SINERGIA

REVISTA DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS, ADMINISTRATIVAS E CONTÁBEIS (ICEAC)

EFEITOS DA EDUCAÇÃO SOBRE A SAÚDE: EVIDÊNCIAS ATRAVÉS DE UM PAINEL ESPACIAL COM MUNICÍPIOS DA REGIÃO NORDESTE NO PERÍODO 1991-2010

BÁRBARA RAYSSA DE LIMA SIQUEIRA[*]
ANDERSON MOREIRA ARISTIDES DOS SANTOS[**]
PEDRO HENRIQUE SOARES LEIVAS[***]

RESUMO

O objetivo principal deste trabalho é examinar o efeito da educação sobre a saúde no Nordeste do Brasil, utilizando dados municipais dos últimos três censos (1991, 2000 e 2010) e modelos de painel espacial. Os resultados mostram que a educação afeta significativamente a saúde. Essa conclusão é robusta, sustentada pela análise dos três indicadores de saúde. O modelo de painel espacial, especialmente o que utiliza as taxas de mortalidade, revela um efeito de transbordamento (ou *spillover*) significativo. As evidências do presente estudo confirmam a importância da educação, além de destacarem, principalmente, a necessidade de se levar em consideração a questão regional e espacial.

Palavras chaves: Educação; Saúde; Painel espacial; Nordeste.

EFFECTS OF EDUCATION ON HEALTH: EVIDENCE THROUGH A SPACE PANEL WITH MUNICIPALITIES IN THE NORTHEAST REGION IN THE PERIOD 1991-2010

ABSTRACT

The principal objective of this study was to examine the effect of education on health in Northeast Brazil. We utilized spatial panel models with municipal data from the last three censuses (1991, 2000, and 2010). The results indicate that education significantly impacts health. This finding is robust, consistently supported by the analysis of all three health indicators. Specifically, the spatial panel model, particularly those focused on mortality rates, demonstrates a significant spillover effect. The evidence confirms the critical importance of education while also emphasizing the necessity of considering regional and spatial factors in the analysis.

Keywords: Education; Health; Spatial panel; Northeast.

Recebido em: 03-09-2023 Aceito em: 12-12-2025

1. INTRODUÇÃO

A mensuração do desenvolvimento socioeconômico de um país ou região requer a análise de um conjunto complexo de variáveis, que abrangem dimensões como saúde, saneamento, renda, educação e Produto Interno Bruto (PIB). Tais indicadores demonstram a necessidade de se utilizar dados que transcendam a simples mensuração do crescimento econômico (BARUFI, 2009). Um exemplo emblemático é o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), que incorpora, em duas de suas três dimensões, os pilares da educação e da saúde.

A taxa de mortalidade infantil (TMI) foi um indicador central adotado pelas Nações Unidas (ONU) para o monitoramento e alcance dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). Contudo, em 2015, a meta global de redução da TMI não foi integralmente atingida pelos países de menor renda, em especial os localizados no Sudeste Asiático e na África Subsaariana. Observam-se grandes disparidades nessa redução quando comparada à taxa média alcançada por países desenvolvidos (MARIANO; MARTA, 2018). Essas evidências corroboram o acompanhamento da ONU, indicando uma estreita relação entre a TMI e o perfil socioeconômico das regiões. Souza et al. (2015) também confirmam que uma TMI elevada está fortemente

[*] Mestre em Economia pelo Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Alagoas. E-mail: ciceroksouto@gmail.com
[**] Doutor em Economia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Professor no curso de Ciências Econômicas e no Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Alagoas
[***] Doutor em Doutor em Economia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Mestre em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Pelotas.

correlacionada com baixos níveis socioeconômicos.

Desse modo, reconhecendo a relevância das dimensões de saúde e educação no desenvolvimento, e com o intuito de contribuir para o debate sobre a influência da educação na saúde, o objetivo deste estudo é examinar o efeito da educação sobre indicadores de saúde na região Nordeste do Brasil. A análise será realizada com base nos dados do Atlas do Desenvolvimento Humano (Atlas/PNUD), abrangendo os últimos três censos (1991, 2000 e 2010), por meio de um modelo de painel espacial aplicado aos municípios da região.

A relação entre níveis socioeconômicos e índices como a mortalidade infantil (utilizada como proxy de saúde) é central para esta análise, na qual se busca responder à seguinte questão de pesquisa: Como a educação pode contribuir para melhorias na saúde, manifestadas na redução da taxa de mortalidade infantil e no aumento da expectativa de vida? Partindo dessa premissa, argumenta-se que a educação, ao proporcionar maior conhecimento e acesso à informação, atua como uma ferramenta fundamental na melhoria do bem-estar do indivíduo. Segundo Soares (2007), a ampliação da rede de conhecimento intensifica a busca por uma melhor qualidade de vida, induzindo os indivíduos a uma maior demanda por saúde.

Na literatura, há estudos que aplicam indicadores semelhantes de saúde e educação em análises econômicas; contudo, nenhum utilizou o modelo de painel espacial, tal como proposto nesta pesquisa, para a região Nordeste do Brasil. A hipótese subjacente é que o conhecimento adquirido por meio de melhores indicadores de educação pode gerar efeitos de transbordamento (spillovers) entre os municípios e, consequentemente, impactar positivamente a saúde da população.

A região Nordeste foi selecionada para esta análise por historicamente apresentar alguns dos mais críticos indicadores sociais do país, tornando-se um alvo de grande interesse para investigar a influência da educação na saúde. Segundo dados do Atlas do Desenvolvimento Humano, apesar de progressos, a região ainda mantém indicadores de taxa de mortalidade infantil e de analfabetismo significativamente superiores aos da região Centro-Sul do país. A título de ilustração, em 2010, os 30 municípios com as maiores taxas de mortalidade infantil pertenciam a essa macrorregião.

Em suma, este trabalho visa contribuir com a literatura ao incorporar a análise espacial como um fator crucial no estudo da relação entre educação e saúde. O uso da econometria espacial permitirá identificar os municípios mais vulneráveis a piores indicadores e, principalmente, verificar a ocorrência e a magnitude de possíveis efeitos de transbordamento entre municípios vizinhos. Além desta Introdução, o artigo está estruturado em outras quatro seções. O Referencial Teórico apresenta as evidências empíricas da relação entre educação e saúde no Brasil, com uma abordagem em dados agregados. A seção de Metodologia detalha o modelo de análise em painel espacial. Por fim, são apresentados os Resultados e as Considerações Finais.

2. EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS DA RELAÇÃO DO EFEITO DA EDUCAÇÃO SOBRE A SAÚDE

Esta seção revisa as evidências empíricas sobre o impacto da educação na saúde, com foco em dados agregados. É importante notar, contudo, a existência de uma robusta literatura baseada em microdados, que se fundamenta no modelo teórico de Grossman (1972) (KASSOUF, 1994; GROSSMAN, 2000; ALVES; LLERAS-MUNEY, 2005; MAZUMDER, 2008; ALBOUY E LEQUIEN, 2009; EIDE; SHOWALTER, 2011).

Um estudo seminal que utiliza dados agregados sobre a mortalidade infantil no Brasil é o de Alves e Belluzzo (2004). Os autores investigaram os determinantes da mortalidade infantil em nível municipal, adicionando uma análise sobre fatores individuais que afetam a saúde da criança. O estudo utilizou dados em painel (estático e dinâmico) de quatro censos no período de 1970 a 2000. O modelo estático foi estimado via Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), Efeitos Fixos (EF) e Primeira Diferença (PD), enquanto o modelo dinâmico empregou o Método dos Momentos Generalizados (GMM). Por meio de um modelo de regressão com correção de endogeneidade (utilizando uma matriz de instrumentos), os autores constataram que a educação foi a variável explicativa de maior relevância. Eles estimaram que um ano adicional de escolaridade reduz a mortalidade infantil em 7%, o que corresponde a uma queda na taxa de 34 para 31 óbitos por mil nascidos vivos.

O estudo de Soares (2007) possui uma abordagem similar à de Alves e Belluzzo (2004), utilizando dados em nível municipal entre 1970 e 2000 para descrever o padrão de redução da mortalidade, mas com o acréscimo da análise da expectativa de vida. Utilizando a técnica de painel dinâmico de Arellano e Bond (1991), Soares (2007) estimou que a educação, o acesso à água e o saneamento explicam 38% da variação da expectativa de vida *intra*-município, com contribuições de 16%, 6% e 16%, respectivamente. O autor concluiu que, no Brasil, a melhoria na expectativa de vida está fortemente relacionada aos avanços na educação e na infraestrutura de saúde pública.

Macinko, Guanais e Souza (2006) analisaram a influência do Programa de Saúde da Família (PSF) sobre a taxa de mortalidade infantil (TMI) para todos os estados brasileiros no período de 1990 a 2002, por meio de um painel estático com efeitos fixos. Além de destacarem a importância do PSF, os autores

concluíram que a taxa de analfabetismo feminina é o principal fator socioeconômico associado à TMI.

Mendonça e Motta (2008) buscaram demonstrar como a melhoria na cobertura de saneamento pode influenciar a redução da taxa de mortalidade na infância. Para isso, aplicaram um modelo econométrico de dados em painel para todos os estados brasileiros no período de 1981 a 2001. Os resultados indicaram que a redução da mortalidade infantil ocorre, majoritariamente, pelo acesso aos serviços de saneamento e pela redução do analfabetismo. Os autores também estimaram os custos médios de salvar uma vida para cada tipo de serviço incluído no modelo, concluindo que a redução contínua do analfabetismo se apresenta como a alternativa de menor custo para diminuir a incidência da mortalidade na infância.

Souza e Filho (2008) analisaram os principais fatores determinantes da mortalidade infantil em cada estado da Região Nordeste do Brasil. O estudo baseou-se nos dados do Atlas do Desenvolvimento Humano, abrangendo os anos de 1991 e 2000 para todos os municípios brasileiros, e utilizou dados de gastos públicos com saúde e saneamento do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEADATA). Os resultados demonstraram uma redução de 31,8% na TMI, queda associada ao maior acesso à água encanada, à redução da fecundidade e do analfabetismo, e ao aumento da renda *per capita*. É fundamental destacar que o maior acesso à educação se configurou como uma variável significativa para a redução da mortalidade infantil.

Compartilhando a mesma abordagem teórica e o método de dados em painel de Souza e Filho (2008), Souza et al. (2015) mensuraram e analisaram os fatores determinantes da redução da TMI no Brasil para o período de 2001 a 2011. Os autores confirmaram que os fatores socioeconômicos são os principais associados à redução da TMI, e identificaram que a desigualdade de renda contribui para uma acentuada elevação dessa taxa.

Em consonância, os resultados dessas pesquisas evidenciam a importância de políticas públicas mais eficientes, direcionadas à melhoria da educação, saneamento e distribuição de renda, com o objetivo de alcançar um maior nível de desenvolvimento. Tais conclusões corroboram o trabalho de Barufi, Haddad e Paez (2012), que enfatizam o papel das políticas públicas no desenvolvimento regional, utilizando indicadores de saúde e educação como parâmetro. Eles identificaram que melhores resultados nesses indicadores afetam positivamente as condições socioeconômicas dos indivíduos.

Barufi, Haddad e Paez (2012) empregaram uma estrutura de dados em painel com efeitos espaciais para o Brasil, no período de 1980 a 2000. Os principais resultados indicam que a infraestrutura de saúde e as políticas sociais (como a melhoria da escolaridade) contribuem para a redução da taxa de mortalidade. Além disso, o estudo demonstrou a existência de impactos regionais ou espaciais nas variáveis de infraestrutura de saúde e esgotamento sanitário.

Por fim, em uma análise mais recente, Pereira e Lima (2021) utilizaram dados dos três últimos censos (1991, 2000 e 2010) e um modelo de painel estático de efeitos fixos para municípios do Piauí. Eles demonstraram que a educação possui um efeito significativo e positivo sobre a redução da mortalidade infantil.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção, apresenta-se a base de dados utilizada no modelo para que se possa mensurar os efeitos da educação sobre a saúde. Ainda, se faz uma breve descrição das variáveis dependentes, demonstrando as estatísticas descritivas e descrevendo todo o modelo econométrico utilizado.

3.1 Base de Dados e Espaço Amostral

A pesquisa é realizada com base em uma análise de dados espaciais de informações agregadas para os municípios do Nordeste. Essa base de dados está disponibilizada no Atlas do Desenvolvimento Humano do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento para os anos de 1991, 2000 e 2010.

O Quadro 1 sintetiza as variáveis de saúde e educação empregadas. Inicialmente, as variáveis dependentes de saúde foram extraídas e definidas: Esperança de vida ao nascer: Número médio de anos que uma pessoa deverá viver a partir do nascimento, mantido constante o nível e o padrão de mortalidade por idade prevalecente no ano do Censo. Taxa de mortalidade infantil (TMI): Número de óbitos de crianças menores de 1 ano de idade, por 1.000 nascidos vivos. Taxa de mortalidade na infância (até 5 anos de idade): Probabilidade de óbito entre o nascimento e a idade exata de 5 anos, por 1.000 nascidos vivos.

As variáveis dependentes de saúde serão confrontadas com as seguintes variáveis explicativas de educação: Taxa de analfabetismo (18 anos ou mais): Espera-se que esta variável apresente uma relação negativa com a esperança de vida ao nascer (ou seja, quanto maior o analfabetismo, menor a esperança de vida). Em contrapartida, espera-se uma relação positiva com a taxa de mortalidade infantil (TMI) e a taxa de mortalidade na infância (até 5 anos), indicando que o aumento do analfabetismo eleva ambas as taxas. Expectativa de anos de estudo: Espera-se que esta variável apresente relações inversas àquelas observadas com a taxa de analfabetismo. Em outras palavras, espera-se uma relação positiva com a esperança de vida ao nascer e negativa com as taxas de mortalidade.

Quadro 1 – Variáveis de Controle de Saúde e Educação

Variável	Descrição	Sinal Esperado
Variáveis de resultado		
Esperança de vida	Esperança de vida ao nascer	Variável dependente
TMI	Taxa de mortalidade infantil	Variável dependente
TMI5	Taxa de mortalidade na infância (até a data exata de 5 anos)	Variável dependente
Variáveis de Educação		
Analfabetismo	Taxa de analfabetismo de indivíduos de 18 anos ou mais	+ para TMI (- para expectativa de vida)
Expec. Estudo	Expectativa de anos de estudo	- para TMI (+ para expectativa de vida)

Fonte: Elaboração própria.

As variáveis de controle, sintetizadas no Quadro 2, descrevem o perfil socioeconômico da população analisada. Elas permitem controlar os fatores que tornam determinados grupos populacionais, em nível socioeconômico, mais vulneráveis ou responsivos às alterações nos índices de saúde e educação. Essas variáveis incluem indicadores amplamente utilizados na literatura, como renda, saneamento básico, desigualdade de renda, taxa de fecundidade, acesso à energia elétrica e taxa de urbanização. Adicionalmente, todos os modelos incorporam *dummies* de ano para controlar fatores que, embora comuns a todos os municípios, variam temporalmente, como choques macroeconômicos e avanços tecnológicos.

Quadro 2 – Variáveis Socioeconômicas de Controle

Variável	Descrição	Sinal Esperado
lnrenda	Logaritmo natural da renda domiciliar per capita	- para TMI (+ para expectativa de vida)
Água e banheiro	% de pessoas com condições inadequadas de água e esgoto	+ para TMI (- para expectativa de vida)
Lixo	% de pessoas com coleta direta ou indireta de lixo	- para TMI (+ para expectativa de vida)
Luz	% de pessoas com energia elétrica no domicílio	- para TMI (+ para expectativa de vida)
Fecundidade	Taxa de fecundidade para mulheres de 15 a 49 anos de idade	+ para TMI (- para expectativa de vida)
Gini	Índice de Gini	+ para TMI (- para expectativa de vida)
Urbanização	Taxa de urbanização	- para TMI (+ para expectativa de vida)

Fonte: Elaboração própria.

A seleção das variáveis seguiu tanto a literatura empírica prévia (ALVES; BELLUZZO, 2004; SOARES, 2007; MENDONÇA; SEROA DA MOTTA, 2007; SOUSA; LEITE FILHO, 2008; BARUFI; HADDAD; PAZ, 2012) quanto a disponibilidade de dados no Atlas do Desenvolvimento Humano. Essa base de dados fornece informações para os 1.794 municípios da região Nordeste nos anos de 1991, 2000 e 2010. É relevante notar que a maioria dos estudos utiliza a taxa de mortalidade infantil como *proxy* para a dimensão saúde, empregando também, em alguns casos, a expectativa de vida ao nascer. Quanto à educação, os trabalhos recorrem principalmente à taxa de analfabetismo e, secundariamente, aos anos médios de escolaridade. Devido à indisponibilidade desta última variável no Atlas, optou-se pela utilização da expectativa de anos de estudo.

Uma limitação do estudo é a não disponibilidade de dados de infraestrutura, políticas de saúde ou outras variáveis socioeconômicas que estivessem disponíveis para os 1.794 municípios do Nordeste nos anos dos três Censos, de forma a homogeneizar a base de dados com o Atlas do Desenvolvimento Humano. Contudo, para testar a robustez dos resultados, serão explorados modelos adicionais que considerarão a cobertura do Programa Saúde da Família (PSF) e os gastos com o Programa Bolsa Família (PBF). Para essa análise de robustez, levar-se-á em conta o fato de o PSF não existir em 1991 e a baixa criação de municípios entre 2000 e 2010 (entre os anos 2000 e 2010 foram criados 58 municípios no Brasil); e, no caso do PBF, sua criação a partir de 2004. Adicionalmente, será empregada a utilização de tendências não lineares estaduais como controle, a fim de absorver o efeito de políticas e fatores socioeconômicos comuns aos estados, mas que variam ao longo do tempo.

Por fim, outro ponto a ser destacado é que, apesar do controle por efeitos fixos, possíveis problemas de endogeneidade podem persistir, seja pela presença de variáveis omitidas ou por causalidade reversa. Desse modo, os efeitos mensurados devem ser interpretados com cautela, não sendo estritamente causais.

3.2 Modelo De Painel Espacial

Este trabalho testará quatro modelos principais: Modelo Autorregressivo Espacial (SAR), Modelo Durbin Espacial (SDM), Modelo de Autocorrelação Espacial (SAC) e o Modelo de Erro Espacial (SEM). Para mais detalhes destes modelos ver Belotti, Hughes e Mortari (2016). Considerando que podemos pensar em modelos aninhados na escolha entre SAR, SEM e SDM, a escolha se dará através de testes de hipóteses. Por fim, a escolha entre o SDM e SAC será feita por critério de Akaike (AIC). Veremos que o modelo escolhido foi o SAC, onde ele considera a variável dependente com lag espacial, além do erro autorregressivo espacial. A matriz de vizinhança utilizada neste trabalho foi a matriz de distância inversa (idistance) através do software Stata 15.

O Modelo autoregressivo espacial (SAR) tem como equação:

$$y_t = pW_{y_t} + X_t\beta + \mu + \epsilon_t \qquad t = 1 \ldots, T, \tag{01}$$

Assume-se que $\mu \sim N\ (0;\ \sigma_{\mu}^2\ )$ no caso dos efeitos aleatórios, enquanto μ é um vetor de parâmetros a serem estimados na variante dos efeitos fixos. As hipóteses padrão de que $\epsilon_{it} \sim N(0;\sigma_{\epsilon}^2)$ e $E(\epsilon_{it}\ \epsilon_{js}) = 0$ para $i = j$ e/ou $t = s$ são aplicáveis neste caso.

Já o Modelo Durbin espacial é uma generalização do modelo SAR, que também inclui variáveis independentes espaciais ponderadas como variáveis explicativas

$$y_t = \rho W_{y_t} + X_t\beta + WZ_t\theta + \mu + \epsilon_t \tag{02}$$

O modelo pode ser generalizado usando pesos espaciais diferentes para a variável dependente espacialmente defasada ($\boldsymbol{Wy}$) e os regressores ponderados espacialmente ($\boldsymbol{WZ}$) ou usando $\boldsymbol{Z_t \neq X_t}$.

O Modelo de Autocorrelação Espacial (SAC) é um modelo (alternativamente chamado de autoregressivo espacial com erros espacialmente autocorrelacionados, SARAR) combina o SAR com um erro autoregressivo espacial

$$y_t = \rho W y_t + X_t\beta + \mu + v_t \tag{03}$$

$$v_t = \lambda M_{v_t} + \epsilon_t \tag{04}$$

onde M é uma matriz de pesos espaciais que pode ou não ser igual a W. A literatura enfoca a variante de efeitos fixos desta especificação, pois a variante de efeitos aleatórios pode ser escrita como um caso especial da especificação SAR;

O Modelo de erro espacial (SEM) se concentra na autocorrelação espacial no termo do erro como em

$$y_t = X_t\beta + \mu + v_t \tag{05}$$

$$v_t = \lambda M v_t + \varepsilon_t \tag{06}$$

este é um caso especial do modelo SAC, mas também pode ser mostrado que é um caso especial do SDM.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Análise Espacial Descritiva

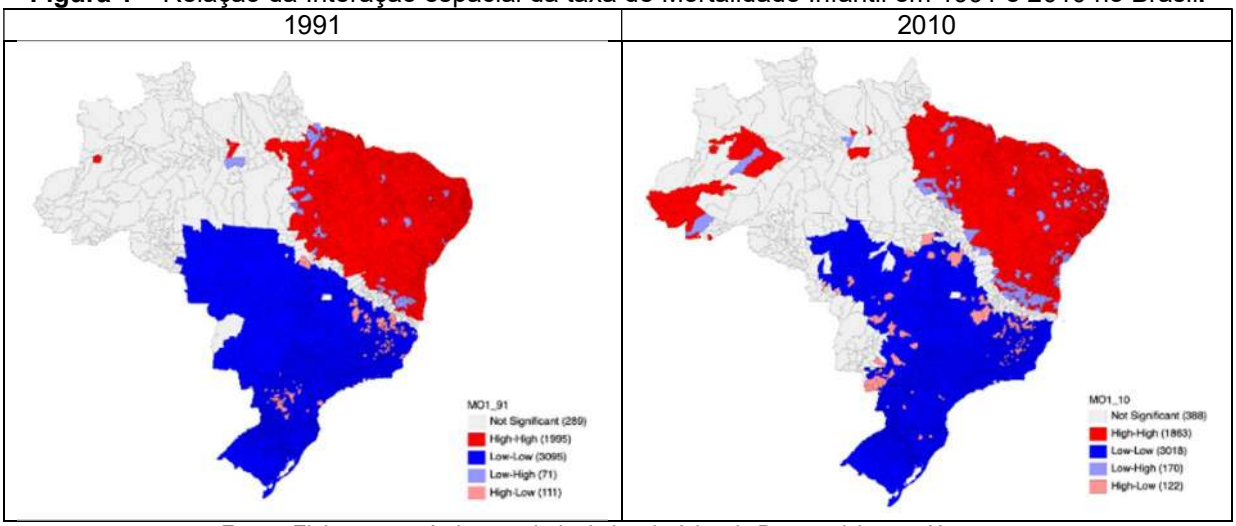
Primeiramente, a Tabela A1, presente no apêndice, apresenta as médias dos indicadores socioeconômicos dos municípios da Região Nordeste, considerando os três últimos Censos (1991, 2000 e 2010). Em uma análise geral, observam-se melhorias nas condições socioeconômicas, evidenciadas pela queda na taxa de mortalidade infantil e na taxa de analfabetismo no período.

Posteriormente, esta seção expande a análise ao apresentar dados espaciais de todos os municípios do Brasil. O objetivo é traçar um panorama comparativo da Região Nordeste em relação às demais macrorregiões do país.

A Figura 1 indica a dinâmica da evolução temporal da dependência espacial entre os municípios, no que se refere à Taxa de Mortalidade Infantil nos anos de 1991 e 2010, enquanto a Figura 2 apresenta essa mesma relação para a taxa de analfabetismo. Percebe-se, então, uma prevalência da relação Alto-Alto (Alto-Alto Cluster), onde municípios com piores indicadores (maiores índices de analfabetismo ou taxa de mortalidade infantil) tendem a ser circunvizinhos a municípios que também apresentam piores níveis dessas variáveis. Com a evolução temporal, nota-se que, em 2010, alguns municípios da Região Nordeste passaram a apresentar uma relação de espacialidade Baixo-Alto, embora o padrão altamente majoritário permaneça sendo o Alto-Alto.

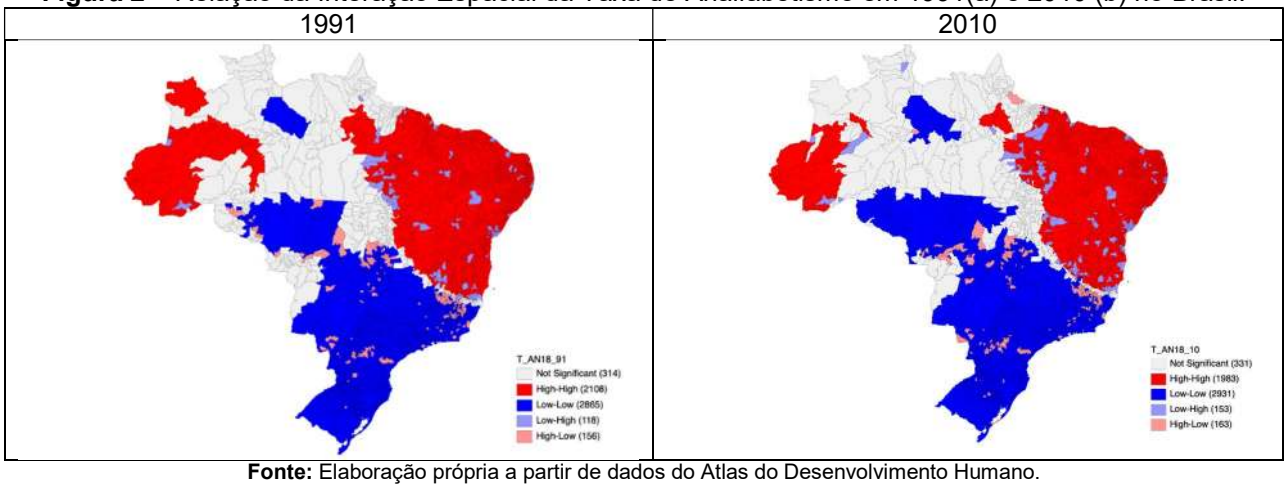
A Figura 3 apresenta o Diagrama de Espalhamento de Moran, que é um dos métodos visuais utilizados para avaliar a dependência espacial e o comportamento dos indicadores dada a sua variabilidade espacial. A finalidade do diagrama é permitir a comparação dos valores normalizados do indicador numa área com a média dos seus vizinhos, através de um gráfico bidimensional que relaciona os valores normalizados com a média dos valores normalizados dos vizinhos. Nele, podemos observar uma correlação espacial positiva, indicando que municípios com vizinhos que possuem melhores indicadores também tendem a apresentar melhores níveis para essas variáveis (similaridade entre vizinhos).

Figura 1 – Relação da Interação espacial da taxa de Mortalidade Infantil em 1991 e 2010 no Brasil**.**



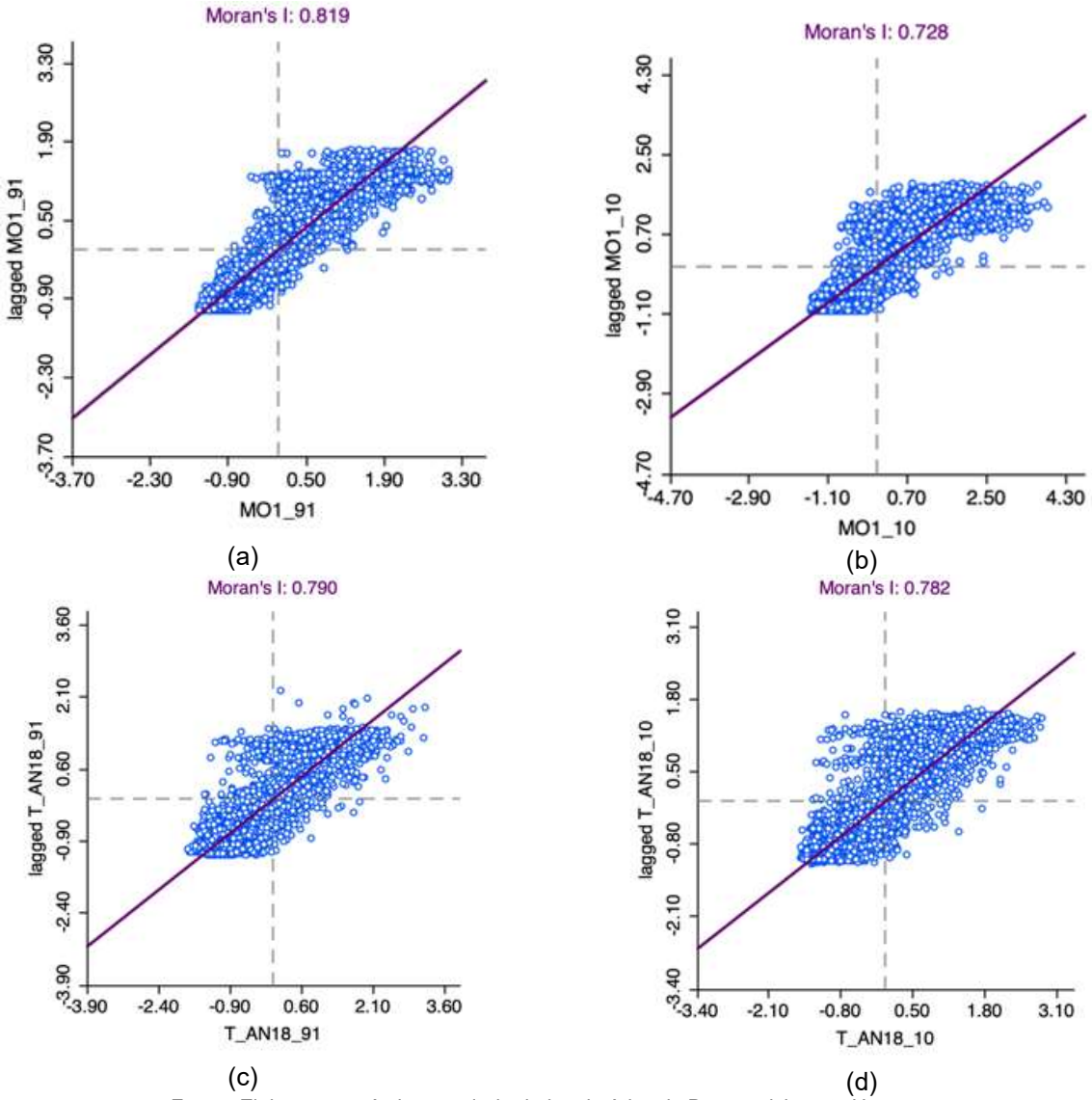
Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Atlas do Desenvolvimento Humano.

Figura 2 – Relação da Interação Espacial da Taxa de Analfabetismo em 1991(a) e 2010 (b) no Brasil.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Atlas do Desenvolvimento Humano.

Figura 3 – Diagrama de Espalhamento de Moran da Taxa de Mortalidade Infantil em 1991 (a) e 2010 (b) e da Taxa de Analfabetismo em 1991(a) e 2010 (b) no Brasil.



Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Atlas do Desenvolvimento Humano.

4.2 Análise Econométrica

Para a análise econométrica, primeiramente, utilizou-se um modelo de regressão em painel de efeitos fixos (FE) sem efeitos espaciais para dois indicadores de educação: taxa de analfabetismo e expectativa de anos de estudo. Esta etapa inicial visou identificar a significância das variáveis explicativas no modelo, desconsiderando, por enquanto, a dependência espacial. Posteriormente, o modelo final para a apuração dos resultados dos efeitos de transbordamento (spillover effects) foi um painel espacial de efeitos fixos, aplicado às variáveis de taxa de analfabetismo e expectativa de anos de estudo. A análise dos modelos com efeitos espaciais é crucial, pois permite a identificação dos efeitos diretos e dos efeitos indiretos, fornecendo o aporte necessário para quantificar o efeito transbordamento no tratamento dessas variáveis.

A Tabela A2 apresenta os resultados dos efeitos da taxa de analfabetismo sobre os indicadores de saúde (esperança de vida ao nascer (Exp), taxa de mortalidade infantil (TMI) e taxa de mortalidade na infância (TMI5)). Primeiramente, o teste de Hausman foi significativo, mostrando que o modelo de efeitos fixos é preferível ao de efeitos aleatórios, em outras palavras, espera-se que a heterogeneidade individual não observada seja correlacionada com as variáveis explicativas, sendo, nesse caso, considerada fixa no tempo. Em relação à significância das variáveis, as que não se apresentaram significativas a 5% foram lnrenda, Água e Banheiro e Luz, as demais foram significativas para essa análise.

Assim sendo, um aumento de 10 pontos percentuais na variável Analfabetismo (Analf) implica em um aumento de 2,9 óbitos por mil nascidos vivos na taxa de mortalidade infantil e de 3,3 óbitos por mil nascidos vivos na taxa de mortalidade na infância, além de apresentar uma relação negativa com a esperança de vida ao nascer. Destaca-se também a variável fecundidade, que exibe uma relação positiva com as taxas de mortalidade e negativa com a esperança de vida ao nascer. As dummies de tempo também demonstraram melhorias nos indicadores de saúde ao longo do tempo, dados os controles utilizados nesta pesquisa.

No modelo de painel de efeitos fixos para a Expectativa de Anos de Estudo (Tabela A3), verifica-se que, de forma semelhante ao caso anterior, as variáveis de educação, lixo, fecundidade, Índice de Gini e as dummies de tempo são significativas, com destaque para a variável de educação e fecundidade. Assim, um aumento de um ano na expectativa de anos de estudo impacta em uma redução de 0,88 na taxa de mortalidade infantil, uma redução de 0,89 na taxa de Mortalidade na Infância e, ainda, um aumento de 0,15 na Esperança de Vida ao Nascer. Novamente, a taxa de fecundidade é uma variável de destaque. Assim como na tabela anterior, as dummies de tempo foram significativas e negativas, indicando, em parte, uma convergência das variáveis de saúde independentemente das variáveis de controle. Esses choques comuns aos municípios podem ser expressos por tecnologias e políticas de saúde que afetaram de forma semelhante essas unidades e resultaram em melhores indicadores de saúde.

Os resultados obtidos até aqui convergem com as evidências relatadas no Modelo de Demanda por Saúde de Grossman (2000), no qual o autor afirma que a escolaridade é a variável com maior correlação com a saúde, quando comparada à renda e à ocupação. Alves e Belluzzo (2004) também destacam a importância da educação na redução da taxa de mortalidade infantil, identificando que um ano adicional na educação está associado a uma redução de 7% na taxa de mortalidade infantil no Brasil.

A Tabela 1 apresenta os resultados dos efeitos da taxa de analfabetismo sobre os indicadores de saúde esperança de vida ao nascer (Exp), taxa de mortalidade infantil (TMI) e taxa de mortalidade na infância (TMI5)), sendo que esse modelo considera o efeito espacial. Observa-se que, inicialmente o SDM foi escolhido em detrimento do SAR e do SEM (rejeição das hipóteses $\theta=0$ e $\theta= -\beta*\rho$), e posteriormente, pelo valor do Akaike na comparação entre os modelos SAC e SDM, o modelo escolhido foi o SAC.

Tabela 1 – Painel de Espacial de Efeitos Fixos para Taxa de Analfabetismo (SAC)

	Expectativa de Vida	TMI	TMI5
Lnrenda	0,2119	-0,6409	-0,9060
	(0,1769)	(0,8372)	(1,0205)
Analfabetismo	-0,0236***	0,2401***	0,2712***
	(0,0091)	(0,0431)	(0,0525)
Água e banheiro	0,0047	-0,0181	-0,0290
	(0,0032)	(0,0153)	(0,0187)
Lixo	0,0064***	-0,0310***	-0,0443***
	(0,0016)	(0,0076)	(0,0092)
Luz	0,0037	0,0110	-0,0253
	(0,0027)	(0,0127)	(0,0154)
Fecundidade	-0,3147***	2,4116***	2,8507***
	(0,0529)	(0,2554)	(0,3116)
Gini	1,0456**	-6,8317***	-8,5392***
	(0,5012)	(2,3914)	(2,9161)
Urbanização	-0,0069**	-0,0057	0,0023
	(0,0033)	(0,0155)	(0,0189)
Ano 2000	3,9021***	-13,8269***	-18,8267***
	(0,2095)	(0,8712)	(1,0420)
Ano 2010	8,3071***	-26,9355***	-38,2130***
	(0,4135)	(1,6255)	(1,9676)
M			
Var. dep	0,1823***	0,2598***	0,2750***
	(0,0373)	(0,0285)	(0,0242)
e.var. dep.	4,9004***	6,3289***	6,3772***
	(0,0719)	(0,0820)	(0,0781)
sigma_e			
_cons	1,4139***	6,7872***	8,2799***
	(0,0167)	(0,0802)	(0,0978)
AIC (SAC)	12709,449	23962,173	25387,915
AIC(SDM)	12797,62	24042,32	25521,11
Teste θ=0	884,08***	5491,21***	1069,84***
Teste θ= -β*ρ	637,17***	754,74***	609,33***
N	5376	5376	5376

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Atlas do Desenvolvimento Humano.
Notas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Erro padrão entre parênteses

A taxa de analfabetismo foi estatisticamente significativa, reforçando sua importância no modelo de painel espacial. Neste modelo, um aumento de 10 pontos percentuais na variável Analfabetismo implica um aumento de 2,4 óbitos por mil nascidos vivos na taxa de mortalidade infantil e de 2,7 óbitos por mil nascidos vivos na taxa de mortalidade na infância, além de manter uma relação negativa com a esperança de vida ao nascer. Assim como no modelo de painel de efeito fixo sem os efeitos espaciais, as variáveis lnrenda, água e banheiro e luz não foram significativas.

Tabela 2 – Efeitos diretos e indiretos da taxa de analfabetismo sobre a saúde

	Efeito Direto	Efeito Indireto	Efeito Total
Expectativa de Vida	-0,0236**	-0,0032**	-0,0268**
	(0,0090)	(0,0014)	(0,0103)
TMI	0,2401***	0,0491***	0,2892***
	(0,0431)	(0,0105)	(0,0518)
TMI5	0,2712***	0,0596***	0,3308***
	(0,0525)	(0,0128)	(0,0638)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Atlas do Desenvolvimento Humano.
Notas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Erro padrão entre parênteses

A Tabela 2 é uma extensão do modelo estimado na Tabela 1, descrevendo, neste caso, os efeitos diretos e indiretos da taxa de analfabetismo. Além do efeito direto ser estatisticamente significativo, observa-se a presença de efeitos indiretos de transbordamento também significativos, os quais variam entre 12% e 18% em relação ao efeito total. Em outras palavras, o fato de um município ter vizinhos com taxas de analfabetismo mais altas impacta negativamente a saúde de sua própria população (efeito de contágio).

A taxa de analfabetismo apresenta um efeito de transbordamento (indireto) na esperança de vida de aproximadamente **12%**, de **17%** na taxa de mortalidade infantil (TMI) e de **18%** na taxa de mortalidade na infância (TMI5), sendo todos calculados como proporção dos respectivos efeitos totais.

As Tabelas 3 e 4 mostram resultados semelhantes aos anteriores, mas utilizando a variável expectativa de anos de estudo. Frisando que a estimação é de um painel espacial, as variáveis apresentaram as mesmas relações de significância obtidas nas outras estimações realizadas neste trabalho. Vale ressaltar que, identificada a significância da variável de expectativa de anos de estudo para o modelo, os efeitos diretos e indiretos (transbordamento) dessa variável são mensurados na Tabela 6.

Tabela 3 – Painel de Efeito Espacial Fixo para a Expectativa de Anos de estudos (SAC)

	Expectativa de Vida	**TMI**	**TMI5**
Lnrenda	0,1928	-0,3760	-0,6078
	(0,1757)	(0,8325)	(1,0146)
Expec. Estudo	0,1114***	-0,9564***	-1,0248***
	(0,0322)	(0,1524)	(0,1857)
Água e banheiro	0,0052	-0,0184	-0,0309*
	(0,0032)	(0,0152)	(0,0186)
Lixo	0,0062***	-0,0286***	-0,0428***
	(0,0016)	(0,0075)	(0,0092)
Luz	0,0045*	0,0171	-0,0229
	(0,0027)	(0,0126)	(0,0152)
Fecundidade	-0,3173***	2,5564***	2,9915***
	(0,0523)	(0,2518)	(0,3071)
Gini	1,0302**	-7,7870***	-9,6559***
	(0,4980)	(2,3714)	(2,8904)
Urbanização	-0,0074**	-0,0134	-0,0051
	(0,0032)	(0,0153)	(0,0186)
Ano 2000	3,9556***	-15,5061***	-20,6256***
	(0,1764)	(0,7675)	(0,9122)
Ano 2010	8,2127***	-28,6226***	-39,9783***
	(0,3573)	(1,4779)	(1,7841)
M var. dep	0,2106***	0,2823***	0,2945***
	(0,0306)	(0,0261)	(0,0222)
e.vardep	5,5820***	6,7047***	6,7574***
	(0,1687)	(0,0885)	(0,0901)
sigma_e			
_cons	1,4103***	6,7791***	8,2675***
	(0,0167)	(0,0801)	(0,0977)
AIC(SAC)	12686,306	23956,556	25379,702
AIC(SDM)	12797,76	24171,80	25662,28
Teste θ=0	379,50***	1538,95***	1018,69***
Teste θ= -β*ρ	386,58***	756,89***	682,80***
N	5376	5376	5376

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Atlas do Desenvolvimento Humano.
Notas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Erro padrão entre parênteses.

Neste caso, o resultado mostra que o efeito indireto é ainda maior do que no caso da taxa de analfabetismo, representando 20% do efeito total sobre os indicadores de taxa de mortalidade, ou seja, existem efeitos de transbordamento significativos e a não consideração da questão espacial pode levar a problemas de parâmetros enviesados.

Tabela 4 – Efeitos diretos e indiretos da expectativa de anos de estudo sobre a saúde

	Efeito Direto	Efeito Indireto	Efeito Total
Expectativa de Vida	0,1114***	0,0177***	0,1292***
	(0,0322)	(0,0061)	(0,0376)
TMI	-0,9564***	-0,2169***	-1,1733***
	(0,1524)	(0,0443)	(0,1906)
TMI5	-1,0249***	-0,2451***	-1,2700***
	(0,1841)	(0,0520)	(0,2334)

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Atlas do Desenvolvimento Humano.
Notas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Erro padrão entre parênteses.

Os resultados apresentados no presente estudo corroboram com os observados em outros trabalhos, dentre os quais se destacam Alves e Belluzzo (2004), Soares (2007), Mendonça e Mota (2008), além de Souza e Leite (2008), este último relacionado especificamente ao Nordeste. Esses estudos evidenciam a importância da educação para as condições de saúde da população. Alves e Belluzzo (2004) e Soares (2007), por exemplo, como já destacado, mostram que a melhoria nos índices educacionais foi determinante para aprimorar as condições de saúde no período de 1970 a 2000. Já Mendonça e Mota (2008) explicitam que a redução da taxa de analfabetismo é a alternativa menos custosa para melhorar os indicadores de mortalidade infantil.

De fato, essa literatura fornece evidências consistentes da relação entre educação e saúde e, em grande medida, utiliza os mesmos indicadores empregados na presente pesquisa, além de aplicar técnicas econométricas de grande valor científico-metodológico. Apesar disso, nenhum desses estudos buscou controlar em suas estimações os problemas provenientes da dependência espacial, situação que pode comprometer, em certa medida, os resultados observados. Como se pôde observar na apresentação dos resultados, há uma dependência espacial bastante significativa entre as condições de saúde e o nível educacional da população, fato constatado tanto na análise descritiva quanto nos modelos estimados. A existência de efeitos indiretos (transbordamentos) da educação sobre a saúde, que alcançaram até 20% do efeito total, destaca a importância de se considerar a interdependência entre os municípios brasileiros.

Portanto, este trabalho buscou contribuir ao atualizar essa análise da relação entre educação e saúde. Além de constatar o efeito já existente entre essas variáveis, esta pesquisa agrega valor ao considerar a análise espacial, que apresentou resultados significativos com efeitos de transbordamentos. Isso é particularmente notável para os casos em que foram utilizadas as taxas de mortalidade infantil e na infância como variável-resposta (outcome), já que estas são mais sensíveis a questões básicas sobre as quais o conhecimento pode ter efeito. Em outras palavras, os transbordamentos de conhecimento parecem afetar principalmente as taxas de mortalidade infantil e na infância, que, por teoria, são sensíveis a questões mais básicas de saúde.

Como forma de dar robustez aos resultados, as Tabelas A4, A5 e A6 apresentam o efeito da taxa de analfabetismo sobre os indicadores de saúde, utilizando modelos que adicionam às estimações a cobertura do Programa Saúde da Família (PSF), gastos com o Programa Bolsa Família (PBF) e tendências não lineares estaduais, conforme procedimento destacado na seção de metodologia. Primeiramente, um fato a ser destacado é que o efeito do PSF (não apresentado aqui, mas disponível aos interessados) em geral não é significativo em modelos com *dummies* de tempo, apesar de apresentar resultado oposto na ausência desses controles. Isso sugere um efeito do programa que, provavelmente, ocorreu de forma relativamente uniforme entre os municípios ao longo do tempo. Já a estimação que leva em consideração os gastos com o PBF foi significativa, mesmo no modelo com controles de *dummies* de ano. No que se refere à principal relação deste artigo, podemos observar que as principais conclusões se mantiveram.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou analisar o impacto da educação sobre a saúde com dados que abrangeram os municípios do Nordeste do Brasil no período de 1991-2010. Para tanto, empregou-se uma abordagem de painel espacial, buscando analisar possíveis efeitos de transbordamento, sendo este aspecto o diferencial metodológico no propósito deste trabalho.

Os principais resultados mostraram que a educação é significativa para explicar variações na saúde da população, seja através de sua mensuração pela taxa de analfabetismo, seja pela expectativa de anos de estudo. Este resultado se mostrou robusto para os três indicadores de saúde: esperança de vida ao nascer, taxa de mortalidade infantil e taxa de mortalidade na infância. Embora os efeitos tenham sido significativos também no modelo que não considera os efeitos espaciais, o painel espacial, principalmente para a variável expectativa de anos de estudo sobre as taxas de mortalidade, revelou efeito de transbordamento significativo.

Em outras palavras, a questão espacial é importante e modelos que não a consideram podem apresentar parâmetros enviesados. No caso deste trabalho, observou-se que municípios que possuem vizinhos com melhores indicadores educacionais podem ser beneficiados pelos efeitos de transbordamento sobre a saúde de sua população.

Os resultados obtidos são consistentes para responder à problemática abordada nesta pesquisa, mostrando que a educação tem efeito na saúde e que a correção nos indicadores dessas variáveis é significativamente importante para que uma região possa aferir resultados satisfatórios de desenvolvimento. Logo, políticas públicas voltadas à educação podem ter relações positivas nos municípios vizinhos devido ao efeito transbordamento.

Políticas públicas que levem em consideração a questão espacial podem vir a ter resultados satisfatórios. Notadamente, medidas de incentivo à educação, tais como: mais investimento no ensino básico, criação de mais unidades públicas de ensino em locais onde há carência de oferta ou ainda em locais onde se visualize uma oportunidade na dinamização eficiente da educação, podem ser efetivas, resultando em efeitos positivos nos indicadores de saúde. Outro ponto importante está relacionado com a melhoria da infraestrutura e tecnologia no ensino, um fator que permite um melhor desempenho na absorção do conhecimento. É recomendável, ainda, visualizar a oportunidade de parceria público-privada na educação, incentivando ainda mais a criação de cursos técnicos e profissionalizantes.

Este trabalho possui algumas limitações, com destaque para duas: primeiro, os dados estão relativamente defasados, nesse sentido, o novo Censo poderá trazer uma análise mais atualizada e robusta. Em segundo lugar, devem-se destacar possíveis problemas de endogeneidade, principalmente causados por variáveis omitidas não fixas no tempo, como infraestrutura e políticas de saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBOUY, V.; LEQUIEN, L. Does compulsory education lower mortality? **Journal of Health Economics**, Volume 28, Issue 1, p. 155-168, 2009.

ALVES, D.; BELLUZZO, W. Child health and infant mortality in Brazil. **Economics and Human Biology**, 12, p. 391-410, 2004.

AQUINO, R; et al. Impacto do programa de saúde da família sobre a mortalidade infantil nos municípios brasileiros. **Sou J Saúde Pública**. 2009 Jan; Disponível em < https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2636620/> acessado em 01 de junho.

ARELLANO, M; BOND,E. Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. **The Review of Economic Studies**, Volume 58, Issue 2, April 1991, Pages 277–297.

BAER, W.; Campino, A.C.C.; Cavalcanti, T. Condições e política de saúde no Brasil. **Economia Aplicada**, 4: 763-785, 2000.

BARUFI, Ana M.B.; HADDAD, Eduardo A.; PAEZ, Antonio. Infant mortality in Brazil, 1980-2000: A spatial panel data analysis. **BMC Public Health**, 12, 2012.

BARUFI, Ana Maria Bonomi. **Dimensões Regionais da Mortalidade Infantil no Brasil.** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

BEHRMAN, Jere; DEOLALIKAR, Anil. Health and nutrition. **Handbook of development economics.** Vol. 1. 631-711. 1998.

Belotti, Federico, Hughes, Gordon e Piano Mortari, Andrea. Spatial panel data models using Stata, **Stata Journal** , 17 , edição 1, p. 139-180, 2017.

BEZERRA-FILHO, J.G; KERR, L.R.F.S.; MINÁ, D.L.; BARRETO, M.L. Distribuição espacial da taxa de mortalidade infantil e principais determinantes no Ceará, Brasil, no período 2000-2002. **Cadernos de Saúde Pública 23**: 1173-1185, 2007

CASTRO, Marcia C.; SIMÕES, Celso C.S. Spatio-Temporal Trends of Infant Mortality in Brazil. **Paper prepared for presentation at the XXVI IUSSP International Population Conference**, Marrakech, Morocco, September 2009.

CHAGAS, Luis Squarize Chagas. Econometria espacial: modelos espaciais de dados em painel. Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo, maio 2018.

Eide Eric R., Showalter Mark H. “Estimating the Relation Between Health and Education: What Do We Know

and What Do We Need to Know?" **Economics of Education Review** 30(5):778–91, 2011.

FONSECA, S.C; FLORES, P.V.G; CAMARGO, Jr.K.R; PINHEIRO, R.S; COELI, C.M. Escolaridade e idade materna: desigualdades no óbito neonatal. **Rev. Saúde Pública**. 2017; 51:94.

GARCIA, L. P.; SANTANA, L. R. Evolução das desigualdades socioeconômicas na mortalidade infantil no Brasil, 1993-2008. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 9, p. 83-120, 2011.

GOMES; Bruno Silva de Moraes. **Análises Espaciais em Saúde para os Municípios Brasileiros:** Ciclos Eleitorais e Partidários, Estratégia Saúde da Família e Migração Médica. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia, Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal Juiz de Fora, Minas Gerias, 2017.

GROSSMAN, M. On the concept of health capital and the demand for health. Journal of Political Economy, 80(2), 223–255, 1972

GROSSMAN, M. The human capital model of the demand for health. In A. J. Culyer, & J. P. Newhouse (Eds.). **Handbook of health economics** 1A (pp. 347–408). Amsterdam: Elsevier Science, 2000.

KASSOUF, A. A demanda de saúde infantil no Brasil por Região e Setor. **Pesquisa e Planejamento Econômico 24**, 235-260. 1994.

KASSOUF, A.; SENAUER, B. Direct and indirect effect of parental education on malnutrition among children in brazil: a full income approach. **Econ. Dev. Mudança Cultural 44**, 817-838. 1996.

LI, Z; HSIAO, Y; GODWIN, J; MARTIN, B.D; WAKEFIELD, J; CLARK, S.J; et al. Changes in the spatial distribution of the under-five mortality rate: Small-area analysis of 122 DHS surveys in 262 subregions of 35 countries in Africa. **PLoS ONE** 14(1), 2019: e0210645. https://doi.org/10.1371/journal.

Lleras-Muney A. The relationship between education and adult mortality in the United States. **Rev Econ Stud**. 2005; 72:189–221.

MACINKO, J; GUANAIS, F.C; SOUZA, M.F.M. An evaluation of the impact of the Family Health Program on infant mortality in Brazil, 1990-2002. **Journal of Epidemiology & Community Health**,v. 6, n. 1, p.13-19, 2006.

MARIANO, J.L; MARTA, F. **Eficiência da redução da mortalidade infantil:** uma análise para os municípios da região nordeste -2018. Disponível em: >https://www.anpec.org.br/nordeste/2018/submissao/arquivos_identificados/114-caabdbcf508a102340cb8d4d9f0db3ab.pdf>. Acesso em: 19 jul 2020.

MAZUMDER, B., 2008. Does education improve health? A reexamination of the evidence from compulsory schooling laws. **Econ. Perspect**. 33, 2e16.

MENDONÇA, M.J.C; MOTTA, R. S. Saúde e Saneamento no Brasil. **Planejamento e políticas públicas** | ppp | v. 30 | jun./dez. 2007.

MONTEIRO, Mário F. G. O efeito da educação materna sobre o risco da mortalidade infantil. **Revista Brasileira de Estudos de População**, jan./jun. 1990.

PEIXOTO, S.G.D. Eficácia e Gestão da Política de Atenção Básica de Saúde nos Municípios Brasileiros. **Master's Thesis**, FEA-USP, São Paulo. 2008.

PEREIRA, V.S.; LIMA, E. S. Relação entre saneamento básico e taxa de mortalidade infantil: evidências empíricas para os municípios do Piauí, nos anos censitários (1991, 2000 e 2010). **Revista Econômica do Nordeste**, v.52, n.1, 2021.

SOARES, R.R. "Health and the Evolution of Welfare across Brazilian Municipalities". **Journal of Development Economics**, Vol. 84, pp. 590-608. 2007.

SOUSA, Tanara Rosângela Vieira; LEITE FILHO, Paulo Amilton Maia. Análise por dados em painel do status de saúde no Nordeste Brasileiro. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 42, n. 5, p. 796-804, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003489102008000500003&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 11 Junho 2019.

SOUZA, et al. Estimação e Análise dos Fatores Determinantes da Redução da Taxa de Mortalidade Infantil no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU)**. Vol. 10, n. 2, pp. 140-155, 2016.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric Analysis of Croos Sections and Panel Date**, MIT Press, 2010.

WOOLDRIDGE, J. M. Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data, 1 ed. 2002.

Tabela A1 – Estatísticas Descritivas

	Média por ano			Estatísticas overall		
	1991	**2000**	**2010**	**Desvio padrão**	**mínimo**	**máximo**
Esperança de vida	58,53	64,15	70,25	5,41	50,97	75,16
TMI	76,23	49,11	27,20	22,94	13,40	120,12
TMI5	98,40	61,91	29,34	31,27	11,92	151,60
Analfabetismo	52,14	38,72	29,49	12,81	4,12	88,14
Expec. Estudo	5,63	6,82	8,93	1,79	0,91	11,09
Lnrenda	4,69	5,07	5,58	0,49	3,50	7,04
Água e banheiro	20,94	33,62	61,98	25,37	0	98,52
Lixo	37,80	66,81	88,95	33,17	0	100
Luz	52,87	77,56	95,78	24,74	0	100
Fecundidade	4,63	3,23	2,36	1,20	1,35	8,14
Gini	0,52	0,56	0,52	0,06	0,31	0,92
Urbanização	39,20	49,92	55,22	22,40	0	100

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Atlas do Desenvolvimento Humano.
Notas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Erro padrão entre parênteses.

Tabela A2 – Painel de Efeito Fixo sem Efeitos Espaciais para Taxa de Analfabetismo

	Expectativa de vida	**TMI**	**TMI5**
Lnrenda	0,1165	0,5253	0,5318
	(0,1874)	(0,9493)	(1,1585)
Analfabetismo	-0,0247**	0,2907***	0,3365***
	(0,0101)	(0,0520)	(0,0638)
Água e banheiro	-0,0039	0,0319*	0,0363*
	(0,0035)	(0,0171)	(0,0210)
Lixo	0,0067***	-0,0227***	-0,0312***
	(0,0016)	(0,0083)	(0,0102)
Luz	0,0042*	0,0197	-0,0136
	(0,0025)	(0,0126)	(0,0155)
Fecundidade	-0,3028***	2,9567***	3,4924***
	(0,0590)	(0,3087)	(0,3804)
Gini	2,1924***	-9,0799***	-12,3971***
	(0,4984)	(2,5349)	(3,0711)
Urbanização	-0,0112***	-0,0194	-0,0116
	(0,0037)	(0,0197)	(0,0247)
Ano 2000	4,5893***	-18,8908***	-25,8155***
	(0,1559)	(0,7870)	(0,9554)
Ano 2010	10,1683***	-36,8189***	-53,0095***
	(0,2973)	(1,4491)	(1,7803)
_cons	59,5829***	49,5179***	70,1785***
	(1,0082)	(5,1653)	(6,3047)
Hausman	198,21***	118,73***	139,50***
N	5376	5376	5376

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Atlas do Desenvolvimento Humano.
Notas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Erro padrão entre parênteses.

Tabela A3 – Painel de Efeitos Fixos sem Efeitos Espaciais para a Expectativa de Anos de Estudo

	Expectativa de Vida	TMI	TMI5
Ln_renda	0,0457	0,9514	0,9711
	(0,1877)	(0,9510)	(1,1609)
Exp. Estudo	0,1572***	-0,8804***	-0,8907***
	(0,0305)	(0,1581)	(0,1952)
Aguá e banheiro	-0,0043	0,0306*	0,0340
	(0,0035)	(0,0170)	(0,0209)
Lixo	0,0059***	-0,0188**	-0,0274***
	(0,0016)	(0,0083)	(0,0103)
Luz	0,0027	0,0234*	-0,0112
	(0,0026)	(0,0128)	(0,0157)
Fecundidade	-0,3126***	3,2101***	3,8041***
	(0,0574)	(0,2994)	(0,3689)
Gini	2,3095***	-10,4794***	-14,0201***
	(0,4947)	(2,5056)	(3,0394)
Urbanização	-0,0108***	-0,0308	-0,0256
	(0,0037)	(0,0198)	(0,0248)
ano 2000	4,8040***	-21,5521***	-28,9141***
	(0,1226)	(0,6188)	(0,7562)
ano 2010	10,3674***	-40,4132***	-57,3364***
	(0,2518)	(1,2348)	(1,5223)
_cons	57,8341***	67,3078***	90,4036***
	(0,8895)	(4,5594)	(5,5339)
Hausman	366,26***	236,01***	261,06***
N	5376	5376	5376

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Atlas do Desenvolvimento Humano.
Notas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Erro padrão entre parênteses.

Tabela A4 – Robustez dos resultados, efeitos da taxa de analfabetismo, modelo SAC adicionando o PSF

	Efeito Direto	Efeito Indireto	Efeito Total
Expectativa de Vida	-0,0194**	-0,0030**	-0,0224**
	(0,0091)	(0,0014)	(0,0104)
TMI	0,2293***	0,0478***	0,2771***
	(0,0432)	(0,0103)	(0,0520)
TMI5	0,2547***	0,0573***	0,3120***
	(0,0528)	(0,0129)	(0,0645)
N	5343		

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Atlas do Desenvolvimento Humano.
Notas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Erro padrão entre parênteses

Tabela A5 – Robustez dos resultados, efeitos da taxa de analfabetismo, modelo SAC adicionando o Programa Bolsa Família

	Efeito Direto	Efeito Indireto	Efeito Total
Expectativa de Vida	-0,0222***	-0,0030**	-0,0252**
	(0,0090)	(0,0014)	(0,0103)
TMI	0,2333***	0,0498***	0,2831***
	(0,0429)	(0,0105)	(0,0518)
TMI5	0,2554***	0,0593***	0,3147***
	(0,0524)	(0,0132)	(0,0643)
N	5376		

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Atlas do Desenvolvimento Humano.
Notas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Erro padrão entre parênteses.

Tabela A6 – Robustez dos resultados, efeitos da taxa de analfabetismo, modelo SAC adicionando tendências não lineares estaduais

	Efeito Direto	Efeito Indireto	Efeito Total
Expectativa de Vida	-0,0248***	-0,0048**	-0,0296***
	(0,0090)	(0,0023)	(0,0108)
TMI	0,1810***	0,0792***	0,2603***
	(0,0425)	(0,0270)	(0,0638)
TMI5	0,2342***	0,0978***	0,3320***
	(0,0529)	(0,0132)	(0,0777)
N	5376		

Fonte: Elaboração própria a partir de dados do Atlas do Desenvolvimento Humano.
Notas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1. Erro padrão entre parênteses.