

BNDES e participação da indústria no emprego formal: evidências após o controle do viés de seleção e da dependência espacial

Maurício Beirão da Rocha Oliveira (PPGE-UFJF)

Eduardo Gonçalves (PPGE-UFJF)

Ademir Antônio Moreira Rocha (UFAM)

Juliana Gonçalves Taveira (UFJF-GV)

Resumo: Este artigo analisa a associação entre os desembolsos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) destinados ao setor industrial e a participação da indústria no emprego formal nos municípios brasileiros entre 2002 e 2018. Para isso, combina propensity score matching, modelos espaciais em painel com efeitos fixos bidimensionais e exercícios de event study, na tentativa de controlar simultaneamente parte do viés de seleção e a dependência espacial, além de examinar a dinâmica temporal das associações estimadas. Os resultados indicam associação positiva e estatisticamente significativa, consistente sob diferentes especificações, recortes regionais, temporais e exercícios de robustez. Em termos econômicos, um aumento de 1% nos desembolsos está associado a um aumento total aproximado de 0,01% na participação da indústria no emprego formal no sistema espacial, composto por uma associação direta de 0,006% no município recebedor e indireta de 0,005% nos municípios ligados pela mesma estrutura espacial. Os exercícios de event study reforçam a consistência da estratégia empírica e indicam que a associação emerge apenas em anos posteriores ao início do tratamento. Embora a estratégia empírica reduza importantes fontes de viés, os resultados devem ser interpretados como associações robustas em dados observacionais, sem permitir inferências causais estritas.

Palavras-chave: BNDES; emprego formal; indústria; Econometria espacial.

Código JEL: R11; O14; O25; C23.

BNDES and the Industrial Share of Formal Employment: Evidence after Controlling for Selection and Spatial Dependence

Abstract: This article examines the association between industrial disbursements from the Brazilian Development Bank (BNDES) and the share of industry in formal employment across Brazilian municipalities between 2002 and 2018. To this end, it combines propensity score matching, spatial panel data models with two-way fixed effects, and event study analyses to simultaneously mitigate part of the selection bias and spatial dependence, while also examining the temporal dynamics of the estimated associations. The results indicate a positive and statistically significant association that remains robust across different model specifications, regional and temporal subsamples, and robustness checks. In economic terms, a 1% increase in BNDES industrial disbursements is associated with an approximate 0.01% increase in the share of industry in formal employment within the spatial system, comprising a direct association of 0.006% in the recipient municipality and an indirect association of 0.005% in neighboring municipalities connected through the same spatial structure. The event study analyses further support the consistency of the empirical strategy and indicate that the association emerges only several years after the onset of the treatment. Although the empirical strategy mitigates important sources of bias, the findings should be interpreted as robust associations in observational data rather than as evidence of strict causal relationships.

Keywords: BNDES; formal employment; industry; spatial econometrics.

1. Introdução

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) desempenha historicamente papel central no financiamento de investimentos produtivos de longo prazo, especialmente para o setor industrial, por meio de diferentes linhas e programas de crédito (PETITINGA; SANTOS, 2019). A produção de evidências empíricas sobre os efeitos dessa atuação constitui elemento fundamental para orientar o aperfeiçoamento das políticas do Banco, ainda que cada estudo, isoladamente, apresente limitações inerentes aos dados observacionais. Em conjunto, entretanto, essas evidências permitem qualificar progressivamente o debate acerca da efetividade do crédito público no desenvolvimento econômico (MACHADO; ROITMAN, 2015; MORAIS; DE NEGRI; MATTOS, 2022).

Estudos recentes identificaram evidências de concentração territorial e de possíveis transbordamentos espaciais associados aos desembolsos do BNDES (SILVA FILHO *et al.*, 2023; TEIXEIRA; NOGUEIRA, 2024; ORSOLIN; NOGUEIRA, 2025). Paralelamente, outra vertente da literatura destaca a necessidade de controlar o viés de seleção inerente às operações de crédito do Banco, decorrente da maior probabilidade de municípios economicamente mais dinâmicos receberem financiamentos (EHRL *et al.*, 2020). Apesar desses avanços, permanece pouco explorada a integração entre essas duas agendas metodológicas, uma vez que estudos espaciais frequentemente negligenciam a comparabilidade entre municípios tratados e não tratados, enquanto abordagens baseadas em pareamento costumam desconsiderar a dependência espacial entre as observações.

Este artigo busca preencher essa lacuna ao analisar empiricamente a associação entre os desembolsos do BNDES voltados a projetos do setor industrial e a participação da indústria no emprego formal nos municípios brasileiros, no período de 2002 a 2018, ao incorporar simultaneamente mecanismos de controle do viés de seleção e da dependência espacial. Parte-se da hipótese de que, mesmo entre municípios observacionalmente semelhantes, os desembolsos permanecem associados à participação da indústria na economia local e que essa associação não se restringe aos municípios diretamente beneficiados, mas manifesta-se também por meio de interações espaciais compatíveis com efeitos de transbordamento.

Para tanto, o estudo combina propensity score matching (PSM), para construir grupos comparáveis de municípios, com modelos de econometria espacial em painel, capazes de capturar distintas formas de dependência espacial, com efeitos fixos bidimensionais para controlar heterogeneidades invariantes no tempo. Adicionalmente, emprega exercícios de event study, para examinar a dinâmica temporal dessa associação. Essa estratégia empírica permite reduzir simultaneamente vieses decorrentes da seleção observável, da heterogeneidade não observada constante e da autocorrelação espacial, e, portanto, oferece uma avaliação mais abrangente da associação entre os desembolsos e emprego formal no contexto industrial. Embora a estratégia adotada fortaleça a identificação empírica, reconhece-se o não saneamento dos problemas que lhes são decorrentes. Por isso, o objetivo permanece centrado na caracterização de associações robustas em dados observacionais, e não no estabelecimento de relações causais estritas.

Além desta introdução, o artigo está organizado em cinco seções. A segunda apresenta o referencial teórico. A terceira descreve os dados, variáveis e a estratégia metodológica. A quarta apresenta os resultados empíricos, discute-se sua robustez e implicações. Por fim, a última seção apresenta as considerações finais.

2. Referencial teórico

O BNDES consolidou-se historicamente como o principal provedor de crédito direcionado ao setor industrial, ao financiar projetos voltados à expansão da capacidade produtiva, modernização tecnológica e aquisição de máquinas e equipamentos (REIFF; SANTOS; ROCHA, 2007; BARBOZA; FURTADO; GABRIELLI, 2019). Como se trata de crédito reembolsável destinado ao investimento, seus efeitos econômicos não decorrem diretamente do desembolso em si, mas da capacidade dos recursos financiados em ampliar a produção, estimular o emprego e elevar a competitividade das firmas beneficiárias (MORAIS; DE NEGRI; MATTOS, 2022). Sabe-se que a distribuição territorial dos desembolsos do BNDES é heterogênea e concentrada em regiões mais desenvolvidas, o que impõe desafios para a sua avaliação como política (BACHILLER, 2016; BARBOZA; FURTADO; GABRIELLI, 2019; OLIVEIRA; FERRER; REZENDE, 2021).

Por um lado, em nível territorial, os resultados apontam predominantemente para associações positivas entre os desembolsos e indicadores agregados de desempenho econômico, como produto interno bruto, emprego e renda, embora com elevada heterogeneidade entre regiões, setores produtivos e escalas geográficas (EHRL *et al.*, 2020; SILVA FILHO *et al.*, 2023). Para o emprego, com aplicações de PSM, associações positivas foram encontradas por Rezende (2014), enquanto Wegelin (2014), por sua vez, não encontrou resultados significativos. Esses estudos mostram que a compreensão dos efeitos territoriais do crédito público permanece incompleta, especialmente quanto à dinâmica industrial, à heterogeneidade entre municípios e às interações espaciais.

Por outro lado, estudos com econometria espacial têm mostrado que a distribuição territorial dos desembolsos apresenta forte concentração espacial e que seus efeitos podem se propagar entre regiões economicamente integradas. Trabalhos como os de Silva Filho *et al.* (2023), Silva Filho (2024), Teixeira e Nogueira (2024) e Orsolin e Nogueira (2025) identificaram evidências consistentes de dependência espacial e de transbordamentos associados aos desembolsos do BNDES.

Observa-se, assim, uma relativa dissociação entre as duas principais agendas metodológicas da literatura. Enquanto os estudos de econometria espacial enfatizam a existência de *spillovers* e padrões de dependência territorial, geralmente sem construir grupos comparáveis entre municípios tratados e controles, os trabalhos fundamentados em técnicas de pareamento procuram reduzir o viés de seleção associado à distribuição não aleatória do crédito, mas normalmente assumem independência entre as unidades espaciais. Como ambos os problemas decorrem simultaneamente da natureza observacional dos dados e da própria dinâmica territorial do desenvolvimento industrial, sua análise isolada pode limitar a interpretação dos resultados. Nesse contexto se insere o presente estudo, que investiga a associação entre os desembolsos do BNDES e a participação da indústria no emprego formal dos municípios brasileiros (2002-2018), ao considerar conjuntamente desafios de seleção e de dependência espacial, mas reconhecendo os limites à identificação causal.

3. Metodologia

3.1 Dados e variáveis

A análise empírica fundamenta-se em um painel balanceado de dados em nível municipal para o período de 2002 a 2018, com 5.560 municípios, construído a partir de dados da RAIS e do IBGE. Para a construção do painel, foram excluídos os municípios criados durante o período analisado. A opção pelo recorte municipal permite explorar a variação intra-município ao longo do tempo e diferenças estruturais persistentes, ao evitar problemas de agregação excessiva que tendem a diluir padrões distributivos relevantes, o que permite incorporar características socioeconômicas e estruturais dos territórios, além de ampliar o conjunto de variáveis observáveis utilizadas para controlar potenciais fontes de viés de seleção e variáveis omitidas (REIFF; SANTOS; ROCHA, 2007). O período analisado, apesar de mudanças políticas e institucionais relevantes, preserva relativa continuidade nas diretrizes gerais de atuação do BNDES como instrumento de financiamento ao investimento produtivo.

A estrutura geral do modelo empírico pode ser representada pela equação (1):

$$vinc_{it} = \alpha + \beta desembolso_{it} + \mathbf{x}'_{it}\gamma + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

em que $vinc_{it}$ denota a participação da indústria no emprego formal do município i no período t ; $desembolso_{it}$ representa os desembolsos do BNDES para o setor industrial; $\mathbf{x}_{it}$ é o vetor de controles municipais (densidade populacional, capital humano, especialização e competição local); μ_i e λ_t capturam efeitos fixos de município e de tempo, respectivamente; e ε_{it} é o termo de erro idiossincrático.

Neste estudo, o desempenho industrial é mensurado pela participação da indústria no emprego formal municipal ($vinc$), utilizada como *proxy* da importância relativa da atividade industrial na estrutura produtiva local, sendo amplamente utilizada na literatura como indicador da dinâmica industrial e do emprego setorial (STIMSON *et al.*, 2006; CAMERON, 2005; GLAESER *et al.*, 1992; DIAMOND, SIMON, 1990), em log, construída a partir de dados da RAIS.

A variável de interesse (*desembolso*) corresponde aos desembolsos do BNDES direcionados à indústria. Foram agregados em nível municipal, segundo o local de execução dos projetos financiados, defasados em um ano e expressos como proporção do PIB local. Captura a intensidade econômica do crédito industrial no território local. Foi aplicada a transformação logarítmica para preservar observações com valor zero sem perda de informação amostral, com o objetivo de interpretar os coeficientes estimados como elasticidades, o que se mostra adequado diante da natureza cumulativa e dos efeitos de escala, difusão e aglomeração que caracterizam o desenvolvimento industrial regional.

O conjunto de variáveis de controle incorpora dimensões centrais da literatura de crescimento regional: (1) economias de aglomeração, mensuradas pela densidade populacional (*densidadep*), como a razão entre a população residente e a área territorial, em log, construída com dados do IBGE (NAKAMURA, 1985; HENDERSON, 1986); (2) capital humano, aproximado pela proporção dos vínculos formais com ensino superior completo na população (*capitalhu*), em nível (RAUCH, 1993; MORETTI, 2004); (3) especialização produtiva, capturada por um índice de concentração setorial à la Herfindahl (*diversific*), em nível, cálculo realizado a partir dos dados dos vínculos formais desagregados em nível CNAE 2.0 Grupo (ELLISON, GLAESER, 1997; COMBES, DURANTON, OVERMAN, 2005); (4) competição local, medida pela razão entre estabelecimentos e vínculos formais, normalizada pelo padrão nacional (*competicaol*), em log (HENDERSON *et al.*, 1995; BAUMGARDNER, 1988). Essa estrutura de variáveis busca controlar a associação de interesse, ao levar em conta os condicionantes estruturais locais que afetam simultaneamente a alocação do crédito e a dinâmica produtiva dos municípios, sem se desconsiderar seus possíveis problemas.

Deve-se destacar que os desembolsos não afetam diretamente a participação setorial relativa, mas influenciam as decisões de investimento das firmas beneficiárias, cujos efeitos podem se refletir na dinâmica econômica local. Portanto, entende-se que os coeficientes estimados devem ser interpretados como associações entre o financiamento e seus desdobramentos territoriais agregados, cuja magnitude pode variar conforme as características dos investimentos, das firmas e das economias locais.

3.2 Análise exploratória dos dados

A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis do estudo. Observa-se que *desembolso* exibe distribuição altamente assimétrica, com mediana zero, o que reflete a forte concentração do crédito público. Esse padrão é consistente com a natureza do financiamento de longo prazo e com a própria estrutura da indústria brasileira, caracterizada por elevada concentração espacial da atividade produtiva, como pode ser observado na forte assimetria apresentada pela variável *vinc*. O mesmo padrão é observado para as variáveis de controle.

Tabela 1 - Estatísticas Descritivas, 2002-2018.

Variáveis	n	Média	Desvio padrão	Mediana	Mín.	Máx.
<i>vinc</i>	84563	0,15	0,14	0,11	0,00009	0,69
<i>desembolso</i>	94690	0,45	0,92	0,00	0,00	9,66
<i>densidadep</i>	94610	3,22	1,43	3,19	-2,84	9,55
<i>capitalhu</i>	94690	0,01	0,01	0,01	0,00	0,35
<i>diversific</i>	94690	0,38	0,25	0,29	0,00	1,00
<i>competicaol</i>	94580	0,19	0,69	0,32	-4,13	3,56

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 2 apresenta a matriz de correlação. De forma geral, verifica-se correlação positiva entre *desembolso* e *vinc*, enquanto as correlações entre as variáveis de controle, bem como entre estas e a variável *desembolso*, apresentam magnitudes moderadas, o que justifica sua inclusão conjunta na especificação, apesar de se reconhecer os possíveis vieses causados por endogeneidade.

Tabela 2 - Matriz de Correlação

Variáveis	1	2	3	4	5	6
-----------	---	---	---	---	---	---

1. vinc	1,00					
2. desembolso	0,44	1,00				
3. densidadep	0,25	0,19	1,00			
4. capitalhu	0,19	0,23	0,29	1,00		
5. diversific	-0,44	-0,31	-0,27	-0,29	1,00	
6. competiacaol	-0,07	-0,02	-0,24	-0,07	-0,49	1,00

Fonte: Elaboração própria.

Entre 2002 e 2018, os desembolsos do BNDES voltados a projetos do setor industrial estiveram presentes em grande parte do território nacional, embora a maior parcela dos recursos tenha se concentrado em um número relativamente pequeno de municípios. Dos 5.570 municípios brasileiros existentes, entre 2002 e 2018, 3.950 (70,9%) receberam ao menos algum volume de desembolso voltado ao setor industrial no período, enquanto 1.620 (29,1%) não registraram recebimentos nesta modalidade. Esses resultados reforçam a distribuição assimétrica dos desembolsos no território. Entre os 5.570 municípios brasileiros, 48,71% registraram redução da participação industrial no emprego formal municipal (*vinc*) entre 2002 e 2018. Dentre os 3.950 municípios beneficiados, 52,5% registraram redução em *vinc*. Apesar da concentração territorial, os resultados descritivos mostram que os municípios beneficiados apresentaram o mesmo padrão de perda de participação da indústria, como observado na amostra completa.

3.3 Estratégia metodológica

A estratégia metodológica combina PSM, modelos espaciais com efeitos fixos bidimensionais e exercícios de *event study*. O PSM restringe a análise a municípios com características observáveis semelhantes quanto à probabilidade de recebimento de desembolsos, enquanto os modelos SAR e SDM com efeitos fixos incorporam a dependência espacial entre os municípios e controlam a heterogeneidade não observada invariante no tempo, o que permite estimativas mais consistentes na presença de autocorrelação espacial. Por fim, com o *event study*, examina-se a dinâmica temporal da associação entre maior exposição aos desembolsos e a participação da indústria.

Inicialmente, são realizados testes diagnósticos para avaliar a adequação das especificações econométricas, o que inclui a presença de heterocedasticidade, dependência espacial, efeitos individuais em painel e a escolha entre efeitos fixos e aleatórios. Em seguida, foram estimados modelos SAR e SDM sem qualquer procedimento prévio de pareamento, como um resultado de referência (*baseline*).

O período de pré-tratamento foi definido com base na ocorrência de desembolsos industriais do BNDES no período de 2002 a 2004. Para estimar o PSM, utilizaram-se as características observáveis dos municípios medidas nesse período, sintetizadas por suas médias, de modo a caracterizar as condições prévias à comparação entre municípios tratados e controles. Escolheu-se a média de 2002 a 2004 para definir o tratamento a fim de reduzir a influência de um evento isolado em um único ano e identificar municípios expostos ao crédito no período inicial.

O PSM foi estimado por meio de um modelo de regressão logística, ao utilizar como covariáveis a *densidadep*, *capitalhu*, *diversific*, *competicaol*, o valor inicial de *vinc* e as coordenadas geográficas dos municípios (centroídes), de forma a incorporar parcialmente a proximidade espacial já na etapa de pareamento e aumentar a comparabilidade entre municípios próximos geograficamente. Foram avaliados quatro algoritmos de pareamento (Nearest Neighbor Matching, Optimal Matching, Full Matching e Caliper Matching), em que a seleção da estratégia de pareamento utilizada nas estimações foi baseada na comparação do desempenho desses métodos quanto à qualidade do balanceamento das covariadas e à preservação do tamanho amostral efetivo.

Adota-se o ano de 2004 como marco temporal relevante, com base nas mudanças nas políticas de empréstimo do BNDES ocorridas naquele período, em que houve uma redefinição de prioridades setoriais, na qual empresas de setores selecionados passaram a se qualificar para as taxas de juros anteriormente restritas a pequenas empresas, independentemente do seu porte (RIBEIRO; DE NEGRI, 2014; MACHADO, ROITMAN, 2015). Essa alteração, somada à mudança no limite de classificação de pequenas empresas ocorrida em 2002, gerou variação nas condições de acesso ao crédito subsidiado que não decorreu de decisões individuais das firmas ou municípios. Dessa forma, o ano de 2004 constitui um marco

institucional considerável para a análise da associação entre os desembolsos do BNDES e a participação da indústria. Não se trata, contudo, de pressupor exogeneidade ou um choque aleatório, mas de ancorar a investigação em um momento de transformação nas políticas do Banco.

Como estratégia principal, combina-se PSM e modelos SAR e SDM em painel com efeitos fixos bidimensionais. As especificações estimadas são:

Modelo autorregressivo espacial – SAR (equação 2):

$$\mathbf{y} = \rho \mathbf{W}\mathbf{y} + \beta \text{desembolso} + \mathbf{X}\boldsymbol{\gamma} + \mathbf{D}_{\mu}\boldsymbol{\mu} + \mathbf{D}_{\lambda}\boldsymbol{\lambda} + \boldsymbol{\varepsilon}, \boldsymbol{\varepsilon} \sim \mathcal{N}(0, \sigma^2 \mathbf{I}) \quad (2)$$

em que ρ é o parâmetro de autocorrelação espacial da variável dependente.

Modelo Durbin espacial – SDM (equação 3):

$$\mathbf{y} = \rho \mathbf{W}\mathbf{y} + \beta \text{desembolso} + \mathbf{X}\boldsymbol{\gamma} + \theta_b \mathbf{W}\mathbf{bndes} + \mathbf{W}\mathbf{X}\boldsymbol{\theta} + \mathbf{D}_{\mu}\boldsymbol{\mu} + \mathbf{D}_{\lambda}\boldsymbol{\lambda} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (3)$$

em que θ_b e $\boldsymbol{\theta}$ capturam os efeitos de transbordamento (*spillovers*) dos desembolsos e dos controles dos municípios vizinhos sobre o município i . O SDM é o modelo mais geral da família e permite recuperar efeitos diretos, indiretos e totais via decomposição das derivadas parciais (LESAGE; PACE, 2009).

Para a estimação, a matriz de distância inversa foi escolhida por permitir captar interações econômicas que diminuem gradualmente com a distância, sem restringir a conectividade apenas aos municípios limítrofes, característica particularmente importante para atividades industriais e fluxos econômicos regionais.

Complementarmente, estima-se um modelo de *event study*, precedido da verificação da hipótese de tendências paralelas, a fim de avaliar a dinâmica temporal das associações e fornecer evidências adicionais sobre a consistência da estratégia empírica adotada. Por fim, a estabilidade dos resultados é examinada por meio de um conjunto de exercícios de robustez. As estimações são reproduzidas para os modelos SEM e SLX, diferentes recortes regionais, temporais e setoriais, além de distintas definições da intensidade dos desembolsos. Adicionalmente, são realizados testes de sensibilidade ao critério de definição do grupo tratado, nos quais o limiar de desembolso médio é progressivamente elevado e o pareamento por escore de propensão e as estimações espaciais são refeitos para cada especificação.

4. Resultados

4.1 Testes

Com o objetivo de verificar a adequação das especificações econométricas, foram realizados testes de diagnóstico para a variável *vinc*. Os resultados, disponíveis mediante solicitação, indicam que, ao longo do período 2002–2018, as especificações apresentam evidências consistentes de heterocedasticidade, dependência espacial e heterogeneidade não observada, o que sustenta a estratégia empírica adotada.

O teste de Breusch-Pagan rejeita sistematicamente a hipótese nula de homocedasticidade em todos os anos analisados (p-valor = 2,2e-16). De forma complementar, o I de Moran aplicado aos resíduos ao quadrado indica heterocedasticidade espacial, enquanto o I de Moran calculado para as variáveis e para os resíduos dos modelos em painel apresenta valores positivos e estatisticamente significativos (p-valores ≈ 0), o que evidencia a presença de autocorrelação espacial persistente.

No contexto dos modelos em painel, o teste de Hausman rejeita a hipótese nula de consistência dos efeitos aleatórios, o que justifica a adoção de efeitos fixos, ao passo que as estimações com erros-padrão de Driscoll-Kraay preservam a significância dos principais coeficientes, inclusive da variável de interesse e reforçam a robustez dos resultados. Os testes de Multiplicadores de Lagrange rejeitam a hipótese de ausência de dependência espacial (p-valores < 2,2e-16), com predominância do LM robusto para defasagem espacial em relação ao LM robusto para erro espacial, o que pode indicar maior adequação de modelos que

incorporam interações espaciais entre municípios. Por fim, o teste LM de Breusch-Pagan para painel rejeita a hipótese de ausência de efeitos individuais, enquanto o teste de Baltagi confirma a presença de dependência espacial no painel (SLM1 significativo, p-valores ≈ 0).

Esses diagnósticos fornecem sustentação empírica para a utilização de modelos de painel com efeitos fixos e econometria espacial e indicam que especificações não espaciais seriam insuficientes para representar adequadamente a estrutura de associação territorial do desempenho industrial municipal.

4.2 Resultados sem pareamento (*baseline*)

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos a partir da estimação dos modelos SAR e SDM a partir de dados em painel com efeitos fixos bidimensionais sem pareamento. Para a amostra completa, o coeficiente de *desembolso* é positivo e estatisticamente significativo nas duas especificações (0,006) e com coeficiente positivo e significativo para *lag_desembolso* (0,007). No modelo SAR, o parâmetro espacial indica forte dependência espacial, enquanto no modelo SDM, em que a interpretação baseia-se nas associações diretas e indiretas derivadas da estrutura de dependência espacial, e não nos coeficientes estimados isoladamente, o coeficiente direto incorpora tanto a associação local dos desembolsos quanto os efeitos de retroalimentação espacial, o que indica que *desembolso* está associado a *vinc* do próprio município. O modelo também permite captar *spillovers* espaciais por meio das variáveis defasadas espacialmente, o que pode ser observado no coeficiente positivo e significativo de *lag_desembolso*.

Tabela 3: Resultados dos modelos espaciais, sem pareamento, 2002–2018.

	Brasil		Sul-Sudeste	Demais regiões	2002-2009	2010-2018
	SAR	SDM	SDM	SDM	SDM	SDM
desembolso	0,006*** (0,0002)	0,006*** (0,0004)	0,004*** (0,0002)	0,006*** (0,0004)	0,005*** (0,0003)	0,003*** (0,0002)
diversific	-0,18*** (0,002)	-0,28*** (0,002)	-0,24*** (0,004)	-0,16*** (0,003)	-0,14*** (0,003)	-0,18*** (0,003)
densidade	0,021*** (0,002)	-0,007*** (0,0005)	0,03*** (0,002)	0,03*** (0,003)	0,016*** (0,004)	0,04*** (0,003)
capitalhu	0,27*** (0,02)	-0,49*** (0,03)	-0,1*** (0,03)	0,38*** (0,04)	0,08 (0,05)	-0,07** (0,03)
competicaol	-0,03*** (0,001)	-0,14*** (0,001)	-0,13*** (0,002)	-0,0004 (0,001)	0,006*** (0,001)	-0,04*** (0,001)
λ	0,19*** (0,005)	0,48*** (0,004)	0,70*** (0,02)	0,57*** (0,01)	0,59*** (0,02)	0,4*** (0,02)
lag_desembolso		0,007*** (0,0007)	0,0006 (0,002)	0,006** (0,002)	0,01*** (0,002)	0,004** (0,001)
lag_diversific		0,09*** (0,004)	0,09 (0,05)	-0,02 (0,02)	0,08*** (0,02)	-0,01 (0,02)
lag_densidadep		0,005*** (0,0006)	-0,06*** (0,01)	-0,1*** (0,01)	-0,06*** (0,02)	-0,08*** (0,01)
lag_capitalhu		-0,087* (0,04)	-0,37* (0,17)	-0,27 (0,2)	0,39 (0,3)	-0,06 (0,2)
lag_competicao		0,086*** (0,002)	0,003 (0,02)	-0,04*** (0,006)	-0,03*** (0,007)	-0,02* (0,01)

Nota: Níveis de significância: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; . $p < 0,1$; sem símbolo $p \geq 0,1$. Os erros padrão encontram-se em parênteses e foram calculados por *bootstrap*. Utilizou-se uma matriz de distância inversa. Os coeficientes associados às defasagens espaciais capturam associações indiretas entre municípios vizinhos e não devem ser interpretados como efeitos marginais diretos.

Fonte: Elaboração própria.

Posteriormente, a análise foi desagregada por macrorregiões e recortes temporais, no intuito de avaliar a estabilidade dos resultados do SDM, ao verificar se o padrão de associação se mantém em diferentes contextos regionais e ao longo do tempo. Foram analisados dois recortes regionais: agregou-se as macrorregiões Sul e Sudeste em uma mesma amostra, enquanto outra foi criada com a agregação das macrorregiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Os resultados reforçam a associação positiva e

estatisticamente significativa encontrada, consistentes sob diferentes recortes regionais. Observa-se associação de maior magnitude nos municípios das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, embora as diferenças em relação ao Sul-Sudeste sejam reduzidas. Por recorte temporal, o modelo foi estimado para duas amostras: uma com os dados referentes ao período 2002-2009 e outra para 2010-2018. A estabilidade dos coeficientes ao longo do tempo reforça a robustez empírica da associação estimada, com pequenas diferenças para o resultado principal.

4.3 Resultados do pareamento

As Tabelas A1 e A2 apresentam, respectivamente, a comparação do balanceamento das covariadas e dos tamanhos amostrais obtidos pelos diferentes algoritmos de pareamento, com base na diferença padronizada de médias. Os resultados indicam que o Nearest Neighbor e o Optimal Matching preservam integralmente a amostra tratada, porém mantêm diferenças ajustadas relativamente elevadas entre tratados e controles para a maior parte das covariadas, o que é evidência de balanceamento insuficiente. O Full Matching reduz parcialmente esses desequilíbrios, sobretudo em relação à distância ao escore de propensão, mas apresenta desempenho heterogêneo entre as covariadas e uma expressiva redução do tamanho amostral efetivo (ESS), decorrente da concentração dos pesos em um subconjunto de observações.

Em contraste, o Caliper Matching (0,1) reduz de forma consistente as diferenças ajustadas de todas as covariadas para valores próximos de zero, o que indica elevada comparabilidade entre os grupos pareados. Embora essa estratégia implique o descarte de observações fora da região de suporte comum, a amostra remanescente preserva dimensão suficiente para as estimações subsequentes. A existência de suporte comum garante que cada município tratado possua pelo menos um município controle observacionalmente semelhante, o que evita extrapolações fora da região de sobreposição das distribuições do propensity score. Ao considerar conjuntamente a qualidade do balanceamento e a manutenção de um tamanho amostral efetivo adequado, o Caliper Matching (0,1) foi adotado como estratégia principal de pareamento nas análises econométricas apresentadas neste estudo.

4.4 Resultados de PSM espacial combinado com modelos espaciais de efeitos fixos

A Tabela 4 apresenta os resultados das diferentes especificações de econometria espacial estimadas sobre a amostra pareada. Em todas as especificações, *desembolso* mantém associação positiva e estatisticamente significativa com *vinc* em nível municipal no período 2002-2018. Essa estabilidade sugere que a associação observada não decorre da especificação espacial adotada e permanece consistente após o controle simultâneo do viés de seleção e da dependência espacial.

Tabela 4: Resultados de PSM com modelos espaciais com efeitos fixos bidimensionais (2002-2018).

	SAR	SEM	SDM	SLX
desembolso	0,006*** (0,0004)	0,006*** (0,0004)	0,006*** (0,0004)	0,006*** (0,0009)
λ	0,49*** (0,02)		0,47*** (0,02)	
ρ		0,49*** (0,02)		
lag_desembolso			0,003 (0,002)	0,01* (0,004)

Nota: Níveis de significância: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; . $p < 0,1$; sem símbolo $p \geq 0,1$. Os erros padrão encontram-se em parênteses e foram calculados por *bootstrap*. Utilizou-se uma matriz de distância inversa. Todas as especificações incluem o conjunto completo de variáveis de controle descritas na seção metodológica, cujos coeficientes não são reportados nesta tabela.

Fonte: Elaboração própria.

A decomposição dos impactos espaciais, apresentada na Tabela 5, evidencia que a associação não se restringe aos municípios diretamente beneficiados, mas estende-se também aos municípios vizinhos por meio de efeitos indiretos. Tanto nos resultados do SAR quanto do SDM, observa-se uma associação direta positiva, em que o aumento de 1% em *desembolso* está associado a um aumento de 0,006% em *vinc* no

próprio município, em média. Com relação à associação indireta, o aumento de 1% em *desembolso* está associado a um aumento de 0,005% em *vinc* nos municípios vizinhos ligados pela mesma estrutura espacial. Esses resultados são compatíveis com os mecanismos de transbordamento relacionados à integração produtiva regional, aos encadeamentos intermunicipais e à difusão dos efeitos da atividade econômica.

Tabela 5: Resultados dos impactos diretos, indiretos e totais dos modelos SAR e SDM, 2002-2018.

	SAR			SDM		
	Direto	Indireto	Total	Direto	Indireto	Total
Impacto	0,006	0,005	0,011	0,006	0,005	0,011

Nota: Utilizou-se uma matriz de distância inversa. Todas as especificações incluem o conjunto completo de variáveis de controle descritas na seção metodológica, cujos coeficientes não são reportados nesta tabela.

Fonte: Elaboração própria.

Portanto, os resultados da decomposição dos impactos espaciais mostram que a consideração explícita da estrutura espacial amplia a magnitude da associação de interesse. Em termos econômicos, o aumento de 1% em *desembolso* acarretou, em média, a um acréscimo de 0,011% em *vinc* no sistema espacial como um todo, no período 2002-2018. Esses achados indicam que os desembolsos estão associados não apenas ao fortalecimento da atividade industrial dos municípios que recebem diretamente os recursos, mas também em localidades vizinhas, o que reforça a importância da dimensão territorial na avaliação de políticas públicas de crédito direcionado.

A fim de investigar a estabilidade dos resultados em diferentes contextos territoriais e temporais, novas estimações de SDM são apresentadas na Tabela 6. Para tanto, a estratégia foi reproduzida para as macrorregiões Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste. Para avaliar a sensibilidade da definição do período de pré-tratamento, apresenta-se também especificações alternativas que utilizaram diferentes anos de referência (2009 e 2013), com o objetivo de verificar se a associação estimada permanece consistente sob especificações alternativas do pareamento.

Tabela 6: Resultados adicionais de PSM com modelos SDM com efeitos fixos bidimensionais (2002-2018).

	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	2002-2009	2002-2013
desembolso	0,01**	0,0009	0,005***	0,004***	0,006***	0,006***	0,004***
	(0,003)	(0,001)	(0,0006)	(0,0006)	(0,001)	(0,0004)	(0,0005)
lag desembolso	0,012	0,02***	0,008	0,01	0,003	0,005*	0,001
	(0,007)	(0,006)	(0,005)	(0,005)	(0,005)	(0,002)	(0,003)
lambda	0,07***	0,01***	0,34***	0,17**	0,27***	0,43***	0,38***
	(0,04)	(0,05)	(0,05)	(0,06)	(0,04)	(0,02)	(0,02)

Nota: Níveis de significância: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; . $p < 0,1$; sem símbolo $p \geq 0,1$. Os erros padrão encontram-se em parênteses e foram calculados por *bootstrap*. Utilizou-se uma matriz de distância inversa. Todas as especificações incluem o conjunto completo de variáveis de controle descritas na seção metodológica, cujos coeficientes não são reportados nesta tabela.

Fonte: Elaboração própria.

Exceto para o Nordeste, em que o coeficiente principal foi muito pequeno e não apresentou significância estatística, as demais macrorregiões seguiram o padrão observado para a amostra completa. Em geral, embora se observe alguma variação entre as macrorregiões, todas apresentam associações positivas e estatisticamente significativas, com magnitudes próximas à estimada para o conjunto do país, o que sugere que o padrão encontrado não se restringe a uma região específica.

Ao tomar os anos de 2009 e 2013 como referências para a definição do tratamento, a fim de avaliar a estabilidade das associações ao longo do tempo, observa-se que as estimativas também permaneceram positivas e estatisticamente significativas em todas as especificações. Os coeficientes seguem o mesmo padrão da estimativa principal, o que sugere que a associação estimada é pouco sensível à escolha da janela utilizada para o pareamento e reforça a estabilidade dos resultados obtidos.

Até aqui os resultados do modelo *baseline* e da estratégia PSM espacial apontam para um mesmo padrão empírico: uma associação positiva, estatisticamente significativa e estável entre *desembolso* e *vinc*, mesmo após o balanceamento das características observáveis entre os municípios por meio do pareamento e do controle de dependência espacial. A estabilidade dos coeficientes sugere que a associação estimada

não é substancialmente alterada pela construção de grupos observacionalmente comparáveis, o que confere maior credibilidade empírica aos resultados. Além disso, esse resultado sugere que a associação se manifesta de forma relativamente homogênea entre as macrorregiões brasileiras e estável no período analisado.

Posteriormente, restringiu-se a amostra para a indústria de transformação, com o objetivo de isolar o núcleo manufatureiro da indústria brasileira. Embora a análise principal tenha considerado o setor industrial em sua definição ampla, é fundamental testar a sensibilidade dos resultados a um recorte mais restrito e teoricamente mais coerente com o escopo das políticas avaliadas. Para tal, foi utilizada a participação da indústria de transformação no emprego formal (*vinctrans*), em nível municipal e em log (2002-2018).

Os resultados, apresentados na Tabela 7, reproduzem o padrão observado para a indústria agregada. Em todas as especificações espaciais, os desembolsos mantêm associação positiva e estatisticamente significativa com *vinctrans*, com coeficientes de magnitude bastante semelhante aos obtidos nas estimações principais.

Tabela 7: Resultados de PSM com modelos espaciais com efeitos fixos bidimensionais para a indústria de transformação, 2002-2018.

	vinctrans	
	SAR	SDM
desembolso	0,005*** (0,0004)	0,005*** (0,0004)
lag_desembolso		0,006** (0,002)
λ	0,52*** (0,01)	0,49*** (0,02)

Nota: Níveis de significância: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; . $p < 0,1$; sem símbolo $p \geq 0,1$. Os erros padrão encontram-se em parênteses e foram calculados por *bootstrap*. Utilizou-se uma matriz de distância inversa. Todas as especificações incluem o conjunto completo de variáveis de controle descritas na seção metodológica, cujos coeficientes não são reportados nesta tabela.

Fonte: Elaboração própria.

No modelo SDM, diferente do resultado para a indústria como um todo, *lag_desembolso* apresenta coeficiente positivo e estatisticamente significativo, o que sugere que parte dessa associação se propaga entre municípios vizinhos. Adicionalmente, os parâmetros de dependência espacial permanecem positivos, o que corrobora a relevância da estrutura espacial mesmo quando a análise é restrita ao segmento manufatureiro. Esses resultados indicam que as associações identificadas para a indústria como um todo não são determinadas pela composição setorial do agregado industrial e permanecem presentes quando a análise é concentrada no núcleo do setor industrial.

4.4.1 Exercícios de robustez

4.4.1.1 Análise por Intensidade do Desembolso

Como um primeiro exercício de robustez, investigou-se se a associação entre *desembolso* e *vinc* varia conforme a intensidade do tratamento. Para tanto, os municípios tratados foram classificados em três grupos de intensidade (baixa, média e alta), com base nos tercís da distribuição de *desembolso* em cada ano. Os resultados SAR e SDM são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Resultados das Estimções segundo a Intensidade dos Desembolsos Industriais, 2002-2018.

	SAR			SDM		
	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
desembolso	0,002*** (0,0004)	0,002*** (0,0003)	0,001** (0,0003)	0,002*** (0,0004)	0,002*** (0,0003)	0,0009* (0,0003)
lag_desembolso				0,001 (0,002)	0,002 (0,001)	0,002 (0,002)
λ	0,33***	0,41***	0,43***	0,33***	0,4***	0,42***

	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)	(0,02)
Nota: Níveis de significância: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; . $p < 0,1$; sem símbolo $p \geq 0,1$. Os erros padrão encontram-se em parênteses e foram calculados por <i>bootstrap</i> . Utilizou-se uma matriz de distância inversa. Todas as especificações incluem o conjunto completo de variáveis de controle descritas na seção metodológica, cujos coeficientes não são reportados nesta tabela.						
Fonte: Elaboração própria.						

Tanto para o SAR quanto para o SDM, os coeficientes mostraram-se positivos e estatisticamente significativos em todos os tercís de intensidade, com magnitudes muito próximas para os tercís baixo e médio, mais baixas para o alto. Portanto, a associação observada não decorre apenas dos municípios que receberam volumes muito elevados de crédito, uma vez que o padrão aparece também entre municípios com baixa e média intensidade de *desembolso*. Esse resultado confere robustez adicional à evidência principal, ao mostrar esse padrão de estabilidade.

4.4.1.2 Análise por Percentis de Pareamento

O segundo exercício de robustez avalia a sensibilidade dos resultados à definição do grupo de tratamento. Para isso, as estimações foram reproduzidas a partir de diferentes limiares de desembolso médio, definidos por sucessivos percentis da distribuição dos desembolsos entre os municípios que receberam recursos do BNDES. Em cada especificação, o grupo tratado foi redefinido considerando apenas os municípios cujo desembolso médio superou o respectivo ponto de corte, com posterior reestimação do pareamento por escore de propensão e dos modelos espaciais. Esse procedimento permite verificar se os resultados permanecem estáveis quando o critério de classificação dos municípios tratados se torna progressivamente mais restritivo. Os resultados são reportados na Tabela 9.

Tabela 9: Resultados de SDM da análise por percentis de pareamento (2002-2018).

Percentil	50%	60%	70%	75%	80%	90%
desembolso	0,001*** (0,0003)	0,0008* (0,0004)	0,002*** (0,0004)	0,0009* (0,0004)	0,0005 (0,0005)	-0,0009 (0,0007)
λ	0,46*** (0,02)	0,44*** (0,02)	0,38*** (0,02)	0,28*** (0,02)	0,36*** (0,02)	0,19*** (0,03)
lag_desembolso	0,006*** (0,002)	0,003 (0,002)	0,002 (0,002)	0,003* (0,002)	0,003 (0,002)	0,003 (0,002)

Nota: Níveis de significância: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; . $p < 0,1$; sem símbolo $p \geq 0,1$. Os erros padrão encontram-se em parênteses e foram calculados por *bootstrap*. Utilizou-se uma matriz de distância inversa. Todas as especificações incluem o conjunto completo de variáveis de controle descritas na seção metodológica, cujos coeficientes não são reportados nesta tabela.

Fonte: Elaboração própria.

Os coeficientes permaneceram positivos e significativos até o percentil 75%, o que sugere que a associação permanece estatisticamente significativa nos percentis mais restritivos de pareamento. No entanto, perderam significância nos percentis 80% e 90%, justamente nos percentis que admitem uma amostra menor e pares progressivamente menos semelhantes. Em geral, embora apresentem magnitudes inferiores aos resultados principais, a associação observada não é sensível à qualidade do pareamento.

4.5 Exercícios de Event Study

Como etapa preliminar ao exercício de *event study*, verifica-se a hipótese de tendências paralelas entre municípios tratados e controles a partir de um teste de resíduos e de Wald conjunto. Os resultados são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10: Teste de diferenças pré-tratamento (2002–2004) entre municípios tratados e controles.

Teste de Resíduos	
	vinc
Intercepto	0,006* (0,003)
tratamento	0,008

	(0,004)
R ²	0,002
R ² Ajustado	0,001
Estatística F	3,7
P-valor (F)	0,05
Teste de Wald – 2002-2003 (período pré-tratamento)	
Estatística F	3,54
P-valor	0,06
Graus de Liberdade	1, 2041

Nota: Níveis de significância: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; . $p < 0,1$; sem símbolo $p \geq 0,1$. Os erros padrão encontram-se em parênteses e foram calculados por *bootstrap*. Utilizou-se uma matriz de distância inversa.

Fonte: Elaboração própria.

No teste baseado na regressão dos resíduos, o coeficiente associado à variável de tratamento não se mostra estatisticamente significativo, o que indica ausência de diferenças sistemáticas nas tendências pré-tratamento entre os grupos. De forma consistente, o teste F para significância conjunta também não rejeita a hipótese nula de tendências paralelas. Essa evidência é corroborada pelo teste de Wald realizado para o período pré-tratamento de 2002-2003, cujos resultados igualmente não rejeitam a hipótese nula de inexistência de diferenças entre tratados e controles antes de 2004, o que sinaliza que os municípios tratados e de controle partiram de condições muito semelhantes antes do tratamento.

A Tabela 11 reúne os resultados do exercício de event study e do diff-in-diff, com especificações não-espacial e espacial por SDM. Os resultados não evidenciam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos tratado e controle nos anos anteriores ao tratamento, uma vez que os coeficientes estimados para o período pré-tratamento não são estatisticamente significativos tanto no modelo não-espacial quanto no espacial. Este padrão sugere a ausência de tendências divergentes antes da intervenção, o que reforça a plausibilidade da hipótese de tendências paralelas.

Tabela 11: Resultados de Event Study, diff-in-diff e placebo (2002-2018).

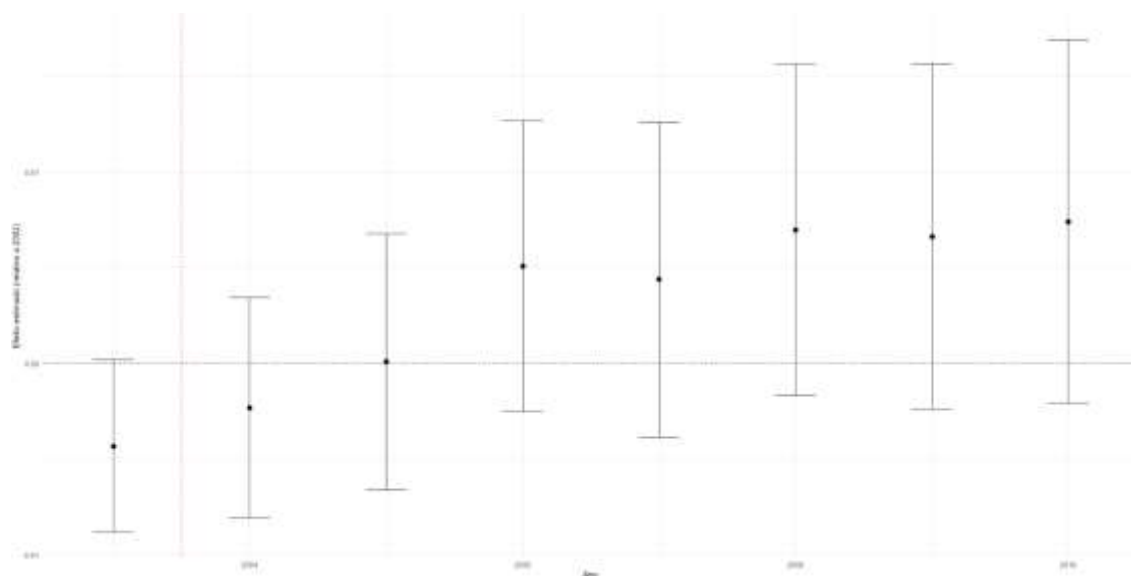
Event Study			
	Não-espacial	Espacial (SDM)	
		Direto	Indireto
2003	-0,004 (0,002)	-0,004 (0,003)	0,022 (0,01)
2004	-0,002 (0,003)	-0,002 (0,003)	-0,01 (0,01)
2005	0,0001 (0,003)	0,0007 (0,003)	-0,0008 (0,01)
2006	0,005 (0,004)	0,005 (0,003)	-0,003 (0,01)
2007	0,004 (0,004)	0,005 (0,003)	-0,03* (0,01)
2008	0,007 (0,004)	0,008* (0,003)	0,007 (0,01)
2009	0,007 (0,005)	0,007* (0,003)	-0,002 (0,01)
2010	0,007 (0,005)	0,007** (0,002)	0,001 (0,005)
Diff-in-Diff Não-Espacial		Diff-in-Diff Espacial (SDM)	
Período_pos	0,008*** (0,002)	0,008*** (0,002)	
interação	-0,0002 (0,002)	-0,0002 (0,002)	
λ		0,53*** (0,01)	
Placebo			
Falso_trat	-0,003 (0,002)		

Nota: Níveis de significância: *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; . $p < 0,1$; sem símbolo $p \geq 0,1$. Os erros padrão são clusterizados por município encontram-se em parênteses. A tabela reporta os resultados das estimações em painel, com efeitos fixos municipais e temporais, apenas para os coeficientes da variável de interesse (*desembolso*).

Fonte: Elaboração própria.

No período pós-tratamento, os coeficientes estimados tornam-se positivos a partir de 2006, mas nenhum deles apresenta significância estatística no modelo não-espacial. Essa dinâmica pode ser observada na Figura 1. No modelo espacial, observam-se coeficientes diretos significativos em 2008, 2009 e 2010, o que sugere que, após controlar pela dependência espacial, há evidências de associação positiva a partir de 2008 no próprio município beneficiado. Esse resultado condiz com a natureza dos projetos financiados pelo BNDES e da estrutura do mercado de trabalho formal. Os coeficientes indiretos não são significativos na maioria dos anos, com exceção de 2007, mas sem corresponder a um padrão no período analisado.

Figura 1: Event study: associação entre desembolsos do BNDES e participação da indústria no emprego formal (vinc) – PSM não espacial (2002–2018).



Nota: Coeficientes do *event study* para *vinc*. As barras verticais representam intervalos de confiança de 95%. O ano de 2004 é o período de referência ($t=-1$). Os coeficientes do período pré-tratamento (2002-2003) são próximos de zero e estatisticamente não significativos, o que indica trajetórias comparáveis entre tratados e controles antes do tratamento. A partir de 2004, observa-se trajetória ascendente dos coeficientes, com associação positiva e crescente, apesar de não estatisticamente significativas.

Fonte: Elaboração própria.

Por sua vez, os resultados de diff-in-diff indicam que não há evidência de uma associação média constante em todo o período pós-tratamento. Isso dialoga com o exercício de event study, que mostrou que essa ausência de associação média persistente não impede a ocorrência de associações positivas em anos específicos, particularmente entre 2008 e 2010 no modelo espacial, o que sugere uma natureza temporária e defasada do impacto da política de desembolsos, em vez de permanentes. Nenhum desses investimentos gera emprego imediatamente. Há um período de implantação até que a produção aumente e novas contratações ocorram. Portanto, encontrar significância apenas quatro ou cinco anos após 2004 é compatível com essa defasagem.

Por fim, o teste de placebo não apresentou coeficiente estatisticamente significativo, o que reforça a evidência de que os municípios comparados apresentavam condições semelhantes antes do tratamento. Este resultado reduz a possibilidade de que as estimativas reflitam diferenças preexistentes entre os grupos ou especificações espúrias do modelo e confere maior consistência às associações identificadas no período de análise.

Com o propósito de verificar a robustez da estratégia metodológica em diferentes contextos regionais, estimaram-se o teste de Wald e o teste de placebo. A análise regional não tem como objetivo comparar a magnitude das associações entre as regiões, mas verificar se a consistência do desenho empírico se mantém em diferentes recortes geográficos. Os resultados, apresentados na Tabela 12, indicam que a

hipótese de tendências paralelas não é rejeitada em nenhuma das regiões ao nível de 5% de significância, conforme evidenciado pelo teste de Wald. De forma semelhante, o teste de placebo não identificou evidências de diferenças prévias entre tratados e controles, com exceção da região Sul, onde o coeficiente foi estatisticamente significativo. Esses resultados reforçam a validade do desenho empírico para a amostra agregada.

Tabela 12: Teste de Wald e placebo, por região, 2002-2018.

	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Sul-Sudeste	Demais
Wald	0,3490	0,3546	0,5718	0,0892	0,3025	0,3871	0,4730
Placebo	0,7992	0,4049	0,3376	0,0234	0,0703	0,2814	0,8654

Nota: Para o teste de Wald, apresenta-se o p-valor da hipótese nula de que o coeficiente do período pré-tratamento (2003) é igual a zero. Para o teste de placebo, apresenta-se o p-valor da hipótese nula de que um tratamento falso em 2003 não tem efeito. Os p-valores foram calculados por *bootstrap*. Utilizou-se uma matriz de distância inversa.

Fonte: Elaboração própria.

Os exercícios de event study e diff-in-diff complementam a estratégia empírica ao avaliar a dinâmica temporal da associação estimada e a plausibilidade do desenho metodológico. A ausência de evidências de tendências divergentes no período pré-tratamento, corroborada pelos testes de tendências paralelas e pelo placebo, reforça a comparabilidade entre municípios tratados e controles. Esses resultados não estabelecem relações causais, mas conferem maior consistência à interpretação de que as associações identificadas pelos modelos espaciais não decorrem de diferenças pré-existentes entre os municípios comparados.

5. Discussão

Os resultados obtidos ao longo do artigo revelam uma associação positiva e estatisticamente robusta entre os desembolsos do BNDES e a participação da indústria no emprego formal, em nível municipal. Em média, o aumento de 1% nos desembolsos está associado a um aumento de aproximadamente 0,006% na participação da indústria no emprego formal do município recebedor e de 0,005% nos municípios ligados pela mesma estrutura espacial, o que resultou em uma associação total próxima de 0,01% dentro do sistema espacial, no período de 2002 a 2018. Embora o diff-in-diff não identifique uma associação média constante ao longo do período pós-tratamento, o event study espacial evidencia que a associação positiva observada nos modelos principais torna-se estatisticamente significativa apenas nos anos posteriores ao tratamento. No município beneficiado, um aumento de 1% nos desembolsos está associado, em média, a um incremento em *vinc* de aproximadamente 0,008% em 2008 e de 0,007% em 2009 e 2010. Esse padrão é compatível com a natureza dos investimentos produtivos financiados pelo BNDES, cujos efeitos tendem a se materializar de forma gradual. Em contraste, o event study espacial não identificou evidências consistentes de transbordamentos ao longo da trajetória temporal, uma vez que os coeficientes indiretos permaneceram, em sua maioria, estatisticamente não significativos. Em conjunto, a convergência dos resultados obtidos por diferentes estratégias empíricas reduz a probabilidade de que a associação estimada decorra de uma especificação particular ou de uma escolha metodológica específica.

Apesar de os resultados apontarem que o crédito público está associado ao fortalecimento relativo da indústria em nível local, a análise dos coeficientes médios revela magnitudes moderadas, o que indica que o financiamento estatal atua como fator complementar, e não como determinante isolado da dinâmica industrial municipal. Esse resultado é consistente com a literatura de economia regional, segundo a qual os efeitos das políticas de desenvolvimento dependem das capacidades produtivas previamente existentes nos territórios.

Ademais, apesar de as magnitudes estimadas serem relativamente modestas, isso não implica ausência de relevância econômica da política de desembolsos no período 2002-2018, uma vez que os coeficientes refletem associações observadas em processos estruturais de longo prazo e em um universo altamente heterogêneo de municípios. Magnitudes aparentemente pequenas são esperadas em modelos com efeitos fixos aplicados a indicadores agregados referentes à estrutura produtiva, nos quais grande parte da heterogeneidade entre municípios é absorvida pelos efeitos fixos e a identificação decorre da variação intra-município ao longo do tempo.

Além disso, o impacto de uma política de crédito tende a se materializar de forma incremental e cumulativa ao longo do tempo, o que faz com que pequenas elasticidades anuais possam representar mudanças econômicas relevantes quando acumuladas em centenas de municípios e vários anos. Embora os desembolsos industriais tenham alcançado grande parte do território brasileiro, a maioria desses municípios apresentou redução da participação da indústria no emprego formal ao longo do período analisado. Esse resultado sugere que a atuação do BNDES não foi suficiente para reverter a tendência nacional de perda relativa da indústria, mas esteve associada a um desempenho relativamente mais favorável dos municípios beneficiados.

Esses resultados dialogam com a literatura, apesar de que a maioria dos estudos territoriais sobre a efetividade dos desembolsos do BNDES tenha focado no PIB municipal. A estabilidade dos resultados por recorte regional avança com o estudo de Ehrl *et al.* (2020), que identificaram o papel dos desembolsos nos municípios pequenos e com menor oferta de crédito privado. Da mesma forma, a constatação da natureza dessa associação como modulada pela estrutura produtiva local contribui com os resultados de Galeano e Feijó (2012). Por fim, o uso de PSM permitiu dialogar com os trabalhos de Burns (2012), Wegelin (2014) e Zanchi (2019), que encontraram uma associação positiva e robusta entre desembolsos e PIB municipal. Por fim, avança-se nos resultados espaciais de Silva Filho *et al.* (2023), Silva Filho (2024), Teixeira e Nogueira (2024) e Orsolin e Nogueira (2025), ao fortalecer as evidências de dependência espacial e de transbordamentos.

6. Considerações Finais

Este artigo analisou a associação entre os desembolsos do BNDES voltados a projetos do setor industrial e a participação da indústria no emprego formal, em nível municipal, no período 2002-2018, na tentativa de integrar duas agendas metodológicas que, em geral, são desenvolvidas de forma independente: o controle do viés de seleção por meio do PSM e a incorporação da dependência espacial por meio de modelos de econometria espacial em painel. Partiu-se da hipótese de que, mesmo após o controle da comparabilidade observacional entre municípios e da heterogeneidade não observada invariável no tempo, os desembolsos permaneceriam associados a participação da indústria e poderiam produzir implicações que extrapolassem os limites territoriais dos municípios diretamente beneficiados.

Os resultados obtidos corroboram essa hipótese. Em todas as especificações econométricas estimadas, os desembolsos apresentaram associação positiva e estatisticamente significativa com a participação da indústria no emprego formal. Em termos econômicos, no período 2002-2018, um aumento de 1% nos desembolsos está associado a um aumento total aproximado de 0,011% na participação da indústria no emprego formal no sistema espacial. A consistência dos resultados entre os diferentes modelos espaciais evidencia que esse padrão permanece estável sob distintas formas de modelagem da dependência espacial. A decomposição dos impactos indica, ainda, que parte dessa associação se manifesta por meio de efeitos indiretos, compatíveis com mecanismos de integração produtiva, encadeamentos intermunicipais e difusão espacial da atividade econômica.

Os diversos exercícios de robustez reforçaram a estabilidade desse padrão empírico, uma vez que as associações permaneceram consistentes em diferentes recortes regionais, temporais, níveis de intensidade do tratamento, graus de comparabilidade entre municípios tratados e controles e quando a análise foi restrita à indústria de transformação. De forma complementar, os exercícios de event study e diff-in-diff não identificaram evidências de trajetórias divergentes entre municípios tratados e controles antes do tratamento, enquanto o event study espacial mostrou que a associação positiva observada nos modelos principais emerge apenas nos anos posteriores a 2004, resultado compatível com a maturação gradual dos investimentos produtivos financiados pelo BNDES.

Esses resultados contribuem para a literatura ao evidenciar que a avaliação de políticas de crédito direcionado pode ser enriquecida quando o controle da seleção observável é combinado com a modelagem explícita da dependência espacial. Sob essa perspectiva, a dimensão territorial deixa de representar apenas uma fonte de viés econométrico e passa a constituir um elemento substantivo para compreender a difusão dos efeitos associados ao crédito público. Ao deslocar a análise para o nível municipal e explorar simultaneamente associações diretas e indiretas, o estudo amplia a compreensão acerca da atuação

territorial do BNDES. No entanto, os resultados devem ser interpretados à luz das limitações inerentes aos dados observacionais. Como agenda para pesquisas futuras, além de avançar em estratégia de inferência causal, destaca-se a possibilidade de aprofundar a investigação dos mecanismos pelos quais os efeitos espaciais se propagam entre os municípios e na análise de políticas e programas específicos.

7. Referências Bibliográficas

- ALVES, Patrick; BOTELHO, Davi; FERNANDES, Jessica. Avaliação de impacto dos financiamentos do BNDES sobre as firmas industriais brasileiras no período pós-crise. In: De Negri, B, C. Araújo & R. Bacette (Orgs.). **Financiamento do desenvolvimento no Brasil**, p. 316, 2018.
- ANTUNES, A.; CAVALCANTI, T. The effects of credit subsidies on development. **Economic Theory**, v. 58, n. 1, 2015.
- BACHILLER, Juan Vicente. Das Privatizações à Nova Estratégia de Desenvolvimento. A Trajetória do BNDES entre 1990 e 2010. **Desenvolvimento em Questão**, v. 14, n. 36, p. 5-30, 2016.
- BARBOZA, Ricardo de Menezes; FURTADO, Mauricio; GABRIELLI, Humberto. A atuação histórica do BNDES: o que os dados têm a nos dizer?. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 39, p. 544-560, 2019.
- CAPELLO, Roberta; NIJKAMP, Peter. **Handbook of regional growth and development theories**. Edward Elgar Publishing, 2009.
- EHRL, Philipp; PEREIRA, Greisson Almeida; ZANCHI, Vinicius Vizzotto. Crédito e crescimento regional no Brasil: O BNDES versus bancos privados e públicos. **Texto para Discussão**, No. 2573, Brasília, IPEA, 2020.
- GOMES, M.; VALLE, M. R. Do companies that benefit from development banks' funding invest more? New evidence from Brazil. **Economic Modelling**, v. 127, p. 106476, 2023.
- KRUGMAN, P. **Geography and Trade**, Cambridge, MA: MIT Press, 1991.
- LAZZARINI, S. G., MUSACCHIO, A., BANDEIRA-DE MELLO, R., & MARCON, R. (2015). What do state-owned development banks do? Evidence from BNDES, 2002–09. **World Development**, 66(February), 237–253. <http://dx.doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.08.016>
- MACHADO, Luciano; ROITMAN, Fábio Brenner. Os efeitos do BNDES PSI sobre o investimento corrente e futuro das firmas industriais. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, n. 44, p. 89-122, 2015.
- MORAIS, Rafael; DE NEGRI, João Alberto; MATTOS, Ludmilla. Impacto das ações do BNDES sobre emprego e produtividade da economia. **Ipea**. 2022.
- ORSOLIN, Felipe; NOGUEIRA, Mauro Oddo. Industrial policy and export productivity: Analysis by company size and microregions. **Panoeconomicus**, n. 00, p. 19-19, 2025.
- PETITINGA, Luiz Alberto Bastos; SANTOS, Reginaldo Souza. Fatores determinantes da disponibilidade municipal dos financiamentos do BNDES. **Revista Brasileira de Administração Política**, v. 12, n. 1, p. 64-109, 2019.
- REIFF, Luis Otavio de Abreu; SANTOS, Gustavo Antônio Galvão dos; ROCHA, Luís Henrique Rosati. Emprego formal, qualidade de vida e o papel do BNDES. 2007.
- RIBEIRO, E.; DE NEGRI, J. Public Credit Use and Manufacturing Productivity in Brazil, 2014.
- RODRIK, D. Premature deindustrialisation. **Journal of Economic Growth**, National Bureau of Economic Research, Journal of Economic Growth, 21, 1-33, 2015.
- Rodrik, D., 2004. Industrial Policy for the Twenty-First Century (November 2004). **CEPR Working Paper** No. 4767. Available at: SSRN: <https://ssrn.com/abstract=666808>.
- SILVA FILHO, Luís Abel *et al.* Fundos constitucionais e pib municipal: uma análise por painel espacial. **Enaber**, 2023.
- SILVA FILHO, Luís Abel; AZZONI, Carlos R.; CHAGAS, André Luis Squarize. O impacto do financiamento público sobre o PIB dos municípios do norte, nordeste e centro-oeste do Brasil. **Estudios económicos**, v. 41, n. 83, p. 70-92, 2025.
- TEIXEIRA, Felipe Orsolin; NOGUEIRA, Mauro Oddo. A Armadilha do paradoxo de tostines: financiamentos do BNDES por porte de empresas e seu potencial na transformação estrutural das microrregiões do Brasil. **Texto para Discussão**, 2024.

ANEXO

Tabela A 1: Comparação do Balanceamento das Covariadas (Diff. Adj.)

	Nearest	Caliper	Optimal	Full
Distância	1,2321	0,0603	1,2321	0,0045
densidadep	0,5564	-0,0338	0,5622	-0,0351
capitalhu	0,4291	-0,0033	0,4301	-0,4864
diversific	-0,8229	-0,1058	-0,8211	-0,2426
competicaol	-0,2566	0,055	-0,2599	0,132
vinc inicial	0,7574	0,0091	0,7548	0,1398

Nota: São reportadas as médias para cada grupo e o *standardized mean difference* (SMD) para cada uma das três variáveis de desfecho consideradas. Segue-se as seguintes metodologias testadas: na coluna (I), o pareamento foi realizado por Nearest Neighbor, na coluna (II) por Caliper (0,1), na coluna (III) por Optimal, e, por fim, na coluna (IV), usa-se Full Matching. Valores de SMD próximos a zero indicam bom equilíbrio entre os grupos.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela A 2: Comparação dos Tamanhos Amostrais

	Nearest	Caliper	Optimal	Full
All (ESS) Controle	3600	3600	3600	3600
All (ESS) Tratado	1970	1970	1970	1970
All (Unweighted) Controle	3600	3600	3600	3600
All (Unweighted) Tratado	1970	1970	1970	1970
Matched (ESS) Controle	1970	1023	1970	42,92
Matched (ESS) Tratado	1970	1023	1970	1970
Matched (Unweighted) Controle	1970	1023	1970	3600
Matched (Unweighted) Tratado	1970	1023	1970	1970
Unmatched Controle	1630	2577	1630	0
Unmatched Tratado	0	947	0	0

Nota: A tabela apresenta o número de municípios tratados e controles antes e após o pareamento para cada método de matching. ESS (Effective Sample Size) refere-se ao tamanho amostral efetivo resultante dos procedimentos de ponderação.

Fonte: Elaboração própria.