrumentos sobre os níveis de produção municipal. O Quadro 1 detalha as variáveis utilizadas na pesquisa.

Quadro 1 - Variáveis explicadas da análise e suas respectivas fontes dos dados.

Variável	Descrição	Fonte
Cres. PIB municipal <i>per capita</i>	Taxa de crescimento do PIB municipal per capita, a preços constantes de 2019	IBGE
VAB Agropecuária per capita	Taxa de crescimento do Valor Adicionado Bruto do setor de Agropecuária, per capita, a preços constantes de 2019	IBGE
VAB Indústria per capita	Taxa de crescimento do Valor Adicionado Bruto do setor de indústria, per capita, a preços constantes de 2019	IBGE
VAB Serviços per capita	Taxa de crescimento do Valor Adicionado Bruto do setor de serviços, per capita, a preços constantes de 2019	IBGE
VAB Adm. Pública per capita	Taxa de crescimento do Valor Adicionado Bruto do setor da administração pública, per capita, a preços constantes de 2019	IBGE
Impostos per capita	Taxa de crescimento do total de impostos arrecadados, per capita, a preços constantes de 2019	IBGE
FNE/PIB	Valor dos desembolsos como proporção do PIB municipal	BNB
FDNE	Dummy que assume valor um após a primeira contratação junto ao FDNE	Sudene
IF	Dummy que assume valor um após o recebimento do primeiro incentivo fiscal	Sudene
Escolaridade	Escolaridade média dos trabalhadores formais (mediana da classe)	RAIS

3 Trinta municípios (~1,4%) foram retirados da amostra por possuírem informações faltantes em algum dos anos analisados.

Vínculos pc	Quantidade de vínculos formais / população	RAIS
Qtde Empresas	Número de empresas	RAIS
Densidade pop	Densidade populacional	IBGE

Fontes: Elaborado pelos autores

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Análise Descritiva e AEDE

Primeiramente, faz-se necessário realizar uma análise descritiva preliminar sobre os indicadores econômicos dos municípios e dos recursos destinados aos empreendimentos na região de atuação da SUDENE, entre 2003 e 2019. De acordo com a Tabela 1, a análise dos dados revela uma trajetória de crescimento nos investimentos do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE) ao longo dos anos, com destaque para o forte aumento em 2018. O Fundo de Desenvolvimento do Nordeste (FDNE), por sua vez, apresenta valores irregulares, sendo inexistente em alguns anos e com maior aporte em 2009 e 2013. A quantidade de empresas incentivadas começa a ser registrada em 2008 e cresce significativamente até 2018, indicando maior adesão aos incentivos fiscais. O PIB real dos municípios da área da Sudene mostra crescimento contínuo até 2014, com queda a partir de 2015, assim como para o PIB per capita, refletindo possivelmente os impactos da recessão econômica nacional que ocorreu no período.

Tabela 1 – Produto e quantitativos do FNE, FDNE e Incentivos Fiscais na área da Sudene

Ano	Valor FNE (R\$ Milhões)	Valor FDNE (R\$ Milhões)	Empresas Incentivadas	PIB Real (R\$ Milhões)	PIB <i>per capita</i>
2003	4.530,9	0,0	-	948,43	17.540,33
2004	11.766,4	0,0	-	997,29	18.235,34
2005	15.848,3	0,0	-	1.040,04	18.805,85
2006	16.946,6	0,0	-	1.093,19	19.549,78
2007	14.458,5	0,0	-	1.140,45	20.424,63
2008	23.597,8	576,6	1	1.192,73	20.732,14
2009	28.589,7	3.786,2	2	1.221,09	21.034,56
2010	29.844,2	0,0	24	1.293,47	22.502,87
2011	29.197,5	61,7	201	1.328,03	22.926,14
2012	29.043,9	0,0	179	1.370,81	23.492,17
2013	29.173,2	3.076,2	223	1.400,55	23.176,79
2014	29.713,5	558,7	177	1.431,54	23.526,84
2015	22.701,8	42,5	219	1.394,10	22.764,19
2016	20.598,3	192,8	256	1.354,05	21.973,88
2017	28.735,4	4,0	237	1.381,55	22.288,75
2018	54.567,2	0,0	552	1.392,01	22.657,34
2019	46.132,4	170,5	253	1.390,49	22.510,06

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do IBGE/Sudene/BNB. Nota: FNE e FDNE deflacionados pelo IGP-M para valores médios de 2019.

A distribuição municipal do PIB per capita para o ano de 2019 pode ser vista na figura 2, a qual evidencia alguns padrões de desenvolvimento. Além das tradicionais regiões metropolitanas das capitais dos estados nordestinos, é possível encontrar municípios com elevadíssimos níveis de PIB per capita ao longo do Oeste baiano, o Sudoeste Piauiense e Sul Maranhense, região conhecida como Matopiba (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), que se destaca como uma fronteira agrícola em expansão. Não tão grande quanto estes, mas ainda relevante, há municípios que possuem valores entre R\$ 27.000,00 e R\$ 43.000,00, no Submédio do São Francisco, ao longo do litoral nordestino, no Espírito Santo Norte e em Minas Gerais, como a região do Jequitinhonha e Vale do Mucuri. Uma coisa interessante a notar é que, apesar da aparente dispersão dos municípios com altos valores de PIB per capita, a maioria pouco demonstra, no seu entorno, vizinhos que possuem mesma tendência.

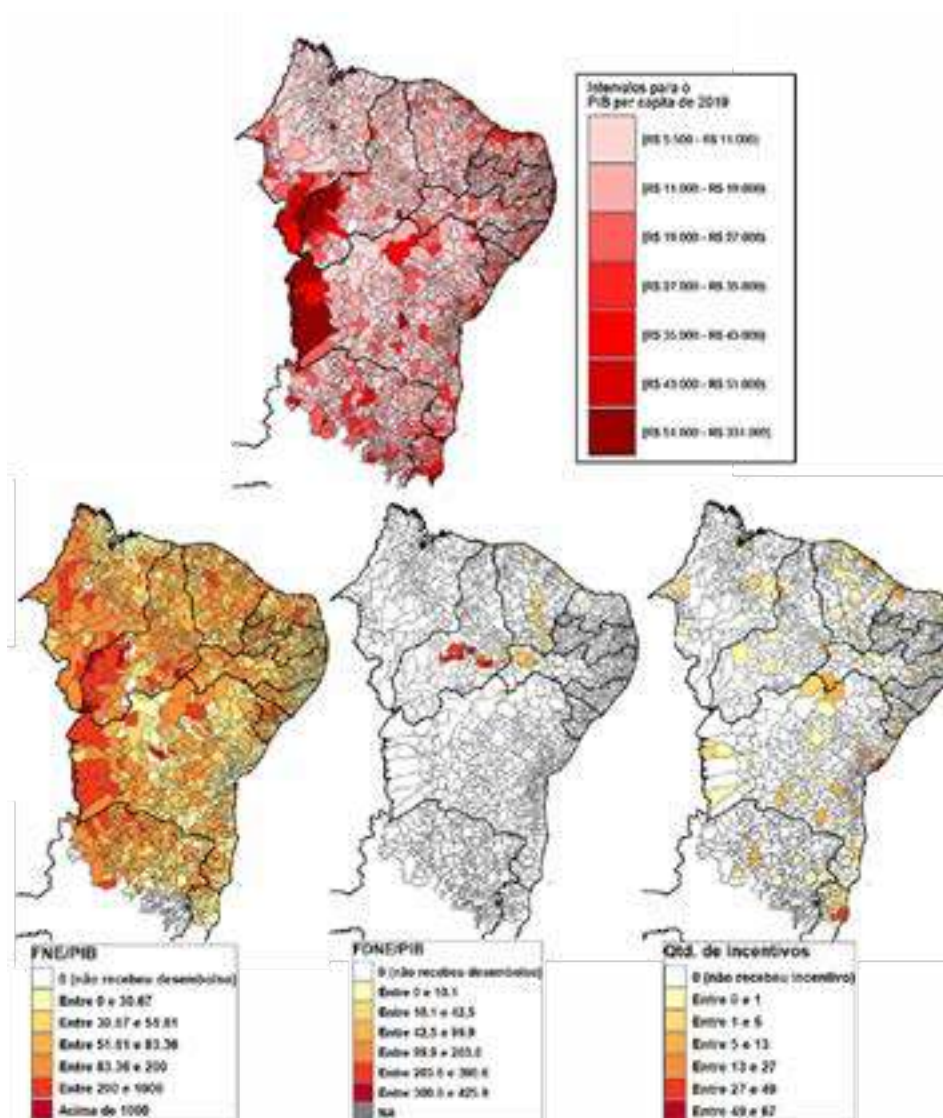
Além disso, na mesma figura, há a distribuição da média anual dos desembolsos do FNE e FDNE, como proporções do PIB municipal, e o total de pleitos incentivados por município. É possível notar que o FNE se faz presente praticamente em todo o território, evidenciando sua alta capilaridade, porém, com alguns municípios possuindo grandes absorvedores de crédito e

outros menos. Tal situação se inverte com o FDNE, cujos recursos estão presentes em poucos municípios, notadamente o Sudeste e Sudoeste Piauiense; Sertão Pernambucano; Centro Sul, Sertão e litoral Cearense. Isso se deve ao porte dos empreendimentos, especialmente dos setores de indústria e infraestrutura, que, por demandarem vultosos investimentos, são menos distribuídos no espaço. Os incentivos fiscais, embora mais distribuídos que os recursos do FDNE, ainda são menos dispersos que os do FNE. Sua presença é marcante, sobretudo em algumas capitais e regiões metropolitanas, além de localidades que se destacam como importantes polos produtivos, como o polo de agricultura irrigada de Petrolina-Juazeiro. Também se fazem presentes em municípios com maior diversificação econômica, situados em mesorregiões como o norte do Espírito Santo, o norte de Minas, o centro-sul da Bahia, o leste maranhense, Jaguaribe e noroeste cearense, o oeste potiguar, entre outras.

A tabela 02, por sua vez, revela a distribuição setorial dos investimentos, indicando haver um forte direcionamento dos incentivos fiscais para a indústria (71,3% dos pleitos), enquanto o FDNE é majoritariamente destinado à infraestrutura (73,4%). O FNE, por sua vez, tem maior concentração de recursos na agropecuária (38,8%), seguida pelos serviços (24,0%), indicando um esforço para fortalecer atividades produtivas e estruturantes na região. A baixa participação da agropecuária e dos serviços nos incentivos fiscais e no FDNE sugere que esses setores dependem mais do crédito do FNE, enquanto a indústria, mesmo sendo o setor mais incentivado fiscalmente, recebe uma parcela menor dos financiamentos diretos. Isso pode indicar uma estratégia de estímulo via desoneração tributária, enquanto a infraestrutura é fortalecida por investimentos diretos.

Portanto, percebe-se que existe uma certa complementaridade entre os instrumentos, tendo o FNE, de maior capilaridade, um papel mais abrangente no apoio aos setores agrícola e de serviços, enquanto o FDNE se concentra em empreendimentos de grande porte, voltados principalmente para infraestrutura. Já os incentivos fiscais funcionam como um mecanismo estratégico de estímulo à industrialização e à consolidação de polos produtivos específicos.

Figura 2 - Distribuição municipal do PIB per capita, na região da SUDENE, em 2019.



Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados do IBGE

Tabela 2 - Distribuição setorial dos instrumentos da PNDR.

Setor	Incentivos Fiscais	FDNE	FNE
	(% pleitos)	(% R\$)	(% R\$)
Indústria	71,3	26,6	18,5
Infraestrutura	19,9	73,4	18,8
Serviços	6,1	0,0	24,0
Agropecuária	2,7	0,0	38,8

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados da SUDENE e BNB.

Para verificar se as taxas de crescimento do PIB *per capita* e os valores do FNE como proporção do PIB municipal seguem algum padrão sistemático ao longo do espaço, testou-se a

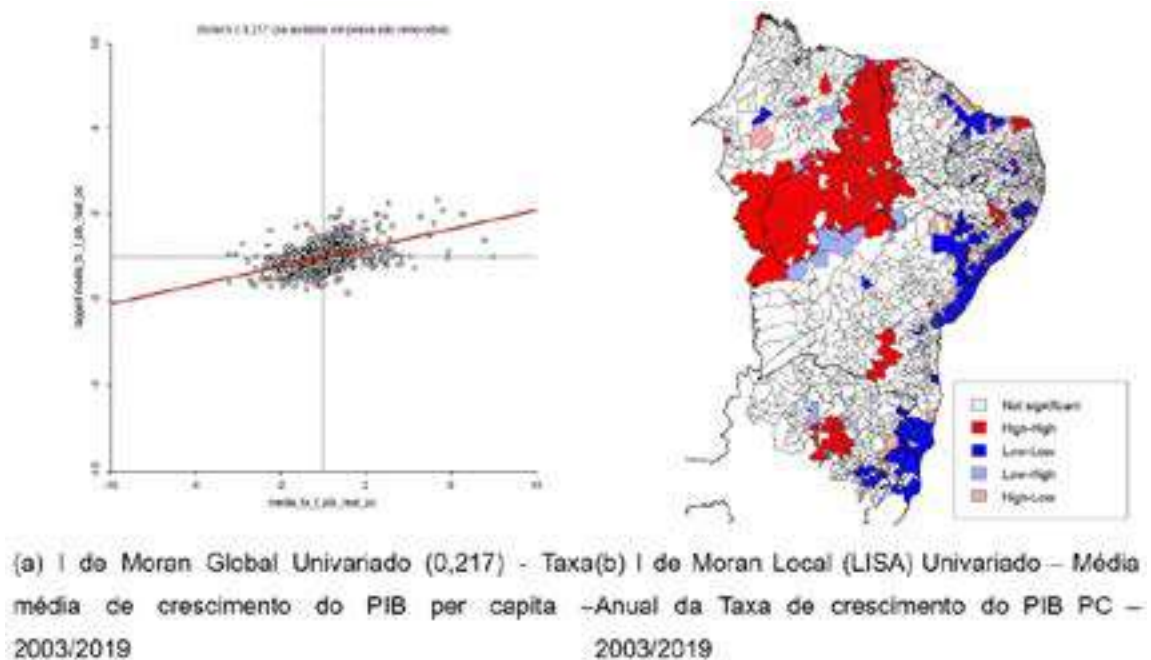
presença da autocorrelação espacial através do Índice de Moran (1948), global e local para os valores do FNE e FDNE, como proporção do PIB municipal, e a quantidade de pleitos incentivados.

Para considerar todo o período analisado, a AEDE foi realizada utilizando a média anual dos respectivos valores. Além disso, calculou-se a correlação espacial bivariada para verificar se os valores do PIB per capita de um município variam de acordo com a presença de empreendimentos apoiados pelos instrumentos em municípios vizinhos. A matriz de pesos espaciais escolhida foi aquela que obteve o maior I de Moran para os resíduos do modelo MQO, de acordo com o procedimento de Baumont (2004), sendo o critério de vizinhança torre de segunda ordem adotado.

Os resultados da AEDE podem ser verificados nos Gráficos 04 e 05. Todos os valores de Moran foram positivos e estatisticamente significantes ao nível de 5%. No caso do Moran global univariado para as taxas de crescimento do PIB per capita, o valor moderado de 0,217 indica a presença de autocorrelação espacial, evidenciada pela predominância de observações nos primeiros e terceiros quadrantes do gráfico de dispersão (Alto-Alto e Baixo-Baixo). Isso significa que municípios com altas taxas médias de crescimento tendem a estar próximos de outros municípios com altas taxas médias de crescimento, enquanto municípios com baixas taxas médias de crescimento tendem a se agrupar com outros de baixo crescimento.

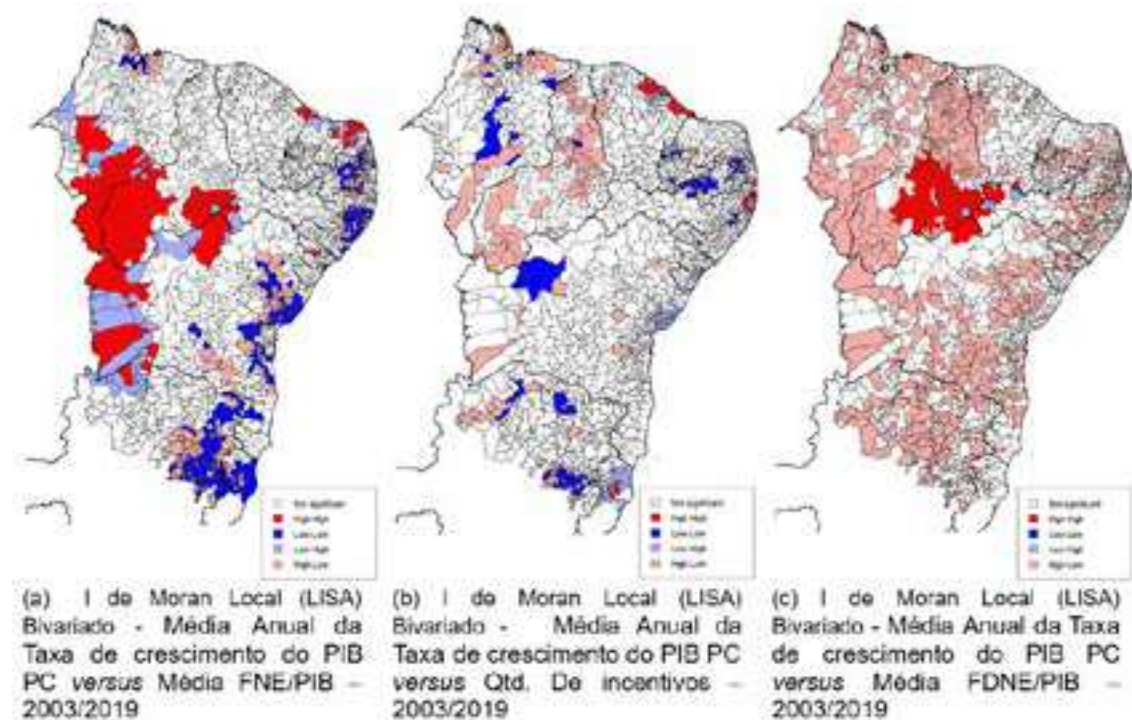
No entanto, ao analisar os gráficos de dispersão de Moran Bivariado, essa configuração se mantém, porém, com menor magnitude. Quando se trata da influência do FNE e do FDNE sobre as taxas de crescimento do PIB per capita, essa correlação se torna relativamente mais fraca. Ainda assim, de forma geral, municípios com alto crescimento do PIB tendem a estar geograficamente próximos de outros municípios que também possuem grandes proporções de empréstimos do FNE ou FDNE em relação ao PIB, e vice-versa. Por outro lado, essa relação não se observa para os incentivos fiscais, uma vez que municípios com alta taxa média de crescimento do PIB per capita tendem a estar cercados por municípios com baixa quantidade de pleitos incentivados, e vice-versa.

Figura 3 – Dispersão de Moran Global e Mapa de Clusters Local (LISA), univariados, 2003-2019.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3 – Dispersão de Moran Global e Mapa de Clusters Local (LISA), univariados, 2003-2019.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerando os Indicadores Locais de Associação Espacial, uma extensão do I de Moran global que permite identificar clusters de associação espacial, foi possível confirmar a presença de agrupamentos positivos de municípios com altas taxas de crescimento do PIB per capita em grande parte do estado do Piauí, no Norte de Minas, no Centro-Sul da Bahia, no Leste Potiguar, no Agreste Pernambucano e no Sul do Maranhão. Agrupamentos negativos de crescimento são observados nas mesorregiões do Norte do Espírito Santo; Vale do Rio Doce, Mata Pernambucana, Agreste Paraibano, Oeste Potiguar, Sul Baiano e uma parcela do litoral do norte da Bahia, passando por Sergipe e Alagoas.

4.2 Avaliação de Impacto

A seguir são apresentados os resultados da avaliação dos efeitos do FNE, FDNE e incentivos fiscais sobre o crescimento econômico dos municípios entre 2003 e 2019. Preliminarmente, foram realizados testes de especificação do painel e de raiz unitária, disponíveis no Apêndice B, que atestam a estabilidade das séries e a adequação da abordagem por efeitos fixos. Enquanto a incorporação da dependência espacial seguiu o Modelo GNR. Os resultados completos de todas as estimações, assim como os testes realizados também se encontram disponíveis nos Apêndices C e D.

Dessa forma, a Tabela 3 apresenta os efeitos diretos, indiretos e totais dos instrumentos de política regional, FNE, FDNE e Incentivos Fiscais, sobre a taxa de crescimento dos municípios beneficiados e de seus vizinhos. Os três instrumentos apresentaram efeitos positivos sobre o incremento do produto médio municipal. A estimação mostra, por exemplo, que um aumento de 10 pontos percentuais na proporção dos valores do FNE com relação ao PIB eleva a taxa de crescimento do PIB *per capita* em 0,0112%.

Além disso, não foram identificados efeitos indiretos desses financiamentos, sugerindo que essas linhas de crédito têm um impacto moderado, possivelmente condicionado à presença de fatores complementares, como infraestrutura e qualificação da mão de obra. Esse achado está em consonância com os estudos de Cravo, Resende e Carvalho (2014), que apontaram que o impacto do FNE pode ser limitado em regiões com menor dinamismo econômico. Por outro lado, difere dos resultados de Resende, Silva e Silva Filho (2017), que identificaram efeitos diretos e indiretos mais expressivos, possivelmente devido à tipologia econômica dos municípios analisados.

O FDNE demonstrou um impacto mais expressivo sobre o crescimento econômico muni-

cial. O fato de possuir empreendimentos apoiados pelo FDNE eleva o crescimento do produto médio em 3,5%. Os efeitos indiretos foram relevantes apenas ao nível de 10% de significância, evidenciando a possível presença de *spillovers* para municípios vizinhos. Isso está alinhado com os achados de Ferreira, Irffi e Carneiro (2024), que demonstraram que o FDNE teve impacto positivo sobre o subíndice de renda nos municípios beneficiados, ainda que com menor efeito em outros indicadores de desenvolvimento.

Tabela 3 - Efeitos diretos e indiretos dos instrumentos de política regional – Modelo GNR

Var. Dependente: Taxa de Crescimento do PIB per capita							
Tratamento	Efeito	Coef.	Erro-padrão	Estat. Z	p-valor	IC Min (95%)	IC Máx (95%)
FNE/PIB	Direto	.0000122	1.55e-06	7.90*	0.000	9.20e-06	.0000153
	Indireto	-1.01e-06	3.63e-06	-0.28	0.782	-8.12e-06	6.11e-06
	Total	.0000112	4.05e-06	2.78*	0.006	3.30e-06	.0000192
FDNE	Direto	.0098703	.0077449	1.27	0.203	-.005309 5	.0250501
	Indireto	.0251877	.0136879	1.84	0.066	-.001640 2	.0520155
	Total	.0350579	.0153251	2.29*	0.022	.0050213	.0650945
IF	Direto	.0213117	.0038742	5.50*	0.000	.0137184	.028905
	Indireto	.0163558	.0078557	2.08*	0.037	.0009589	.0317527
	Total	.0376675	.0089301	4.22*	0.000	.0201649	.0551702

Fonte: Resultados da pesquisa. Nota: *p-valor < 0,05.

Os incentivos fiscais da Sudene apresentaram o maior impacto total sobre o crescimento econômico, tanto de forma direta quanto indireta, reforçando sua eficácia na atração de investimentos produtivos e na dinamização da economia local. Possuir empreendimentos incentivados acelera o crescimento em 3,8%. Os efeitos indiretos também foram significativos, indicando que os benefícios dos incentivos se propagam para regiões próximas. Esses achados estão em conformidade com os resultados de Garsous et al. (2017), que identificaram um crescimento expressivo do emprego no setor de turismo em regiões beneficiadas pelos incentivos fiscais, bem como com os estudos de Carneiro et al. (2023), que destacaram a melhoria da eficiência produtiva das empresas beneficiadas.

No entanto, diferentemente do estudo de Carneiro et al. (2024), que apresentou resultados inconclusivos sobre os incentivos fiscais, a presente análise sugere um efeito positivo robusto. Essa diferença pode ser atribuída à incorporação de efeitos espaciais na modelagem utilizada neste estudo, captando melhor as interações entre os municípios.

4.3 Análise de Robustez

Uma vez que a escolha da especificação do modelo espacial mais adequado está sujeita a incerteza, optou-se por confrontar os resultados da estimação principal com aqueles produzidos pelas outras especificações, de modo a verificar possíveis inconsistências entre eles. De forma geral, os resultados, disponíveis na Tabela 4, parecem corroborar a estimação principal, principalmente quanto aos efeitos para o FNE e dos Incentivos Fiscais. Elas também parecem apoiar a existência de efeitos apenas indiretos do FDNE. A magnitude dos efeitos varia ligeiramente entre as especificações, sendo a abordagem escolhida, Modelo GNR, mais conservadora na maioria dos casos.

Além das especificações, optou-se por usar a matriz de pesos espaciais de contiguidade tipo “torre” de segunda ordem, a qual considera as ligações entre os vizinhos imediatos e os vizinhos dos vizinhos. Assim, para captar possíveis efeitos globais, para além dessas fronteiras, reestimou-se o modelo considerando a matriz do inverso da distância. Essa matriz utiliza a distância entre as unidades como fator de ponderação da conexão espacial entre as unidades, permitindo interações entre todos os municípios da amostra.

Os resultados com essa nova matriz, para todas as especificações de modelos espaciais, podem ser visualizados na Tabela 5. Mais uma vez, confirmam-se os efeitos positivos do FNE e dos Incentivos Fiscais, em particular os efeitos diretos. Ainda no FNE, as especificações globais também sugerem a existência de efeitos positivos indiretos do FNE. Por outro lado, o FDNE não apresenta efeito significativo para a maioria das especificações testadas. Portanto, o uso de uma matriz alternativa de pesos espaciais corrobora em grande parte os resultados da estimação principal.

Depreende-se das verificações realizadas que os resultados do modelo são robustos a variações na especificação dos efeitos espaciais e no alcance considerado pela matriz de ponderação. Em particular, os efeitos dos Incentivos Fiscais e, principalmente, do FNE mostram-se consistentes em todas as especificações testadas, reforçando sua relevância na dinâmica econômica regional. Esses resultados vão ao encontro da literatura sobre o papel dos incentivos financeiros no desenvolvimento local, que aponta para a importância de mecanismos de crédito direcionado e políticas fiscais na promoção do crescimento econômico.

Além disso, a persistência dos efeitos positivos do FNE, tanto diretos quanto indiretos, sugere que esse instrumento pode desempenhar um papel estruturante na redução de desigualdades regionais, ao estimular investimentos em municípios que, de outra forma, poderiam ter

dificuldades de acesso a financiamento produtivo. Dessa forma, os achados deste estudo corroboram a visão de que políticas de fomento regional bem direcionadas podem gerar externalidades positivas, influenciando não somente os municípios beneficiados diretamente, mas também os municípios vizinhos.

Tabela 4 - Efeitos diretos e indiretos dos instrumentos de política regional para diferentes especificações espaciais.

	Efeitos	FE	SAR	SEM	SLX	SAC	SDM	SDEM	GNR
FNE/PIB	Direto	-	.0000132*	-	.000013*	.0000117*	.0000127*	.0000125*	.0000122*
		-	(1.61e-06)	-	(1.64e-06)	(1.50e-06)	(1.62e-06)	(1.62e-06)	(1.55e-06)
	Indireto	-	.8.92e-06*	-	.8.51e-06	.5.05e-06*	.7.47e-06	.2.17e-06	.1.01e-06
		-	(1.14e-06)	-	(5.75e-06)	(5.54e-07)	(9.95e-06)	(6.20e-06)	(3.63e-06)
	Total	.0000129*	.0000222*	.0000124*	.0000215	.6.91e-06*	.0000202*	.0000147*	.0000112*
		(1.84e-06)	(2.72e-06)	(1.57e-06)	(5.98e-06)	(8.54e-07)	(.0000105)	(6.80e-06)	(4.05e-06)
FDNE	Direto	-	.0208289*	-	.0096138	.0060213	.0092792	.0101326	.0098703
		-	(.0072831)	-	(.0080741)	(.0075902)	(.0077014)	(.0076626)	(.0077449)
	Indireto	-	.0140409*	-	.0642036*	-.0026071	.0715744*	.0639769*	.0251877*
		-	(.0049387)	-	(.01677)	(.0032864)	(.0270562)	(.0165005)	(.0136879)
	Total	.0213632*	.0348698*	.0118119	.0738174	.0034142	.0908536*	.0941096*	.0350679*
		(.0074216)	(.0122043)	(.0078443)	(.0158035)	(.0043043)	(.0274219)	(.0207401)	(.0153251)
IF	Direto	-	.0146941*	-	.0174982*	.0181489*	.019092*	.0192957*	.0213117*
		-	(.0038942)	-	(.004034)	(.0037367)	(.0039226)	(.0039373)	(.0038742)
	Indireto	-	.0099064*	-	.0046714*	-.007858*	.0230337	.020912	.0163658*
		-	(.002651)	-	(.01055)	(.0016232)	(.0161178)	(.0122502)	(.0078557)
	Total	.0155506*	.0245994*	.0174246*	.0221697*	.0102909*	.0421257*	.0402077*	.0378875*
		(.0039682)	(.006526)	(.0038757)	(.0108218)	(.0021222)	(.0190344)	(.0134637)	(.0086301)

Fonte: Resultados da pesquisa. Nota: Erros-padrões entre parênteses. *p-valor < 5%.

Tabela 5 - Efeitos diretos e indiretos dos instrumentos de política regional para diferentes especificações espaciais – Matriz Distância

	Efeitos	FE	SAR	SEM	SLX	SAC	SDM	SDEM	GNR
FNE/ PIB	Direto	-	.0000133*	-	.0000131*	.0000126*	.0000126*	.000013*	.0000151*
		-	(1.68e-06)	-	(1.64e-06)	(1.58e-06)	(1.59e-06)	(1.58e-06)	(1.71e-06)
	Indireto	-	-.0000323*	-	.0002977*	.0000612*	.00008*	.0002337*	.0024367*
		-	(4.65e-06)	-	(.0000495)	(.0000182)	(.0000333)	(.0000691)	(.0007659)
	Total	.0000129*	-.0000189*	.0000122*	.0003108*	.0000737*	.0000926*	.0002467*	.0024517*
		(1.64e-06)	(3.45e-06)	(1.57e-06)	(.0000496)	(.000019)	(.0000332)	(.0000693)	(.0007666)
FDNE	Direto	-	.0223548*	-	.0110073	.0146423	.0097279	.0134434	.0125269
		-	(.0072462)	-	(.008379)	(.0077144)	(.0081068)	(.0082605)	(.0081521)
	Indireto	-	-.054091*	-	.310871*	.0713602	.0066501	.1546525	.9559941
		-	(.0180524)	-	(.1010577)	(.0422221)	(.0624301)	(.164632)	(1.071918)
	Total	.0213632*	-.0201443*	.0167629*	.3218783*	.0869426	.0163781	.168096	.968621
		(.0074216)	(.0061712)	(.0079322)	(.0975474)	(.0492177)	(.0649023)	(.1625547)	(1.00975)
IF	Direto	-	.0141895*	-	.0183882*	.0167039*	.0133972*	.0178101*	.0178093*
		-	(.0038744)	-	(.0040408)	(.0039675)	(.0039168)	(.0039136)	(.0039507)
	Indireto	-	-.0343338*	-	-.1239987	.0813391*	-.1475974*	-.3753013*	-1.078002
		-	(.0097805)	-	(.0635435)	(.0290362)	(.0423847)	(.0957401)	(.7375115)
	Total	.0155508*	-.0201443*	.0176853*	-.1056105	.0980431*	-.1342002*	-.3574912*	-1.060192
		(.0039682)	(.0061712)	(.0039626)	(.0629977)	(.0317382)	(.0425315)	(.0960549)	(.7386524)

Fonte: Resultados da pesquisa. Nota: Erros-padrões entre parênteses. *p-valor < 5%

4.4 Análise Setorial

Para compreender os mecanismos de transmissão dos instrumentos de desenvolvimento regional, optou-se por desagregar o PIB municipal entre seus diferentes componentes, de modo a identificar qual deles responde à parcela majoritária do efeito observado.

Os resultados expostos na Tabela 6 para as taxas de crescimento dos VABs setoriais per capita revelam que os efeitos do FNE abrangem os setores de Agropecuária, Serviços e Indústria, o que dialoga com a abrangência setorial desse instrumento. Por outro lado, tanto o FDNE quanto os Incentivos Fiscais parecem atuar predominantemente no setor industrial, o que também concorda com as diretrizes de atuação desses instrumentos. Em todos os casos, os efeitos setoriais parecem ser apenas diretos, o que permite concluir que os efeitos indiretos verificados para alguns instrumentos na estimação principal se devem a ligações difusas entre os setores, que resvalam para os municípios ao redor daquele beneficiado pela política.

Os efeitos nulos sobre os gastos do setor público podem ser entendidos como um teste de placebo, visto que esse setor não é diretamente beneficiado por nenhum dos instrumentos de política regional. Entretanto, nota-se um sensível aumento na arrecadação de impostos, particularmente para o FNE e para os Incentivos Fiscais, o que pode derivar do maior dinamismo econômico causado por esses instrumentos.

Os instrumentos da PNDR contribuem para o crescimento econômico municipal não apenas por meio da geração de emprego e renda, como demonstrado por diversos estudos sobre o FNE e os incentivos fiscais, mas também pelo fortalecimento da produção nos setores-chave da economia. Esses achados corroboram os resultados de Carneiro et al. (2024), que identificaram uma associação entre crescimento econômico e os recursos do FNE e FDNE. No entanto, divergem parcialmente no que diz respeito aos incentivos fiscais, para os quais os resultados encontrados na presente pesquisa indicam efeitos positivos mais robustos.

Tabela 6 - Resultados do modelo GNR para o crescimento dos VAB's setoriais *per capita*.

Var. Dependente: Taxa de Crescimento do VAB per capita						
Tratamento	Efeito	Agropecuária	Serviços	Indústria	Adm. Pública	Impostos
FNE/PIB	Direto	-3.45e-06 (3.84e-06)	.0000127* (1.64e-06)	.0000468* (4.65e-06)	1.09e-06 (6.70e-07)	.0000313* (2.70e-06)
	Indireto	.0001341 (.0001475)	.0000198 (.000032)	-.0001773 (.0001468)	-1.88e-06 (.0000158)	.0000416 (.0000459)
	Total	.0001307* (.0001491)	.0000325 (.0000325)	-.0001305 (.0001485)	-7.94e-07 (.000016)	.0000729 (.0000467)
FDNE	Direto	.0174512 (.0177337)	.0033981 (.0079721)	.0409076** (.0235322)	.001419 (.0032436)	-.0024285 (.0140455)
	Indireto	.3082596 (.3392066)	.094824 (.0742305)	.5604579 (.3631248)	.029035 (.0362257)	.05152 (.1161154)
	Total	.3257108 (.3400335)	.0982221 (.0737587)	.6013655** (.3630292)	.030454 (.0360675)	.0490914 (.1152006)
IF	Direto	.04628 (.0090548)	.0018158 (.0039848)	.0200631** (.0122498)	.0008478 (.0016249)	.0138157* (.0071225)
	Indireto	.2194977 (.244746)	-.0701973 (.0531595)	-.1051112 (.259977)	.0168001 (.0260151)	-.0631873 (.0829924)
	Total	.2657777 (.2471124)	-.0683815 (.0537132)	-.085048 (.2622726)	.0176479 (.0262631)	-.0493716 (.0838805)

Fonte: Resultados da pesquisa. Nota: Erros-padrões entre parênteses. * p-valor < 5%; ** p-valor < 10%.

5. CONCLUSÃO

A desigualdade regional no Brasil, em especial no Nordeste, persiste como um desafio histórico e estrutural (Furtado, 1959; Cano, 1977). Fatores como a concentração de investimentos em regiões mais desenvolvidas (Krugman, 1991), limitações de infraestrutura (Baer, 2003) e acesso desigual ao crédito (Stiglitz e Weiss, 1981) têm contribuído para a reprodução dessas disparidades. Diante desse cenário, políticas públicas voltadas ao financiamento e incentivo de atividades produtivas em regiões menos desenvolvidas surgem como instrumentos fundamentais para promover o crescimento econômico regional (Crocco et al., 2006; Além e Madeira, 2015).

A literatura sugere que mecanismos como financiamento subsidiado e incentivos fiscais podem estimular investimentos e impulsionar o crescimento econômico regional (Linhares et al., 2014; Resende, 2012). No entanto, a avaliação conjunta desses instrumentos e seus impactos espaciais ainda apresenta lacunas (Ferreira, Irffi e Carneiro, 2024). Existem efeitos positivos dos fundos e incentivos sobre o crescimento econômico e a arrecadação tributária (Carneiro et

al., 2023; Garsous et al., 2017), mas negligenciam frequentemente a dinâmica de transbordamento entre municípios (Resende, Silva e Silva Filho, 2017).

Os resultados da estimação principal indicaram que todos os instrumentos analisados tiveram impactos positivos e significativos sobre o crescimento econômico municipal. O FNE apresentou efeitos positivos diretos e indiretos, com impactos distribuídos entre os setores agropecuário, de serviços e industrial. O FDNE demonstrou efeitos expressivos, especialmente na indústria, sugerindo que investimentos em infraestrutura e transformação industrial desempenham papel crucial no crescimento econômico regional. Os incentivos fiscais, por sua vez, tiveram influência significativa na agropecuária, indicando que a desoneração tributária pode ter impulsionado a expansão do setor. Os testes de robustez confirmaram a consistência dos resultados, evidenciando a persistência dos efeitos positivos do FNE e dos incentivos fiscais em diferentes especificações.

A análise setorial reforçou a abrangência diferenciada dos instrumentos. O FNE teve impactos mais expressivos na agropecuária e nos serviços, enquanto o FDNE e os incentivos fiscais mostraram-se mais relevantes para o crescimento industrial. Além disso, identificaram-se transbordamentos espaciais, especialmente para os incentivos fiscais e o FDNE, indicando que seus efeitos extrapolam os municípios diretamente beneficiados, gerando externalidades econômicas para as regiões vizinhas.

Os achados do estudo possuem importantes implicações para a formulação de políticas públicas. Primeiramente, reforçam a necessidade de um direcionamento estratégico dos recursos para regiões com menor dinamismo econômico, de forma a maximizar seu impacto. Além disso, evidenciam a importância da coordenação regional na alocação dos investimentos, otimizando os efeitos de transbordamento. A distinção dos impactos setoriais sugere que políticas mais ajustadas às características locais podem ser mais eficazes na promoção do crescimento.

Embora este estudo tenha trazido contribuições relevantes, algumas questões podem ser aprimoradas em futuras pesquisas. A análise abrange o período de 2003 a 2019, possibilitando uma avaliação detalhada dos impactos dos instrumentos da PNDR, mas não considera mudanças estruturais mais recentes. Além disso, a abordagem espacial utilizada foi eficaz para captar efeitos de transbordamento, embora a identificação causal possa ser complementada por métodos alternativos, como abordagens baseadas em variáveis instrumentais. Estudos futuros poderão expandir essa análise para outras regiões do país e explorar novos instrumentos de desenvolvimento regional, permitindo uma compreensão ainda mais aprofundada da eficácia das políticas públicas na redução das desigualdades regionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALÉM, Ana Cláudia; MADEIRA, Rodrigo Ferreira. As instituições financeiras públicas de desenvolvimento e o financiamento de longo prazo. 2015.

ALMEIDA, Eduardo. Econometria espacial. Campinas–SP. Alínea, v. 31, 2012.

ANSELIN, Luc. Interactive techniques and exploratory spatial data analysis. 1996.

BAER, Werner. A economia brasileira. NBL Editora, 2003.

BANCO DO NORDESTE. **Relatório de Gestão do FNE: exercício 2019**. Banco do Nordeste do Brasil, 2020.

BAUMONT, Catherine. Spatial effects in housing price models: do housing prices capitalize urban development policies in the agglomeration of Dijon (1999)?. 2004. Tese de Doutorado. Laboratoire d'économie et de gestion (LEG).

BRASIL. Produto interno bruto dos municípios 2021 / IBGE, Coordenação de Contas Nacionais, IBGE: Rio de Janeiro, 2023

BRAZ, Marleton Souza; IRFFI, Guilherme. Impactos dos incentivos fiscais da Sudene sobre o mercado de trabalho local. XXVIII Encontro Regional de Economia. Fortaleza. Anais... Fortaleza, Anpec, 2023.

CANO, Wilson et al. Raízes da concentração industrial em São Paulo. São Paulo: Difel, 1977.

CARNEIRO, D. Determinantes da Eficiência da Aplicação dos Recursos do FNE pelos municípios beneficiados. Fortaleza, Banco do Nordeste do Brasil, ago. 2018 (Artigos ETENE).

CARNEIRO, Diego; COSTA, Eduardo; IRFFI, Guilherme; VELOSO, Pedro; BRAZ, Mariana; DIAS, Tiago; ANDRADE, Vânia. Avaliação de Eficiência das Empresas Beneficiadas pela Política de Incentivos Fiscais Conduzida pela Sudene. In: 51º ENCONTRO NACIONAL DE

ECONOMIA, Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: https://www.anpec.org.br/encontro/2023/submissao/files_I/i10a86c184e25910350378a0acdd40d8846.pdf. Acesso em: 27/04/2024

CARNEIRO, Diego; VELOSO, Pedro; Ferreira, Wendel; IRFFI, Guilherme. Análise do Impacto dos Instrumentos da PNDR sobre a Economia dos Municípios Nordestinos. 2024.

CRAVO, Tulio Antonio; RESENDE, Guilherme Mendes; CARVALHO, A. Y. The Impact of Brazilian Regional Development Funds on Regional Economic Growth: A spatial panel approach. In: CONGRESSO ERSA, 54., 2014. São Petersburgo. Anais ... São Petersburgo: ERSA, 2014. p. 26-29.

CROCCO, Marco et al. Polarização regional e sistema financeiro. CROCCO et al. Moeda e território: uma interpretação da dinâmica regional brasileira. Belo Horizonte: Autêntica, p. 231-269, 2006.

DO MONTE, K.; IRFFI, G.; BASTOS, F.; CARNEIRO, D. Análise do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE) sobre Indicadores Econômicos Municipais no Período 2010-2020. 51º Encontro Nacional de Economia, Rio de Janeiro, 2023.

ELHORST, J. Paul; ELHORST, J. Paul. Spatial panel data models. Spatial econometrics: From cross-sectional data to spatial panels, p. 37-93, 2014.

FERREIRA, Wendel; CARNEIRO, Diego; IRFFI, Guilherme. A PNDR E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO NORDESTE: UMA ANÁLISE DO FDNE E DOS INCENTIVOS FISCAIS DA SUDENE. 2024

FURTADO, Celso. Formação econômica do Brasil. Companhia das Letras, 2020.

GARSOUS, Grégoire et al. Tax incentives and job creation in the tourism sector of Brazil's SUDENE area. World Development, v. 96, p. 87-101, 2017.

HAUSMAN, Jerry A. Specification tests in econometrics. Econometrica: Journal of the econometric society, p. 1251-1271, 1978.

HIRSCHMAN, A. The strategy of economic development. New Haven: Yale University Press, 1958.

IRFFI, Guilherme et al. Avaliação de impacto do financiamento do FDNE na construção de Parques Eólicos e seus efeitos no mercado de trabalho e indicadores econômicos dos municípios na área de atuação da Sudene. CADERNOS DE FINANÇAS PÚBLICAS, v. 25, n. 1, 2025.

KRUGMAN, P. Geography and Trade. Leuven-London: Leuven University Press/MIT Press, Boston, 19

Lee, L.-F., and J. Yu. 2010a. Estimation of spatial autoregressive panel data models with fixed effects. Journal of Econometrics 154: 165–185. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2009.08.001>.

LESAGE, James P.; PACE, R. Kelley. Spatial econometric models. In: Handbook of applied spatial analysis: Software tools, methods and applications. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009. p. 355-376.

LEVIN, Andrew; LIN, Chien-Fu; CHU, Chia-Shang James. Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. Journal of econometrics, v. 108, n. 1, p. 1-24, 2002.

LINHARES, Fabrício Carneiro; SOARES, Ricardo Brito; GONÇALVES, Marcos Falcão; VIANA, Luiz Fernando Gonçalves. Brazil's Northeast Financing Constitutional Fund: Differentiated effects on municipal economic growth. CEPAL Review, v. 2014, n. 113, p. 175-192, 2014.

Manski, C. F. (1993). Identification of endogenous social effects: The reflection problem. The review of economic studies, 60 (3): 531-542.

MARSHALL, A. Principles of economics. London: Macmillan, 1890.

MORAN, Patrick AP. Notes on continuous stochastic phenomena. Biometrika, v. 37, n. 1/2, p. 17-23, 1950.

MYRDAL, Gunnar. Teoria econômica e regiões subdesenvolvidas. Rio de Janeiro: ISEB, 1960 (1957).

ODLAND, John. Spatial autocorrelation. 2020.

OLIVEIRA, Rodrigo; NETO, Raul da Mota Silveira. Estrutura produtiva ou escolaridade? Uma análise dos fatores explicativos da desigualdade de renda entre as regiões Sudeste e Nordeste por quantil para o período entre os anos de 1970 e 2010. *Revista Econômica do Nordeste*, p. 74-91, 2016.

RESENDE, Guilherme Mendes. Micro e macroimpactos de políticas de desenvolvimento regional: o caso dos empréstimos do FNE-industrial no estado de Ceará. Brasília: IPEA, 2012. (Texto para Discussão nº 1777)

RESENDE, Guilherme Mendes; DA SILVA FILHO, Luís Abel. Avaliação dos Impactos Econômicos do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE): o caso da Bahia, 2004-2010. *Revista Desenhahia*, n. 20, 29-58, 2014.

RESENDE, Guilherme Mendes; SILVA, Diego Firmino Costa; SILVA FILHO, Luís Abel. 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*, v. 48, n. 1, p. 9-29, 2017.

RIBEIRO, L. C. S. et al. Regional funding and regional inequalities in the Brazilian Northeast.

RÜTTENAUER, Tobias; AKSOY, Ozan. When Can We Use Two-Way Fixed-Effects (TWFE): A Comparison of TWFE and Novel Dynamic Difference-in-Differences Estimators. *arXiv preprint arXiv:2402.09928*, 2024.

SALA-I-MARTIN, Xavier X. Regional cohesion: evidence and theories of regional growth and convergence. *European economic review*, v. 40, n. 6, p. 1325-1352, 1996.

SEIFI, A., MOTAGHI, S., EBRAHIM, S., & AHMADI, M. S. (2020). Effect of terrorism acti-

vities on capital flight in the Middle East. In E3S Web of Conferences (Vol. 157, p. 03017). EDP Sciences.

STIGLITZ, Joseph E.; WEISS, Andrew. Credit rationing in markets with imperfect information. **The American economic review**, v. 71, n. 3, p. 393-410, 1981.

SUDENE, Relatório de Gestão do exercício de 2023. Aesso em 13/02/2025: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/gestao-institucional/arquivos/sudene-rg2023.pdf>

WALD, Abraham. Tests of statistical hypotheses concerning several parameters when the number of observations is large. Transactions of the American Mathematical society, v. 54, n. 3, p. 426-482, 1943.

WOOLDRIDGE, Jeffrey M. Econometric analysis of cross section and panel data. MIT press, 2010.

APÊNDICE

Apêndice A - Escolha da matriz de pesos espaciais

Tipo Vizinhos	Torre 1	Torre 2	Rainha 1	Rainha 2
I-Moran	59.29	65.69	60.62	63.98
p-valor	0.0000*	0.0000*	0.0000*	0.0000*

Fonte: Resultados da pesquisa. Nota: *p-valor < 0,05.

Apêndice B – Diagnósticos do modelo de dados em painel.

Teste	Estatística	p-valor	Conclusão
Hausman (1978)	4368.13	0.0000*	Efeitos Fixos
Levin-Lin-Chu (2002)	-906.325	0.0000*	Ausência de Raiz Unitária na Variável Dependente
I-Moran (1948)	144.17	0.0000*	Existe dependência espacial (autocorrelação espacial)

Fonte: Resultados da pesquisa. Nota: *p-valor < 0,05.

Apêndice C – Teste LR para a comparação dos modelos espaciais.

		Modelo Restrito (H0)						
		OLS	SAR	SEM	SLX	SAC	SDM	SDM
Modelo Irrestrito	SAR	LR g/1 p-valor	2369 1 0,000*					
	SEM	LR g/1 p-valor	2537,16 1 0,000*					
	SLX	LR g/8 p-valor	777,64 8 0,000*					
	SAC	LR g/2 p-valor	3361,38 2 0,000*	992,38 1 0,000*	824,22 1 0,000*			
	SDM	LR g/9 p-valor	2595,9 9 0,000*	226,9 8 0,000*	58,74 8 0,000*	1818,2 6 0,000*		
	SDE M	LR g/9 p-valor	2584,94 9 0,000*		47,78 8 0,000*	1807,3 1 0,000*		
	GNR	LR g/10 p-valor	3626,32 10 0,000*	1257,3 2 0,000*	1089,1 6 0,000*	2848,6 8 0,000*	264,94 8 0,000*	1030,4 2 0,000*
							1041,3 8 1	

Fonte: Elaborado pelos autores. Nota: *p-valor < 0,05.

Apêndice D – Resultados das Estimativas dos Modelos Econométricos Espaciais

Var. Dependente: Taxa de Crescimento do PIB per capita	FE	SAR	SEM	SLX	SAC	SOM	SOEM	GNR
lag_1na_pib	0,000129* (1,45e-06)	0,000137* (1,58e-06)	0,000132* (1,57e-06)	0,000137* (1,45e-06)	0,000137* (1,45e-06)	0,000128* (1,58e-06)	0,000129* (1,58e-06)	0,000121* (1,87e-06)
lag_d_1na	0,013632* (6,07e-05)	0,0205182* (6,0711e-05)	0,0114119 (6,06605e-05)	0,006050 (6,073e-05)	0,006121 (6,073e-05)	0,010524 (6,07062e-05)	0,010320 (6,07173e-05)	0,022885 (6,07513e-05)
lag_d_1l	0,0155008* (6,03968e-05)	0,0140554* (6,03836e-05)	0,074248* (6,03075e-05)	0,074982* (6,06034e-05)	0,075183* (6,03604e-05)	0,0155008* (6,03604e-05)	0,0192957* (6,03957e-05)	0,0238025* (6,03957e-05)
lag_l_1na_real_pc	-0,3386022* (0,042950)	-0,3201662* (0,04173)	-0,3343734* (0,042001)	-0,3373754* (0,044820)	-0,3846557* (0,041375)	-0,335779* (0,042033)	-0,3368072* (0,042883)	-0,3343485* (0,0437)
lag_l_escoridade_media_nab	-0,0049315 (0,078521)	-0,005507 (0,074034)	-0,0033178 (0,074354)	-0,0032829 (0,077142)	-0,000968 (0,069703)	-0,004877 (0,074303)	-0,0117104 (0,075333)	-0,0158682 (0,075134)
lag_l_vinculos_pc	0,0180441* (0,029588)	0,0148167* (0,027352)	0,0147531* (0,028854)	0,0134465 (0,030607)	0,0137707* (0,027887)	0,0147946 (0,027888)	0,0149604 (0,027888)	0,0154944* (0,027888)
lag_l_num_emp	0,012945 (0,068254)	0,011583 (0,061548)	0,013302 (0,064525)	0,015043 (0,06737)	0,013737 (0,067137)	0,013738 (0,067138)	0,013738 (0,067138)	0,013738 (0,067138)
lag_l_densidade_pop	-0,0000318 (0,0000318)	-0,0000318 (0,0000318)	-0,0000318 (0,0000318)	-0,0000318 (0,0000318)	-0,0000318 (0,0000318)	-0,0000318 (0,0000318)	-0,0000318 (0,0000318)	-0,0000318 (0,0000318)
W(lag_1na_real_pc)	-	-0,0095275 (0,0095275)	-	-	-0,0095275 (0,0095275)	-	-	-0,0095275 (0,0095275)
W(lag_1na_real_pc)	-	-	-0,0095275 (0,0095275)	-	-0,0095275 (0,0095275)	-	-	-0,0095275 (0,0095275)
W(lag_1na_pib)	-	-	-	0,02e-04 (3,73e-06)	-	-	-	0,02e-04 (3,73e-06)
W(lag_d_1na)	-	-	-	0,04298 (0,017947)	-	-	-	0,04298 (0,017947)
W(lag_d_1l)	-	-	-	0,046783 (0,010030)	-	-	-	0,046783 (0,010030)
W(lag_l_1na_real_pc)	-	-	-	-0,009843 (0,010948)	-	-	-	-0,009843 (0,010948)
W(lag_l_escoridade_media_nab)	-	-	-	0,009575 (0,021040)	-	-	-	0,009575 (0,021040)
W(lag_l_vinculos_pc)	-	-	-	0,000472* (0,009532)	-	-	-	0,000472* (0,009532)
W(lag_l_num_emp)	-	-	-	0,071455* (0,000093)	-	-	-	0,071455* (0,000093)
W(lag_l_densidade_pop)	-	-	-	-0,00001 (0,00001)	-	-	-	-0,00001 (0,00001)
Observações	34748	34748	34748	34748	34748	34748	34748	34748
Efeitos Fixos	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Distância de Ano	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Estat. Moran (Resíduos)	2615,44*	8831,75*	1775,36*	4874,62*	1587,67*	1813,09*	3413,58*	4476,06*
Wald (Termos Espaciais)	-	1989,12*	2191,05*	133,20*	13198,57*	2194,29*	2198,14*	37016,41*
Lag Skelhood	26363,71	21668,43	21712,5	2085,74	34568,81	21761,37	21766,38	26377,68
A/C	-58477,42	-47444,83	-47412,09	-45039,46	-48208,21	-47455,74	-47444,73	-48484,16
BIC	-50288,02	-47524,88	-47393,14	-45369,44	-48006,8	-47168,74	-47157,29	-48138,2

Fonte: Elaborado pelos autores. Nota: Erros-padrão entre parênteses. *p-valor < 0,05.