

Do Crédito ao Cuidado: Uma Avaliação Quase-Experimental do Fundo Constitucional do Norte (FNO) sobre a Mortalidade Infantil na Amazônia Brasileira

From Credit to Care: A Quasi-Experimental Evaluation of the Northern Constitutional Financing Fund (FNO) on Infant Mortality in the Brazilian Amazon

Del Crédito al Cuidado: Una Evaluación Cuasi-Experimental del Fondo Constitucional de Financiamiento del Norte (FNO) sobre la Mortalidad Infantil en la Amazonía Brasileña

Grupo temático GT12 - Avaliação de Políticas Públicas

Darcy Ramos da Silva Neto, Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Joubert Ryan da Silva Cavalcante, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

RESUMO

A mortalidade infantil é uma métrica sensível das desigualdades sociais e territoriais, especialmente em regiões periféricas como a Amazônia brasileira. Este estudo estima os efeitos dos repasses do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO) sobre a mortalidade infantil em municípios da região Norte entre 2000 e 2021. Utiliza-se uma abordagem de diferenças-em-diferenças dinâmicas com entradas e saídas escalonadas. Os resultados indicam que o recebimento de recursos do FNO está associado à redução média de até 8,6 óbitos por 100 mil habitantes, mesmo após controle por características sociodemográficas e características maternas. Efeitos mais pronunciados são observados em municípios de pequeno porte, onde os retornos marginais tendem a ser maiores. Análises espaciais adicionais revelam autocorrelação significativa (I de Moran = 0,462) e evidência robusta de formação de clusters locais: municípios vizinhos aos tratados também apresentam redução na mortalidade. Os achados sugerem que políticas de crédito produtivo regionalizado podem gerar externalidades positivas em saúde via efeito indireto, sobretudo quando alocadas em contextos de maior fragilidade institucional e territorial.

Palavras-chave: Desenvolvimento Regional Amazônico; Mortalidade Infantil; Avaliação de Impacto em saúde;

ABSTRACT

Infant mortality is a sensitive indicator of social and territorial inequality, particularly in peripheral regions such as the Brazilian Amazon. This study estimates the effects of transfers from the Northern Constitutional Financing Fund (FNO) on infant mortality in municipalities across Brazil's North Region between 2000 and 2021. A dynamic difference-in-differences approach with staggered entries and exits is employed. Results indicate that receiving FNO funding is associated with an average reduction of up to 8.6 infant deaths per 100,000 inhabitants, even after controlling for sociodemographic and maternal characteristics. More pronounced effects are observed in small municipalities, where marginal returns tend to be greater. Additional spatial analyses reveal significant autocorrelation (Moran's I = 0.462) and robust evidence of local cluster formation: neighboring municipalities also exhibit reductions in infant mortality. The findings suggest that regionally targeted productive credit policies can generate positive health externalities through indirect effects, especially when implemented in contexts of greater institutional and territorial vulnerability.

Keywords: Amazonia Regional Development; Infant Mortality; Health Impact Evaluation;

RESUMEN

La mortalidad infantil es un indicador sensible de las desigualdades sociales y territoriales, especialmente en regiones periféricas como la Amazonía brasileña. Este estudio estima los efectos de las transferencias del Fondo Constitucional de Financiamiento del Norte (FNO) sobre la mortalidad infantil en municipios de la región Norte de Brasil entre 2000 y 2021. Se utiliza un enfoque de diferencias-en-diferencias dinámicas con adopción y salida escalonadas del tratamiento. Los resultados indican que la recepción de recursos del FNO se asocia con una reducción promedio de hasta 8,6 muertes por cada 100.000 habitantes, incluso después de controlar por características sociodemográficas y atributos maternos. Se observan efectos más pronunciados en municipios pequeños, donde los retornos marginales tienden a ser mayores. Análisis espaciales adicionales muestran autocorrelación significativa (I de Moran = 0,462) y evidencia robusta de formación de clústeres locales: los municipios vecinos a los tratados también presentan reducciones en la mortalidad. Los hallazgos sugieren que las

políticas de crédito productivo regionalizado pueden generar externalidades positivas en salud mediante efectos indirectos, especialmente cuando se asignan en contextos de mayor fragilidad institucional y territorial.

Palabras clave: Desarrollo Regional Amazónico; Mortalidad Infantil; Evaluación de impacto en salud;

1. Introdução

Este artigo investiga o impacto do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO) sobre a taxa de mortalidade infantil nos municípios da Região Norte do Brasil. A partir de uma estratégia de diferenças em diferenças com tratamento escalonado de dados municipais entre 2000 e 2021, encontra-se que, nos anos em que os municípios foram tratados, a taxa de mortalidade infantil foi, em média, 8,6 mortes por 100 mil habitantes menor em relação aos anos sem repasse. O efeito é estatisticamente significativo, robusto à inclusão de controles socioeconômicos e maternos, e mais intenso entre municípios menos populosos, com até 25 mil habitantes.

A mortalidade infantil é um indicador sensível de vulnerabilidade social, refletindo acesso a saneamento, saúde básica, renda e políticas públicas (Victora et al., 2011; Santos & Noronha, 2019). Estudos anteriores apontam que programas redistributivos como o Bolsa Família e a expansão do SUS tiveram efeitos importantes na redução da mortalidade infantil no Brasil (Rocha & Soares, 2010; Rasella et al., 2013). No entanto, ainda há escassez de evidências sobre os efeitos sociais indiretos de instrumentos voltados ao crédito produtivo.

O FNO é um dos principais mecanismos de financiamento subsidiado do país para redução das desigualdades regionais na região Norte. Criado pela Constituição de 1988 e operacionalizado pelo Banco da Amazônia (BASA), oferece crédito de longo prazo a juros reduzidos, destinado a atividades produtivas prioritariamente em áreas de baixo dinamismo econômico. Entre 2000 e 2021, os valores liberados pelo FNO somaram aproximadamente R\$ 46 bilhões (a preços constantes de 2021), abrangendo praticamente todos os municípios da Região Norte.

Este artigo contribui à literatura ao estimar os efeitos do FNO sobre a mortalidade infantil e investigar se esses efeitos seguem padrões espaciais. A hipótese central é que políticas econômicas regionais — mesmo sem foco social direto — podem gerar efeitos indiretos significativos em contextos de vulnerabilidade. Municípios menos populosos e com baixa institucionalidade tendem a apresentar maior sensibilidade a choques estruturais (Cavalcanti & Ribeiro, 2021; Glaeser et al., 2004), o que pode amplificar os impactos locais de políticas como o crédito produtivo.

Adicionalmente, testa-se se os efeitos estimados se organizam em padrões territoriais significativos, utilizando estatísticas de autocorrelação espacial global e local (Anselin, 1995; Elhorst, 2014; Keele et al., 2020). A presença de clusters regionais de alta e baixa efetividade pode indicar a existência de externalidades espaciais, como observado em estudos sobre políticas de redução da pobreza e investimentos públicos em países em desenvolvimento (Elbers et al., 2004; Kelejian & Prucha, 1999).

Ao combinar microdados municipais, métodos quase-experimentais e análise espacial, este artigo contribui para a compreensão dos efeitos sociais de políticas econômicas regionais, com implicações para o desenho e a focalização de estratégias redistributivas em contextos de desigualdade territorial.

2. Histórico do Fundo Constitucional do Norte (FNO)

O Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO) é um dos principais instrumentos federais de financiamento para o desenvolvimento regional no Brasil. Criado pela Constituição Federal de 1988 (Art. 159, inciso I, alínea “c”) e regulamentado pela Lei nº 7.827/1989, o FNO integra o conjunto de fundos constitucionais de crédito regional, ao lado do FNE (Nordeste) e FCO (Centro-Oeste), e sua operacionalização é de responsabilidade exclusiva do Banco da Amazônia S.A. (BASA).

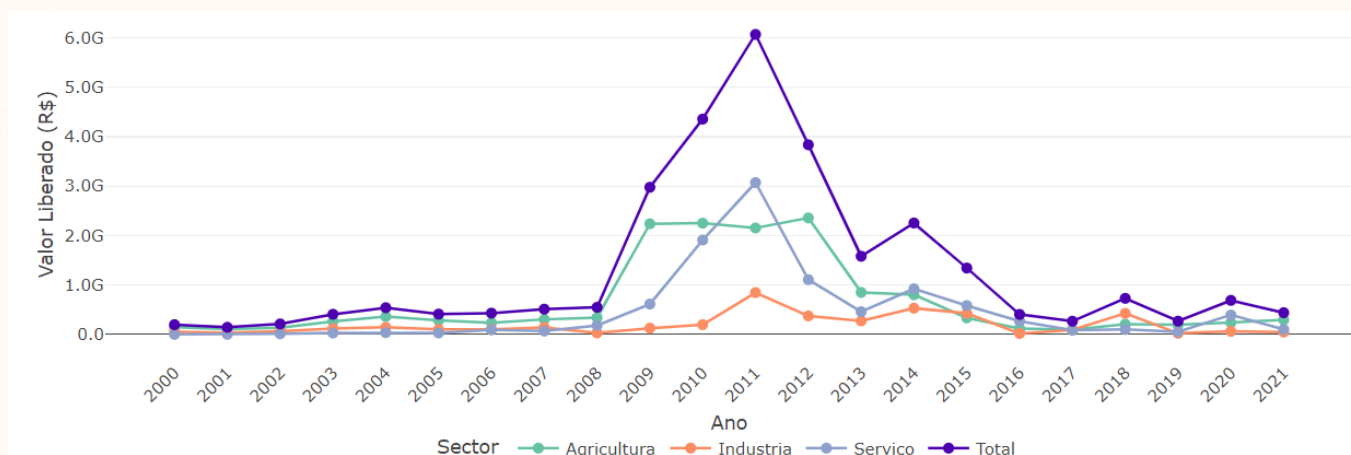
O fundo destina-se ao financiamento de atividades produtivas nos sete estados da Região Norte — Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins — com o objetivo declarado de promover crescimento econômico, reduzir desigualdades territoriais e fomentar a inclusão produtiva. A fonte de seus recursos corresponde a 0,6% da arrecadação líquida anual do Imposto de Renda (IR) e do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), conforme previsto na Constituição.

As operações de crédito do FNO são caracterizadas por juros subsidiados, prazos longos e condições diferenciadas de amortização, ajustadas ao porte do tomador e ao setor de atividade. O foco histórico da política inclui agricultura familiar, micro e pequenas empresas, agroindústria, infraestrutura logística e serviços. A distribuição regional e setorial dos recursos é orientada por Planos Anuais de Aplicação elaborados em parceria

com a Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) e o Ministério da Integração Nacional. Na prática, no entanto, o acesso efetivo aos recursos também depende da demanda local, da capacidade institucional de elaboração de projetos e da presença de infraestrutura financeira, o que gera assimetrias territoriais relevantes (Galvão & Pessoa, 2017).

Desde sua implantação em 1989, o FNO passou por distintos ciclos de expansão e retração, em resposta a mudanças macroeconômicas e orçamentárias. A Figura 1 apresenta a série histórica dos valores contratados entre 2000 e 2021, desagregados por segmento produtivo:

Figura 1 – Valor liberado pelo FNO por setor de atividade econômica (2000–2021, em R\$)



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Banco da Amazônia (SISBACEN/BASA), 2000–2021.
Nota: Valores em reais constantes de 2021, corrigidos pelo IPCA. Os segmentos incluem agricultura familiar, micro e pequenas empresas, médio e grande porte, entre outros, conforme classificação do BASA.

A série revela um padrão de crescimento contínuo entre 2003 e 2011, com pico em 2011, seguido de queda acentuada entre 2012 e 2016. A partir de então, os volumes contratados permanecem relativamente estáveis, porém inferiores aos patamares anteriores. Essa oscilação reflete fatores como a crise fiscal federal, mudanças na regulação do crédito e limites operacionais do banco gestor.

Avaliações empíricas anteriores apontam que o FNO produziu efeitos positivos sobre variáveis econômicas de curto prazo, como emprego e massa salarial (Daniel, 2016), e está associado a melhorias em indicadores sociais compostos, como o Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (Maués Filho et al., 2024). No entanto, há também críticas à concentração dos recursos em municípios com maior capacidade institucional (Resende et al., 2015; Portugal, 2017), à ausência de mecanismos redistributivos explícitos e à escassez de avaliação sobre os efeitos sociais diretos e indiretos da política.

Apesar de o FNO não ter como foco central a promoção de indicadores de bem-estar, sua magnitude financeira, alcance territorial e natureza estrutural justificam o interesse em investigar seus possíveis efeitos colaterais sobre variáveis sociais sensíveis. Como políticas de crédito podem, em certos contextos, gerar impactos indiretos relevantes sobre saúde, educação e coesão territorial, torna-se relevante examinar se tais efeitos ocorreram ao longo da vigência do FNO na Região Norte.

3. Referencial Teórico e Empírico

3.1 Efeitos indiretos do FNO e possíveis impactos sobre indicadores de saúde

A saúde das populações é fortemente influenciada por fatores sociais, econômicos e territoriais, conhecidos como Determinantes Sociais da Saúde (DSS). Essa perspectiva é amplamente adotada por organismos internacionais e por uma literatura robusta que associa variáveis como renda, habitação, transporte e saneamento à mortalidade infantil e à desigualdade em saúde (OMS, 2008; Marmot, 2010).

No caso da Região Norte do Brasil, marcada por déficits históricos de infraestrutura e capacidade institucional, esses determinantes exercem efeitos ainda mais pronunciados sobre indicadores sociais. Estudos apontam que deficiências persistentes em saneamento básico, mobilidade e serviços públicos limitam a efetividade

de políticas setoriais e ampliam o risco de mortalidade infantil em áreas de maior vulnerabilidade territorial (Viacava et al., 2019; França et al., 2017).

A literatura sobre desenvolvimento regional fornece fundamentos teóricos para avaliar políticas como o FNO a partir de seus efeitos indiretos. Sob a abordagem das capacidades de Sen (1999), o desenvolvimento é concebido como a expansão de liberdades reais, incluindo acesso a meios de subsistência e serviços básicos. Nesse marco, políticas de crédito produtivo podem influenciar variáveis sociais mesmo que não sejam seu objetivo direto, ao alterarem as condições estruturais do território — como renda local, conectividade logística e dinamismo econômico.

Embora o FNO tenha como escopo principal a promoção do investimento produtivo, sua diretriz constitucional — redução das desigualdades regionais — exige atenção aos efeitos sociais colaterais da política. Trabalhos como os de Daniel (2016) e Maués Filho et al. (2024) identificaram impactos positivos do FNO sobre emprego, massa salarial e indicadores compostos de desenvolvimento, como o Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM). Contudo, os efeitos sobre variáveis de bem-estar mais sensíveis, como a mortalidade infantil, ainda permanecem pouco explorados de forma empírica.

Este estudo parte da hipótese de que, ao induzir mudanças na estrutura econômica e institucional dos municípios, o FNO pode ter gerado efeitos indiretos sobre a saúde infantil. Essa hipótese não presume causalidade direta, mas considera a política como vetor territorial que incide sobre determinantes intermediários da saúde.

3.2 Políticas Públicas, Desigualdades Regionais e Equidade Territorial

A formulação e execução de políticas públicas no Brasil ocorrem em um contexto federativo assimétrico, no qual a descentralização nem sempre se traduz em efetividade. Municípios com baixa capacidade institucional tendem a ter dificuldades tanto para acessar recursos quanto para convertê-los em serviços públicos de qualidade (Abrucio, 2005; Castro, 2010). Nesse cenário, políticas regionais como o FNO enfrentam o risco de reforçar padrões preexistentes de concentração.

Estudos recentes apontam que os repasses do FNO estão positivamente correlacionados com características estruturais como densidade econômica, presença bancária e capacidade técnica local, o que tende a beneficiar municípios mais desenvolvidos e compromete o potencial redistributivo da política (Cavalcanti, 2025; Fleming, 2024). Tais achados indicam um desalinhamento entre o mandato constitucional da política e sua alocação prática.

Autores como Cano (2012) e Oliveira & Peres (2018) argumentam que políticas de fomento produtivo devem ser avaliadas não apenas por seus efeitos econômicos imediatos, mas também por sua capacidade de transformação social. Avaliar os impactos do FNO sobre desfechos como mortalidade infantil amplia o escopo avaliativo da política, permitindo que sua efetividade seja examinada à luz de seu propósito normativo: a promoção da equidade territorial.

3.3 Omissões Sistemáticas na Avaliação de Políticas Regionais no Brasil

A literatura sobre avaliação de políticas públicas no Brasil ainda tende a separar rigidamente políticas econômicas e sociais, o que dificulta a análise de efeitos intersetoriais. Como consequência, instrumentos com escopo potencialmente multidimensional, como o FNO, são com frequência avaliados apenas com base em indicadores de crescimento econômico (Oliveira & Raiher, 2017).

Em contrapartida, experiências internacionais mostram que políticas estruturantes podem gerar efeitos relevantes sobre saúde e nutrição, mesmo quando desenhadas com finalidades produtivas. O programa Progres/Oportunidades no México, por exemplo, combinou microcrédito e transferência de renda com metas de saúde infantil, resultando em impactos positivos sobre nutrição e mortalidade (Skoufias, 2005). Estratégias similares em países africanos também indicam que intervenções territoriais integradas podem ter efeitos amplificados sobre bem-estar (Devereux et al., 2011). Essa visão é reforçada por autores que analisam políticas em contextos de baixa institucionalidade, os quais enfatizam a importância de captar efeitos indiretos, difusos e não lineares, como externalidades positivas e *spillovers* espaciais, que escapam aos modelos avaliativos convencionais (Cecchini & Madariaga, 2011; Sabatini, 2009).

Diante desse panorama, este estudo propõe uma abordagem ampliada de avaliação, examinando se o FNO, enquanto política territorial de crédito, pode ter produzido efeitos colaterais positivos sobre a mortalidade

infantil. Ao fazê-lo, contribui também para preencher lacunas na literatura sobre políticas regionais no Brasil e para reconectar o debate sobre financiamento ao desenvolvimento com resultados sociais efetivos.

4. Dados e Variáveis

4.1 Estrutura do Painel e Justificativa Empírica

Este estudo utiliza um painel anual com todos os 449 municípios da região Norte do Brasil entre 2000 e 2021. O desenho empírico explora a variação intertemporal nos repasses do FNO, que se caracterizam por serem intermitentes, não absorventes e com lógica de alocação parcialmente discricionária, o que permite a aplicação de modelos com tratamento rotativo ao longo do tempo (Callaway & Sant'Anna, 2021; Goodman-Bacon, 2021; Athey & Imbens, 2022).

Essa configuração é particularmente adequada para políticas descentralizadas com baixa previsibilidade e critérios operacionais sensíveis à capacidade institucional local. Modelos de diferenças em diferenças com múltiplos períodos e efeitos fixos têm sido amplamente utilizados em contextos semelhantes, como em avaliações de transferências federais, programas de crédito e fundos constitucionais (Ferraz & Finan, 2008; Bazzi & Clemens, 2013; Galiani et al., 2017).

A granularidade do painel — em nível municipal e com periodicidade anual — permite controlar por heterogeneidades inobservadas fixas nos municípios (ex: localização geográfica, estrutura econômica, cultura política) e por choques agregados comuns (ex: recessões, reformas nacionais). Ainda que dados observacionais sejam sempre suscetíveis a vieses, a inclusão de efeitos fixos, variáveis de controle e o tratamento intermitente reduzem significativamente os riscos de confundimento (Angrist & Pischke, 2009; Keele et al., 2020).

No entanto, reconhecem-se limitações: choques locais não observáveis, como iniciativas estaduais de saúde, melhoria em saneamento ou mudanças na capacidade gestora, podem influenciar os resultados. Além disso, há ruídos associados à qualidade das bases administrativas municipais, especialmente nos municípios pequenos e isolados da região, como já discutido por Ferreira & Gignoux (2014) e Szwarcwald et al. (2011).

4.2 Variáveis e Fontes de Dados

4.2.1 Variável Dependente: Taxa de Mortalidade Infantil

A principal variável de desfecho é a taxa de mortalidade infantil (TMI), definida como o número de óbitos de crianças com até 400 dias de vida por 100 mil habitantes. Essa definição segue precedentes de estudos territoriais brasileiros (Franco et al., 2018; Borges et al., 2022), priorizando indicadores de base populacional, em substituição à razão tradicional por mil nascidos vivos, cuja estabilidade é comprometida por subnotificação e oscilações demográficas locais. A escolha é motivada pela alta subnotificação de nascidos vivos e instabilidade demográfica em partes da Amazônia, que tornariam as estimativas usuais menos confiáveis (Viacava et al., 2019; Barreto, 2017). Os dados são oriundos do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM/DATASUS).

4.2.2 Variável de Tratamento: Repasses do FNO

A variável de interesse principal é a presença de repasses anuais do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO) ao município, operacionalizada de duas formas: (i) como variável contínua (em valores reais, deflacionados com base no IPCA de 2021), e (ii) como indicador binário de tratamento (*dummy*), que assume valor 1 se o município recebeu qualquer valor do FNO no ano t . Os dados foram extraídos do sistema SISBACEN-BASA e validados com registros do Ministério da Integração Nacional. A operacionalização como variável binária é particularmente adequada para o uso de métodos de diferenças em diferenças com tratamento rotativo e múltiplos períodos, permitindo a identificação intramunicipal.

4.2.3 Variáveis de Controle

Com base na literatura em determinantes sociais da saúde e avaliação de impacto em contextos de vulnerabilidade (Marmot, 2010; Wagstaff et al., 2004), selecionamos um conjunto de variáveis de controle para mitigar problemas de confundimento:

- **População total (log):** variável de escala extraída do IBGE (SIDRA), transformada logaritmicamente para lidar com heterogeneidade de magnitude e heterocedasticidade (Wooldridge, 2010). Estudos como Jayachandran (2022) e Viacava et al. (2019) destacam o papel da escala populacional na estruturação da oferta de serviços de saúde.
- **Escolaridade média das mães:** número médio de anos de estudo das mães por município e ano, obtido do SINASC/DATASUS. Considerada um dos determinantes mais robustos da mortalidade infantil, conforme apontado por Victora et al. (2011) e Barreto (2017).
- **Idade média das mães:** também extraída do SINASC, essa variável captura o risco associado a maternidades precoces ou tardias, reconhecidamente relevantes em contextos de alta pobreza (Carvalho et al., 2020).

4.3 Estatísticas Descritivas

A Tabela 1 apresenta estatísticas descritivas para as principais variáveis da amostra. Observa-se alta heterogeneidade nos indicadores, tanto em nível de média quanto em dispersão, refletindo a complexidade territorial da região Norte.

Tabela 1 – Estatísticas Descritivas

Variável	Média	5º percentil	Mediana	95º percentil	Desvio-Padrão	N
Taxa de mortalidade infantil	16,30	0	7,15	62,4	25,2	9831
Valor de FNO liberado	2.896.902	0	273.741	11.072.048	16.241.759	9856
População (log)	9,60	7,79	9,60	11,5	1,16	9831
Escolaridade da mãe	5,13	0	5,5	9,5	2,73	5262
Idade da mãe	23,5	17	23,1	32	4,82	5277

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SIM/DATASUS (mortalidade infantil), SINASC/DATASUS (variáveis maternas), IBGE/SIDRA (população) e BASA/SISBACEN (repasse do FNO). Valores de FNO deflacionados com base no IPCA de 2021.

Nota: A taxa de mortalidade infantil é expressa por 100 mil habitantes. Variáveis populacionais foram transformadas em log para controle de heterocedasticidade. A elevada dispersão dos dados reflete desigualdades estruturais entre municípios da região Norte.

A Tabela 1 revela importantes padrões que antecipam a complexidade da relação entre políticas de crédito e condições de saúde. A taxa de mortalidade infantil (TMI), com média de 16,3 óbitos por 100 mil habitantes e um desvio-padrão de 25,2, apresenta alta dispersão — com valores próximos de zero em parte da amostra e casos extremos que superam 60 óbitos por 100 mil. Esse grau de assimetria reforça o diagnóstico de desigualdade territorial em saúde pública, frequentemente vinculado a déficits estruturais de saneamento, renda e infraestrutura nas regiões mais isoladas da Amazônia (Barreto, 2017; Viacava et al., 2019; Szwarcwald et al., 2011).

Os dados sobre os repasses do FNO também evidenciam forte assimetria: mais de 50% dos municípios receberam valores inferiores a R\$ 300 mil por ano (mediana), enquanto o percentil 95 supera R\$ 11 milhões, indicando concentração em poucos entes subnacionais. Isso sugere uma lógica distributiva potencialmente reativa à demanda formalizada, que pode favorecer municípios com maior capacidade institucional — como argumentam Resende et al. (2015) e Portugal (2017). A baixa frequência de recebimento contínuo por muitos municípios também contribui para a estratégia empírica adotada, na qual um mesmo município pode alternar entre grupos de controle e tratamento ao longo do tempo, conforme a presença ou ausência de repasses do FNO.

A escolaridade média das mães (5,13 anos) e a idade média (23,5 anos) revelam um perfil demográfico típico de regiões de baixa renda e baixa escolarização, ambas características fortemente associadas à maior vulnerabilidade infantil em diversos contextos internacionais (Victora et al., 2011; Marmot, 2010). Essas variáveis não apenas compõem os controles do modelo, mas também atuam como *proxies* para o grau de exclusão estrutural nos municípios analisados.

O conjunto desses dados reforça a hipótese central deste estudo: que os investimentos oriundos da política de crédito regional — ainda que voltados prioritariamente ao setor produtivo — podem produzir efeitos indiretos sobre determinantes sociais da saúde. Como sugerem estudos como os de Sen (1999) e Cecchini & Madariaga (2011), o acesso a crédito, ao dinamizar a economia local e induzir melhorias em infraestrutura, pode gerar externalidades positivas em áreas como saneamento, renda e serviços públicos, afetando indiretamente indicadores sanitários. A elevada heterogeneidade observada entre os municípios também justifica o uso de modelos empíricos que reconhecem essa variação estrutural, como o de diferenças em diferenças com entradas e saídas escalonadas.

5. Estratégia Empírica

5.1 Objetivo e Lógica de Identificação

Este estudo busca estimar o efeito médio dos repasses do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO) sobre a taxa de mortalidade infantil nos municípios da região Norte. A lógica de identificação repousa na comparação intramunicipal: explora-se a variação ao longo do tempo na condição de tratamento de cada município, associada à presença ou ausência de recursos do FNO em determinado ano.

A política em questão caracteriza-se por tratamento intermitente e escalonado, no qual um mesmo município pode alternar entre anos tratados e não tratados. Esse padrão de alternância viabiliza o uso de métodos de diferenças em diferenças (DiD) com múltiplos períodos e grupos, conforme proposto por Callaway e Sant’Anna (2021) e discutido por Sun e Abraham (2021), ainda que com adaptação específica para o caso brasileiro.

A combinação entre granularidade espacial (nível municipal), horizonte temporal amplo (2000–2021), e entrada rotativa no programa permite uma identificação robusta baseada na variação intra-unidade — característica fundamental para isolarmos o impacto do tratamento sob o controle de efeitos fixos.

5.2 Modelo Econométrico e Especificação

Dado o caráter intermitente do tratamento, em que um mesmo município pode receber ou não recursos em diferentes anos, adotamos um modelo de diferenças em diferenças (DiD) com tratamento rotativo e não absorvente. Esse modelo segue a tradição de estudos com múltiplos períodos e entradas escalonadas (Callaway & Sant’Anna, 2021; Sun & Abraham, 2021), mas adapta a estrutura ao fato de que os repasses do FNO não são permanentes nem universalmente absorvidos. A equação estimada é a seguinte:

$$Y_{it} = \alpha_i + \delta_t + \beta D_{it} + X'_{it}\gamma + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Onde:

Y representa a taxa de mortalidade infantil no município i no ano t ;

D é uma variável binária de tratamento, que assume valor 1 se o município recebeu repasse do FNO no ano t , e 0 caso contrário;

α são efeitos fixos municipais, que controlam por características inobservadas e invariantes no tempo (como geografia, cultura local ou estrutura básica de serviços);

δ são efeitos fixos de tempo, que capturam choques macroeconômicos ou políticas nacionais que afetem todos os municípios de forma semelhante;

X é um vetor de variáveis de controle, incluindo população (log), escolaridade média da mãe e idade média da mãe;

ε é o termo de erro idiossincrático;

O parâmetro de interesse é β , que estima o efeito médio contemporâneo do recebimento de recursos do FNO sobre a taxa de mortalidade infantil (ATT), explorando exclusivamente a variação ao longo do tempo dentro do mesmo município. Essa interpretação segue o que os autores como Bertrand et al. (2004), Keele et al. (2020) e Chaisemartin & D’Haultfoeuille (2022) reconhecem como “ATT contemporâneo” em modelos com tratamento rotativo, usualmente conhecido como efeito médio do tratamento sobre os tratados.

A validade causal da estratégia requer a suposição de tendências paralelas condicionais: ou seja, na ausência do tratamento, a trajetória da mortalidade infantil nos municípios tratados teria evoluído de forma similar à dos municípios não tratados naquele mesmo ano. Embora essa suposição não possa ser testada diretamente, ela se torna plausível dado o caráter descentralizado, rotativo e muitas vezes imprevisível dos repasses — como evidenciado pela alta dispersão e intermitência observadas na Tabela 1. A presença de municípios que ora recebem, ora não recebem recursos em diferentes anos fornece a base necessária para identificação através de comparação intra-unidade. Todos os modelos são estimados com erros padrão robustos à heterocedasticidade e autocorrelação serial, com agrupamento por município.

5.3 Justificativa Metodológica

A estratégia empírica se justifica por características específicas do FNO: descentralização, baixa previsibilidade dos repasses e dependência de critérios técnico-operacionais do BASA, como elegibilidade,

capacidade institucional, estrutura da demanda e execução local. Essa lógica distributiva — não plenamente aleatória, mas com margens de imprevisibilidade — é compatível com o uso de DiD com tratamento rotativo e não absorvente, em vez dos modelos com entrada única e irreversível (Callaway & Sant'Anna, 2021).

Além disso, a inexistência de um período "pré-tratamento puro" para todos os municípios inviabiliza o uso de modelos tipo *event study* com paralelismo universal. A presente abordagem, ao focar na comparação intra-unidade nos anos tratados *versus* não tratados, permite estimar com maior precisão os efeitos líquidos contemporâneos do programa, reduzindo problemas de confundimento estrutural.

A estratégia empírica também segue precedentes da literatura que lidam com políticas federais de transferência e crédito em países com alta heterogeneidade territorial, como em Bazzi & Clemens (2013), Galiani et al. (2017) e Ferraz & Finan (2008).

5.4 Desafios de Identificação e Suposições Causais

Apesar das vantagens do modelo de painel com efeitos fixos, a estimativa de β ainda depende da suposição de tendências paralelas condicionais: na ausência do tratamento, municípios tratados e não tratados seguiriam trajetórias similares. Como os municípios entram e saem do grupo tratado ao longo do tempo, a plausibilidade dessa suposição se fortalece, uma vez que a identificação se dá dentro da unidade e não entre grupos fixos.

Ainda assim, três desafios merecem destaque:

1. **Endogeneidade da alocação:** municípios com maior capacidade institucional ou influência política podem acessar recursos de forma mais recorrente. Isso pode gerar viés se tais características também afetam a mortalidade infantil. Como resposta, os efeitos fixos de município e o uso de controles demográficos procuram mitigar esse risco.
2. **Omissão de choques locais simultâneos:** fatores como obras de saneamento, programas estaduais de saúde ou alterações nas redes de atenção básica podem coincidir com o tratamento. Embora efeitos fixos de ano controlem choques nacionais e regionais, choques idiossincráticos locais ainda podem estar presentes.
3. **Ruído nos dados administrativos:** especialmente em municípios menos populosos, limitações na qualidade dos registros (SIM e SINASC) podem gerar erros de mensuração, diluindo potenciais efeitos. Essa é uma restrição inerente ao uso de microdados municipais no Brasil (Ferreira & Gignoux, 2014).

Apesar desses desafios, a alternância de tratamento e controle ao longo do tempo dentro do mesmo município, aliada ao padrão descentralizado e intermitente dos repasses, confere credibilidade à identificação.

6. Resultados

Esta seção apresenta os principais achados empíricos da pesquisa, estruturados em cinco frentes analíticas que se articulam para compreender o impacto do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO) sobre a mortalidade infantil em municípios do Norte do país:

- (i) o efeito médio contemporâneo do tratamento (ATT);
- (ii) verificação pontual de robustez com controles maternos;
- (iii) heterogeneidade por porte municipal sobre o valor de repasse do FNO;
- (iv) mapeamento da Variação Municipal Estimada (VME) e análise espacial geral; e
- (v) a intensificação do padrão de *spillover* em municípios de pequeno porte.

Essa estrutura reflete um percurso lógico que parte da identificação causal mais direta e caminha em direção a robustezes espaciais e estruturais, conforme recomendado por Keele et al. (2020), Chaisemartin & D'Haultfoeuille (2022) e Santos et al. (2021), que destacam a importância de evidências complementares em avaliações de políticas em contextos territoriais desiguais.

6.1 Efeito do FNO sobre a Mortalidade Infantil

A Tabela 2 reporta os coeficientes estimados do modelo com diferenças em diferenças adaptadas a entradas e saídas escalonadas, com efeitos fixos de município e ano. Os Modelos 1, 2 e 3 incorporam sucessivamente as seguintes variações: (1) tratamento binário, (2) inclusão do valor total do repasse e (3) controle adicional para população municipal (log).

Tabela 2 – Efeito Médio do Tratamento sobre os Tratados (ATT contemporâneo) com entradas e saídas escalonadas

Tx. de Mortalidade Infantil	(1)	(2)	(3)
ATT	-7,726*** (1,325)	-7,672*** (1,325)	-8,650*** (1,303)
Recebeu FNO	Sim	Sim	Sim
Valor repassado total	Não	Sim	Sim
População (log)	Não	Não	Sim
Observações	9831	9856	9831
Municípios tratados	448	448	448
Efeito Fixo	Sim	Sim	Sim
R ² ajustado	0,534	0,533	0,549

Fonte: Elaboração própria a partir de estimativas em painel com efeitos fixos (município e ano), com dados do SIM/DATASUS, BASA/SISBACEN, IBGE/SIDRA.

Nota: Modelos baseados em diferenças em diferenças com tratamento rotativo (entrada e saída escalonada). A variável dependente é a taxa de mortalidade infantil. A variável de tratamento é binária, indicando o recebimento de FNO no ano t. ***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.1. Erros padrão robustos com cluster por município.

O resultado robusto e estatisticamente significativo nos três modelos evidencia que o recebimento de repasses do FNO está associado à redução de até 8,6 óbitos infantis por 100 mil habitantes. Esse impacto permanece estável mesmo após o controle pelo valor absoluto repassado e pelo tamanho populacional, o que reforça sua consistência. O tamanho do efeito é substantivo à luz da média da variável dependente e sugere que, mesmo como instrumento de crédito produtivo, o FNO exerce externalidades sobre indicadores sensíveis de bem-estar — em consonância com o marco dos Determinantes Sociais da Saúde (Marmot, 2010; Sen, 1999).

Como verificação de robustez, reestimou-se o modelo principal com inclusão progressiva de variáveis relacionadas à escolaridade e idade média das mães — dois dos principais determinantes da mortalidade infantil reconhecidos pela literatura (Victora et al., 2011; Barreto, 2017). A inclusão progressiva desses controles visa testar a estabilidade do coeficiente principal, mediante a limitação dos dados de controles maternos:

Tabela 3 – Efeito Médio do Tratamento sobre os Tratados (ATT contemporâneo) com entradas e saídas escalonadas com os controles maternos

Tx. de Mortalidade Infantil	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ATT	-7,726*** (1,325)	-7,671*** (1,325)	-8,649*** (1,302)	-7,204*** (1,797)	-6,761*** (1,816)
Recebeu FNO	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Valor repassado total	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
População (log)	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Escolaridade da mãe	Não	Não	Não	Sim	Sim
Idade da mãe	Não	Não	Não	Não	Sim
Observações	9831	9831	9831	5256	5160
Municípios tratados	448	448	448	448	448
Efeito Fixo	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
R ² ajustado	0,533	0,533	0,549	0,552	0,558

Fonte: Elaboração própria a partir de SIM/DATASUS, SINASC/DATASUS, BASA/SISBACEN e IBGE/SIDRA. Nota: Estimativas em painel com efeitos fixos. Adição progressiva de controles para escolaridade e idade média das mães. Redução da amostra devido à disponibilidade limitada dessas variáveis em municípios menores. ***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.1. Erros padrão robustos com cluster por município.

Os resultados demonstram robustez do efeito estimado: mesmo com variáveis altamente correlacionadas à saúde infantil, o impacto do FNO permanece significativo e pouco alterado. Isso sugere que os efeitos identificados não se devem a mudanças demográficas na população materna, mas refletem mecanismos mais amplos, como infraestrutura, emprego e mobilidade local — canais frequentemente negligenciados em análises setoriais (Cecchini & Madariaga, 2011).

6.2 Impacto do Valor do FNO sobre a Mortalidade Infantil

Dado o caráter altamente heterogêneo da política do FNO, é importante verificar como os efeitos variam conforme o volume de recursos *per capita* recebidos e o porte populacional dos municípios. Para isso, foram estimados modelos com a variável de tratamento como o valor de repasse per capita, usando tanto a forma linear quanto a transformação IHS (*Inverse Hyperbolic Sine*), que permite lidar com assimetria sem perder observações nulas (Bellemare & Wichman, 2020).

Tabela 4 – Efeito Médio do valor per capita de repasse do FNO sobre a taxa de mortalidade infantil por porte municipal

Tx. de Mortalidade Infantil	(Em R\$)	(Em IHS)	(Em IHS + PIB)
Repassé per capita	-0,001* (0,000)	-1,547*** (0,117)	-1,355*** (0,116)
Dummy Município Médio	11,022*** (0,570)	9,450*** (1,087)	8,454*** (1,066)
Dummy Município Grande	28,790*** (1,225)	18,389*** (2,455)	19,221*** (2,263)
Interação repasse per capita * D médio porte	-0,002 (0,001)	0,296 (0,244)	0,415* (0,238)
Interação repasse per capita * D grande porte	-0,004 (0,003)	2,921*** (0,609)	3,107*** (0,566)
PIB per capita (IHS)	-	-	-4,188*** (0,261)
Teste F	1,534	11,799***	15,739***
R ² ajustado	0,086	0,104	0,139

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do BASA/SISBACEN, IBGE/SIDRA e SIM/DATASUS.
Nota: Modelos estimam efeito do valor per capita do repasse (forma linear e IHS) sobre a taxa de mortalidade infantil. Interações com dummies de porte municipal (médio e grande) capturam heterogeneidade de efeito. PIB per capita incluído como controle adicional. ***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.1. Erros padrão robustos com cluster por município.

Os coeficientes indicam que o impacto marginal dos repasses *per capita* é mais expressivo em municípios menos populosos, com até 25mil habitantes. Nas grandes cidades, mesmo altos volumes de recursos não resultam em efeitos proporcionais na redução da mortalidade. Esse padrão sugere retornos decrescentes em contextos urbanos mais complexos, em linha com teorias que apontam para maior efetividade de políticas redistributivas em localidades com menor densidade institucional (Sen, 1999; Cecchini & Madariaga, 2011; Ferraz & Finan, 2011).

6.3 Análise de *Spillovers* espaciais

Para explorar a distribuição territorial dos efeitos do FNO sobre a mortalidade infantil, esta subseção apresenta os resultados da Variação Municipal Estimada (VME), definida como a diferença média observada na TMI entre os anos em que o município foi tratado e os anos em que não foi tratado, controlando por efeitos fixos de tempo. Essa métrica sintetiza o impacto médio observado da política em cada município ao longo do período da amostra, e permite análise espacial com base em uma unidade consistente. Para compreender padrões territoriais, construímos a Variação Municipal Estimada (VME), definida abaixo:

$$VME_i = \frac{1}{T_i} \sum_{t \in T_i} \hat{\beta}_{it}$$

Onde T_i representa o conjunto de anos em que o município foi tratado e $\hat{\beta}_{it}$ são os efeitos estimados do tratamento nesse período.

Inspirada na lógica de exposição acumulada (Dube & Zipperer, 2015), a VME permite mapear a intensidade dos efeitos ao nível municipal. Essa abordagem se mostra especialmente útil em contextos de tratamento escalonado e intermitente, nos quais a intensidade, a frequência e o *timing* da política variam entre municípios. A VME permite extrair um “delta” empírico local dos efeitos acumulados do FNO, o que representa

uma adaptação válida para inspeção de padrões espaciais, como recomendado por Anselin (1995), Elhorst (2014) e Keele et al. (2020).

Para verificar padrões espaciais nos efeitos estimados, foi calculada a estatística I de Moran Global¹, a correlação de Pearson entre TMI e a média dos vizinhos e indicadores locais de associação espacial (LISA), conforme Anselin (1988) e Kelejian & Prucha (1999), tanto para todos os municípios quanto apenas para os municípios pequenos (com até 25mil habitantes):

Tabela 5 – I de Moran Global

Porte Municipal	I de Moran	Corr. de Pearson	Expectativa	Variância	Desvio-Padrão	N
Todos os municípios	0,3881	0,54***	-0,0022	0,00092	12,813***	9856
Municípios pequenos	0,4624	0,62***	-0,0029	0,00177	11,039***	5391
Todos municípios tratados			448			
Municípios pequenos tratados			347			

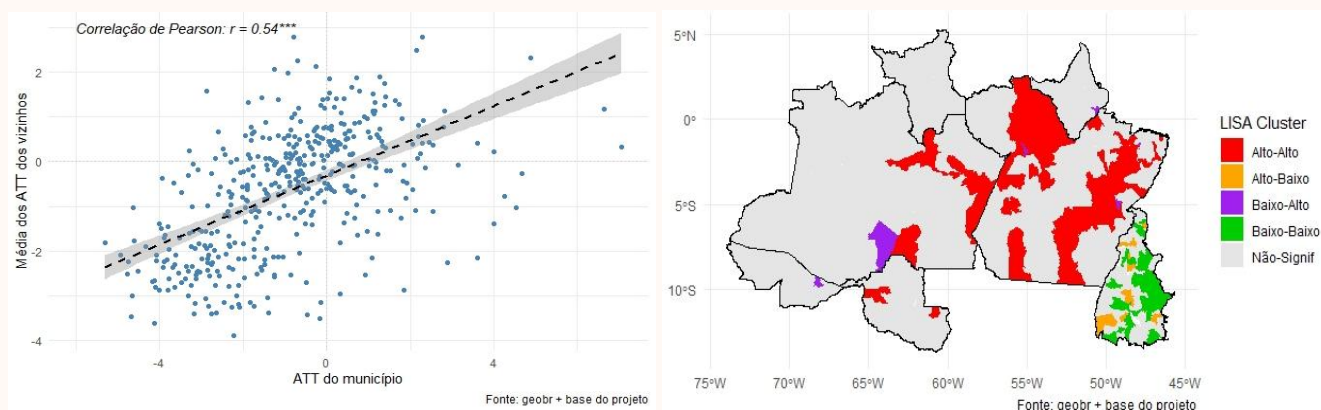
Fonte: Elaboração própria com base na Variação Municipal Estimada (VME), calculada a partir dos coeficientes do modelo principal. Dados provenientes de SIM/DATASUS e BASA/SISBACEN.

Nota: I de Moran mede a autocorrelação espacial global da VME nos municípios tratados. Correlação de Pearson indica a relação linear entre a VME de um município e a média da VME dos vizinhos contíguos (1ª ordem). ***p < 0.01, **p < 0.05, *p < 0.1. Erros padrão robustos com cluster por município. Amostra: todos os municípios da Região Norte com dados completos entre 2000 e 2021.

Esse resultado sugere que municípios com variações positivas (reduções significativas na TMI nos anos tratados) tendem a estar próximos de outros com variações semelhantes, apontando para um padrão de agrupamento regional dos efeitos. A autocorrelação espacial positiva indica que a eficácia do FNO pode ser condicionada por fatores geográficos compartilhados, como redes de transporte, cadeias produtivas ou estrutura compartilhada de serviços públicos. A Figura 2 explora a relação linear entre a Variação Municipal Estimada (VME) de cada município e a média da VME de seus vizinhos contíguos; O coeficiente de correlação de Pearson estimado é $r = 0,54$ ($p < 0,001$), indicando uma correlação positiva substancial entre os efeitos médios da política nas unidades vizinhas. Visualmente, observa-se que os municípios com VME fortemente negativa — ou seja, com grande redução na taxa de mortalidade infantil — tendem a estar inseridos em regiões com outros municípios igualmente beneficiados, sugerindo consistência espacial no padrão dos impactos.

Tais achados dialogam diretamente com a literatura sobre *spillovers* espaciais em políticas redistributivas e de infraestrutura (Elbers et al., 2004; Kelejian & Prucha, 1999). Os efeitos não estão distribuídos aleatoriamente, eles formam clusters geográficos. O mapa LISA mostra clusters locais de impacto do FNO com base no VME estimado e no VME médio dos vizinhos:

Figura 2 – Correlação de Pearson e Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA) para todos os municípios



Fonte: Elaboração própria com base nos coeficientes da VME, calculados a partir dos modelos principais, SIM/DATASUS, BASA/SISBACEN.

¹ Nota: Nas análises, a matriz de vizinhança espacial utilizada foi do tipo contígua *Queen* de primeira ordem, com pesos padronizados por linha (estilo "W"), construída a partir dos polígonos dos municípios da região Norte com base nos dados do IBGE/GEOBR (2020).

Nota: (i) A correlação de Pearson representa a associação linear entre a VME de cada município e a média da VME de seus vizinhos contíguos (1ª ordem). (ii) O mapa LISA identifica agrupamentos espaciais significativos (“clusters”) com base na estatística de autocorrelação local.

Clusters “baixo-baixo” indicam alta efetividade da política (redução significativa da TMI). *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$ para significância estatística dos clusters (teste de permutação). Amostra: todos os municípios tratados da Região Norte (2000–2021).

A figura 2 apresenta os resultados da correlação de Pearson e da estatística local de autocorrelação espacial (LISA) para todos os municípios, calculada a partir da VME de cada município tratado, com o objetivo de identificar agrupamentos territoriais significativos de efeitos semelhantes. A análise revela uma concentração expressiva de zonas com forte redução da mortalidade infantil, especialmente no estado do Tocantins, onde municípios com VME fortemente negativa estão cercados por vizinhos que apresentam padrões similares. Esses agrupamentos — tradicionalmente classificados como clusters “baixo-baixo” — correspondem, neste caso, a núcleos de alta efetividade da política, indicando que o FNO produziu impactos positivos substanciais e territorialmente coordenados.

Por outro lado, identificam-se também agrupamentos de baixo desempenho médio, especialmente no Pará, no oeste e sul do Amazonas, e, de forma mais dispersa, em Rondônia. Esses clusters — equivalentes ao padrão “alto-alto” — concentram municípios nos quais a VME foi mais próxima de zero ou até positiva, indicando menor efetividade na redução da TMI, mesmo em contextos tratados. A presença simultânea de cinturões de alta e baixa efetividade reforça a heterogeneidade espacial dos efeitos da política, sinalizando que fatores regionais podem modular sua eficácia.

Esses agrupamentos locais dão suporte empírico à tese de que os impactos do FNO não seguem padrão aleatório no território, mas estão condicionados por dinâmicas regionais compartilhadas, como estrutura econômica local, acessibilidade a políticas complementares e capacidade institucional. A presença de clusters espaciais estatisticamente significativos enfatiza a importância da dimensão geográfica tanto para a avaliação quanto para o aprimoramento de políticas públicas baseadas em financiamento produtivo.

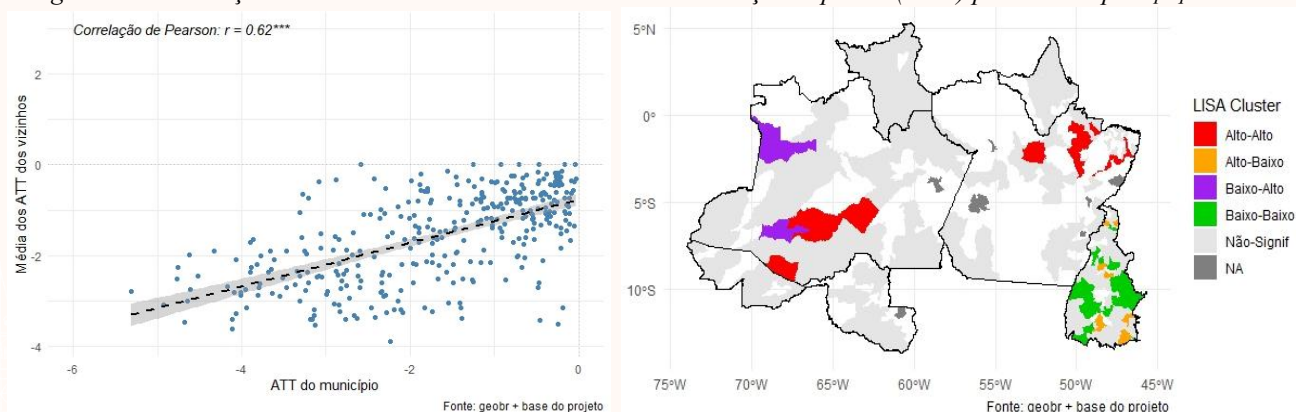
A última etapa da análise restringe a amostra aos municípios de pequeno porte (≤ 25 mil habitantes), onde os efeitos médios da política foram mais pronunciados. Essa decisão é respaldada tanto pelas evidências empíricas apresentadas nas seções anteriores quanto por uma literatura consolidada que associa maior sensibilidade a choques de política pública em contextos de menor escala e baixa institucionalidade (Cavalcanti & Ribeiro, 2021; Glaeser et al., 2004). Municípios menos populosos tendem a apresentar menor capacidade de diversificação econômica e administrativa, o que os torna mais expostos a intervenções estruturais como o crédito produtivo de fomento.

A estatística I de Moran para os municípios pequenos foi estimada em 0,4624, valor significativamente superior ao observado na amostra completa (0,3881), com desvio-padrão de 11,039 e p-valor altamente significativo. De forma complementar, a correlação de Pearson entre as VME locais e a média dos vizinhos alcança $r = 0,62$ ($p < 0,001$), o que reforça o argumento de que o padrão espacial dos efeitos é ainda mais intenso nos municípios menores.

A dispersão das observações mostra uma relação positiva clara entre os efeitos locais e os efeitos médios dos vizinhos, com uma reta de regressão bem ajustada e intervalo de confiança estreito. Isso sugere que, nesses municípios, a política não apenas teve impacto, como também foi acompanhada de efeitos indiretos positivos em áreas adjacentes. Esse padrão é consistente com a literatura sobre transbordamentos espaciais em territórios integrados funcionalmente, nos quais o impacto de uma política se estende além da unidade de tratamento original, como em Elbers et al. (2004) e Kelejian & Prucha (1999).

Complementando a análise global, a figura 4 apresenta os resultados da correlação de Pearson e do teste LISA (Local Indicators of Spatial Association), aplicado à subamostra de municípios pequenos. O objetivo é identificar os agrupamentos locais significativos nos quais o FNO gerou efeitos semelhantes entre municípios vizinhos:

Figura 3 – Correlação de Pearson e Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA) para municípios pequenos



Fonte: Elaboração própria com base nos coeficientes da VME, calculados a partir dos modelos principais, SIM/DATASUS, BASA/SISBACEN.

Nota: (i) A correlação de Pearson representa a associação linear entre a VME de cada município e a média da VME de seus vizinhos contíguos (1ª ordem). (ii) O mapa LISA identifica agrupamentos espaciais significativos ("clusters") com base na estatística de autocorrelação local.

Clusters "baixo-baixo" indicam alta efetividade da política (redução significativa da TMI). *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$ para significância estatística dos clusters (teste de permutação). Amostra: todos os municípios tratados da Região Norte (2000–2021).

Observa-se uma forte presença de clusters positivos ao longo do estado do Tocantins, onde municípios com VME fortemente negativa estão próximos de vizinhos com efeitos semelhantes, formando núcleos de efetividade territorial concentrada. Também são identificados clusters de fraco desempenho (VME próxima de zero ou positiva) nas regiões centrais do Amazonas e áreas pontuais do nordeste do Pará.

Esses resultados reforçam a hipótese de que os municípios de menor porte não apenas receberam impactos médios mais intensos, como também foram epicentros de externalidades positivas no nível regional. Esse resultado é coerente com a teoria de retornos decrescentes em contextos urbanos complexos (Cecchini & Madariaga, 2011) e com a literatura que sugere maior eficiência marginal de políticas redistributivas em estruturas municipais menos densas (Cavalcanti & Ribeiro, 2021).

Em conjunto, os resultados desta subseção articulam robustez empírica com interpretações substantivas sobre o papel do porte municipal e da geografia nos efeitos do FNO. A presença de autocorrelação espacial mais intensa, combinada à formação de clusters de alto impacto, aponta para mecanismos de amplificação territorial que escapam à lógica linear do tratamento individual. A Seção 7 aprofunda essa discussão à luz das teorias sobre desigualdade regional, *targeting* de políticas públicas e efeitos de rede.

7. Discussão

Os resultados empíricos revelam uma queda significativa na taxa de mortalidade infantil (TMI) nos municípios da Região Norte do Brasil que receberam recursos do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO) entre 2000 e 2021. Esse achado reforça o papel das políticas de crédito direcionado como instrumento complementar às políticas sociais tradicionais, ao indicar que intervenções econômicas orientadas à inclusão produtiva também podem produzir efeitos indiretos em dimensões sociais críticas, como a saúde infantil.

Ao dialogar com a literatura sobre os efeitos indiretos do crédito produtivo (Banerjee & Duflo, 2011; Bruhn & Love, 2014), os resultados apresentados sugerem que os benefícios do FNO extrapolam a esfera econômica. Essa relação é coerente com evidências internacionais sobre microcrédito e programas de expansão produtiva, que demonstram efeitos prolongados sobre renda, segurança alimentar e bem-estar familiar (Karlan & Zinman, 2011; De Mel et al., 2008). No entanto, são ainda escassas as demonstrações empíricas de tais externalidades no Brasil, sobretudo em territórios estruturalmente marginalizados como a Região Norte.

Além da direção média dos efeitos, este estudo revela uma heterogeneidade espacial: os impactos mais robustos concentram-se nos municípios menos populosos. Esse padrão sustenta a hipótese de que políticas públicas apresentam retornos decrescentes conforme o aumento da densidade institucional e da complexidade administrativa dos territórios (Glaeser et al., 2004; Cecchini & Madariaga, 2011).

7.1 Retornos Decrescentes e Efeitos Indiretos de Políticas de Crédito

A concentração dos efeitos positivos do FNO em municípios com até 25 mil habitantes aponta para dois mecanismos complementares. Em primeiro lugar, esses territórios frequentemente apresentam níveis historicamente elevados de mortalidade infantil e deficiências estruturais, o que cria maior margem para ganhos marginais significativos com intervenções externas. Esse fenômeno é documentado em avaliações de políticas públicas em países em desenvolvimento, onde melhorias básicas em infraestrutura ou renda local geram impactos expressivos sobre saúde e educação (Wagstaff, 2002; Baird et al., 2013).

Em segundo lugar, a menor complexidade institucional e a estrutura administrativa simplificada desses municípios podem reduzir barreiras à implementação e amplificar os efeitos de políticas nacionais. Esse é um padrão compatível com a noção de capacidade de absorção local, discutida por Cohen & Levinthal (1990) e retomada por Brollo et al. (2013), segundo a qual políticas públicas têm maior impacto quando encontram ambientes mais simples e permeáveis à mudança.

No caso do FNO, a expansão do crédito produtivo parece ter operado não apenas como estímulo econômico, mas também como indutor indireto de melhoria em determinantes sociais da saúde, ao favorecer emprego, circulação de bens, abastecimento local e pequenos investimentos familiares em saúde e nutrição. Ao evidenciar essas conexões, o estudo contribui para o debate sobre o papel ampliado das políticas econômicas na promoção de bem-estar social.

7.2 Efeitos Espaciais e Transbordamentos Regionais

Outro achado central da análise empírica refere-se à presença de efeitos de transbordamento territorial (*spillovers*). Os testes de autocorrelação espacial — como o I de Moran e a correlação de Pearson entre a Variação Municipal Estimada (VME) de cada município e a de seus vizinhos — revelam que os efeitos do FNO não se distribuem de forma aleatória. Ao contrário, há evidências de agrupamentos espaciais de alto impacto (clusters “baixo-baixo”) e de baixo desempenho (clusters “alto-alto”), o que sugere que os impactos da política se propagam regionalmente.

Embora os mecanismos específicos desses transbordamentos não possam ser inferidos diretamente, a literatura aponta que podem decorrer de redes de transporte, cadeias produtivas regionais, fluxos migratórios e acesso compartilhado a serviços públicos (Elbers et al., 2004; Kelejian & Prucha, 1999; Acemoglu & Dell, 2010). Esses achados reforçam a ideia de que o território atua como filtro, canal ou amplificador da ação estatal, modulando os efeitos das políticas conforme sua inserção geográfica e relacional (Keele et al., 2020).

Nos municípios de pequeno porte, esses efeitos se mostraram ainda mais intensos. A estatística de autocorrelação espacial e a correlação com os vizinhos foram mais elevadas do que na amostra geral, o que indica que esses territórios não apenas experimentam maiores efeitos indiretos, mas também irradiam externalidades positivas para sua vizinhança funcional.

7.3 Implicações para o *Targeting* Territorial e Avaliação de Políticas Públicas

Os resultados reforçam a crítica à visão convencional de que políticas federais operam de maneira uniforme no território. Ao contrário, os resultados sugerem que a efetividade do FNO é condicionada por desigualdades regionais históricas, capacidades institucionais locais e vulnerabilidades estruturais preexistentes. Em municípios onde a TMI era elevada e as estruturas institucionais mais simples, os efeitos da política foram mais pronunciados — não por melhor governança, mas porque havia mais espaço para impacto — fenômeno amplamente documentado em contextos de alta privação, nos quais políticas públicas tendem a produzir retornos marginais mais expressivos (Wagstaff, 2002; Baird et al., 2013).

Esse padrão levanta questionamentos sobre critérios usuais de alocação de recursos federais baseados exclusivamente em indicadores individuais, como renda ou população. A literatura sobre *targeting* territorial argumenta que critérios contextuais e espaciais — como desigualdade regional ou integração intermunicipal — devem ser incorporados à lógica distributiva (Ravallion, 2009; Rodríguez-Pose, 2013; Monasterio et al., 2016).

Esta análise contribui para a consolidação de uma agenda de avaliação de impacto mais territorializada, que considere não apenas médias globais, mas os mecanismos pelos quais as políticas induzem transformações estruturais em regiões vulneráveis. Avaliar a eficácia do FNO — e de políticas análogas — exige reconhecer que seus impactos não são neutros ou aleatórios, mas moldados por padrões de desigualdade histórica, redes

intermunicipais e estrutura institucional local. Tais evidências reforçam a necessidade de incorporar a dimensão territorial como eixo central do planejamento e da análise de políticas públicas no Brasil.

7. Considerações Finais

Este estudo avaliou os efeitos do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO) sobre a taxa de mortalidade infantil (TMI) nos municípios da região Norte do Brasil entre 2000 e 2021. Utilizando uma estratégia de diferenças em diferenças com tratamento intermitente e entradas escalonadas, os resultados apontam uma redução estatisticamente significativa da TMI em municípios que receberam repasses do FNO. Esses achados sugerem que políticas econômicas de crédito direcionado, mesmo voltadas prioritariamente ao setor produtivo, podem gerar externalidades relevantes sobre indicadores sociais fundamentais.

Além da redução média identificada, observou-se forte heterogeneidade territorial nos efeitos: os impactos foram mais expressivos em municípios menos populosos e se distribuíram espacialmente de forma não aleatória, evidenciando a presença de transbordamentos regionais. Esse padrão desafia a concepção tradicional de que políticas federais operam de forma homogênea no território nacional, reforçando a noção de que a efetividade das intervenções é moldada por fatores contextuais — como capacidade estatal local, vulnerabilidade estrutural e inserção territorial em redes de suporte regionais.

Ao construir e aplicar a métrica de Variação Municipal Estimada (VME), o estudo avançou metodologicamente ao adaptar a análise para contextos de tratamento rotativo e intermitente, típicos de programas de financiamento descentralizado. A incorporação de ferramentas de análise espacial, como o I de Moran e os indicadores locais de associação espacial (LISA), permitiu mapear com maior granularidade os efeitos territoriais da política, revelando clusters significativos de efetividade e zonas de baixa resposta.

Do ponto de vista teórico, os achados reforçam o debate sobre retornos decrescentes de políticas redistributivas e os efeitos indiretos de intervenções produtivas sobre o bem-estar social. Em particular, destaca-se que os municípios menores e mais vulneráveis não foram mais eficazes por apresentarem melhor governança, mas por disporem de maior espaço para ganhos marginais. Essa interpretação dialoga com abordagens que destacam a importância do “*marginal room for improvement*” em contextos de alta privação (Wagstaff, 2002; Baird et al., 2013).

Naturalmente, o estudo possui limitações. A análise está baseada em dados agregados em nível municipal, o que impede a identificação direta dos mecanismos microeconômicos e mediadores causais específicos. O desenho observacional também não permite inferência causal estrita no sentido experimental, ainda que os modelos com efeitos fixos e a variabilidade intramunicipal contribuam para mitigar riscos de confundimento. Ademais, não foram incorporadas variáveis intermediárias, como mudanças em infraestrutura de saúde ou migração, que poderiam elucidar os canais de transmissão dos efeitos.

Ainda assim, ao evidenciar padrões robustos de impacto espacial e heterogeneidade de efeitos, este trabalho oferece subsídios concretos para o redesenho de estratégias federais de fomento produtivo. Avaliações que ignoram a dimensão territorial correm o risco de subestimar ou interpretar erroneamente a efetividade real das políticas públicas. Integrar o território como variável estruturante da análise, não como mero pano de fundo, é condição necessária para políticas públicas mais eficazes, equitativas e responsivas à diversidade regional do Brasil.

8. Referências Bibliográficas

- Acemoglu, D., & Dell, M. (2010). Beyond neoclassical growth: Technology, human capital, institutions and within-country differences. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2(1), 169–188.
- Angrist, J. D., & Pischke, J.-S. (2009). *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion*. Princeton University Press.
- Anselin, L. (1995). Local indicators of spatial association—LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93–115.
- Athey, S., & Imbens, G. W. (2022). Design-based analysis in difference-in-difference settings with staggered adoption. *Journal of Econometrics*, 226(1), 62–79.

ARTIGO

Baird, S., et al. (2013). Relative effectiveness of conditional and unconditional cash transfers for schooling outcomes in developing countries: A systematic review. *Campbell Systematic Reviews*, 9(8).

Banco da Amazônia (BASA). (2023). *Sistema de Informações Banco Central (SISBACEN): Repasses do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO) aos municípios da Região Norte* [Base de dados]. Banco Central do Brasil. (Dados obtidos mediante solicitação institucional.)

Banerjee, A. V., & Duflo, E. (2011). *Poor economics: A radical rethinking of the way to fight global poverty*. PublicAffairs.

Barreto, M. L. (2017). Saúde pública no Brasil: avanços e desafios. *Revista de Saúde Pública*, 51(Suppl 1), 3s–6s.
Bazzi, S., & Clemens, M. A. (2013). Blunt instruments: On establishing the causes of economic growth. *Journal of Development Economics*, 104, 119–123.

Bertrand, M., Duflo, E., & Mullainathan, S. (2004). How much should we trust differences-in-differences estimates? *The Quarterly Journal of Economics*, 119(1), 249–275.

Borges, G., Pereira, C., & Moreira, N. (2022). Mortalidade infantil e desigualdade regional no Brasil: uma análise exploratória. *Cadernos de Saúde Pública*, 38(2), e00100222.

Brollo, F., et al. (2013). The political resource curse. *American Economic Review*, 103(5), 1759–1796.

Bruhn, M., & Love, I. (2014). The economic impact of banking the unbanked: Evidence from Mexico. *The Journal of Finance*, 69(3), 1345–1376.

Callaway, B., & Sant’Anna, P. H. C. (2021). Difference-in-differences with multiple time periods. *Journal of Econometrics*, 225(2), 200–230.

Carvalho, L., et al. (2020). Fatores de risco para mortalidade infantil em áreas urbanas e rurais: Estudo de caso no Norte do Brasil. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 23, e200062.

Cecchini, S., & Madariaga, A. (2011). *Conditional cash transfer programmes: The recent experience in Latin America and the Caribbean* (Cuadernos de la CEPAL No. 95). CEPAL.

Chaisemartin, C. de, & D’Haultfoeulle, X. (2022). Two-way fixed effects estimators with heterogeneous treatment effects. *American Economic Review*, 112(4), 1362–1396.

Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128–152.

De Mel, S., McKenzie, D., & Woodruff, C. (2009). Are women more credit constrained? Experimental evidence on gender and microenterprise returns. *American Economic Journal: Applied Economics*, 1(3), 1–32.

Elbers, C., Leme, D., & Lübker, M. (2004). *Spatial inequality in Africa: A cross-country analysis* (World Bank Policy Research Working Paper No. 3259). World Bank.

Ferraz, C., & Finan, F. (2008). Exposing corrupt politicians: The effects of Brazil’s publicly released audits on electoral outcomes. *The Quarterly Journal of Economics*, 123(2), 703–745.

Ferreira, F. H. G., & Gignoux, J. (2011). The measurement of educational inequality: Achievement and opportunity. *The World Bank Economic Review*, 25(3), 497–507.

Franco, S., Branco, F., & Lima, M. (2018). Políticas sociais e mortalidade infantil: avanços e desafios no Brasil contemporâneo. *Ciência & Saúde Coletiva*, 23, 2335–2346.

ARTIGO

- Galiani, S., et al. (2017). Subsidizing employment for young people: Evidence from a randomized experiment in Argentina. *Industrial and Labor Relations Review*, 70(1), 94–123.
- Glaeser, E. L., et al. (2004). Do institutions cause growth? *Journal of Economic Growth*, 9(3), 271–303.
- Goodman-Bacon, A. (2021). Difference-in-differences with variation in treatment timing. *Journal of Econometrics*, 225(2), 254–277.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (n.d.). *Produto Interno Bruto dos Municípios – séries históricas e downloads*. Recuperado em 26 de setembro de 2024, de <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9088-produto-interno-bruto-dos-municipios.html?=&t=downloads>
- Imai, K., & Kim, I. S. (2021). When should we use fixed effects regression models for causal inference with longitudinal data? *American Journal of Political Science*, 65(4), 1047–1061.
- Jayachandran, S. (2022). Social science research and the COVID-19 pandemic: Challenges, responses, and legacy. *Science*, 376(6590), 298–300.
- Karlan, D., & Zinman, J. (2011). Microcredit in theory and practice: Using randomized credit scoring for impact evaluation. *Science*, 332(6035), 1278–1284.
- Keele, L., Titiunik, R., & Zubizarreta, J. (2020). Enhancing matching methods with sensitivity analysis. *American Journal of Political Science*, 64(1), 90–107.
- Ministério da Saúde (Brasil). (n.d.). *DATASUS – Transferência de Arquivos*. Recuperado em 25 de setembro de 2024, de <https://datasus.saude.gov.br/transferencia-de-arquivos/>
- Portugal, P. (2017). Institutional determinants of fiscal capacity: Lessons from Brazilian municipalities. *Economia Aplicada*, 21(3), 361–392.
- Ravallion, M. (2009). Targeting in social protection: A survey. *The World Bank Research Observer*, 24(1), 1–30.
- Resende, M., Lopes, M., & Paiva, J. (2015). Capacidade institucional e desempenho econômico municipal. *Revista Brasileira de Economia*, 69(2), 203–226.
- Rodríguez-Pose, A. (2013). Do institutions matter for regional development? *Regional Studies*, 47(7), 1034–1047.
- Sen, A. (1999). *Development as freedom*. Alfred A. Knopf.
- SINASC/DATASUS. (n.d.). *Nascimentos por local de residência da mãe com variáveis de idade e escolaridade [Base de dados]*. Basedosdados. Recuperado em 28 de setembro de 2024, de <https://basedosdados.org/dataset/5beec93-cbf3-43f6-9eea-9bee6a0d1683?table=dea823a5-cad7-4014-b77c-4aa33b3b0541>
- Sun, L., & Abraham, S. (2021). Estimating dynamic treatment effects in event studies with heterogeneous treatment effects. *Journal of Econometrics*, 225(2), 175–199.
- Szwarcwald, C. L., et al. (2011). Health inequalities in Brazil: Race or social class? *International Journal for Equity in Health*, 10(1), 1–8.
- Viacava, F., Almeida, C., & Lima, L. (2019). O sistema de informações de saúde no Brasil: avanços e desafios. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 45, e124.
- Victora, C. G., et al. (2011). Maternal and child health in Brazil: Progress and challenges. *The Lancet*, 377(9780), 1863–1876.



EBAP

Encontro Brasileiro de Administração Pública
XIII EBAP, Junho de 2026, Brasília-DF, Brasil

ARTIGO

Wagstaff, A. (2002). *Inequalities in health in developing countries: Swimming against the tide?* (World Bank Policy Research Working Paper No. 2795). World Bank.

Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data*. MIT Press.

