

Padrão espaço-temporal e fatores relacionados à mortalidade infantil no Nordeste brasileiro



Spatiotemporal pattern and factors related to infant mortality in Northeast Brazil

Patrón espacio-temporal y factores relacionados con la mortalidad infantil en el Noreste de Brasil

Geovana Almeida dos Santos Araujo^a
 Thatiana Araújo Maranhão^a
 Daniele de Brito Sousa^a
 George Jó Bezerra Sousa^b
 José Claudio Garcia Lira Neto^c
 Maria Lúcia Duarte Pereira^b
 Révia Ribeiro Castro^b
 José Wagner Martins da Silva^b

Como citar este artigo:

Araujo GAS, Maranhão TA, Sousa DB, Sousa GJB, Lira Neto JCG, Pereira MLD, Castro RR, Silva JWM. Padrão espaço-temporal e fatores relacionados à mortalidade infantil no Nordeste brasileiro. Rev Gaúcha Enferm. 2022;43:e20210177. doi: <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2022.20210177.pt>

RESUMO

Objetivo: Analisar o padrão espaço-temporal e os fatores relacionados à mortalidade infantil no Nordeste brasileiro de 2008 a 2018.

Método: Estudo ecológico desenvolvido com óbitos infantis ocorridos no Nordeste e notificados no Sistema de Informação sobre Mortalidade. Utilizou-se os modelos de regressão não espacial e espacial para identificar indicadores relacionados à mortalidade infantil. Resultados: A taxa de mortalidade apresentou tendência decrescente de 2,1% ao ano (IC95%:-2,7 – -1,6; p<0,001), com maiores coeficientes bayesianos concentrados em municípios do interior do Piauí. As variáveis relacionadas a mortalidade infantil foram: Índice de Gini ($\beta=6,56$; p=0,01), Índice de Desenvolvimento Humano Municipal ($\beta=-22,21$; p<0,001), razão de dependência ($\beta=0,16$; p<0,001), percentual de pessoas em domicílios sem energia elétrica ($\beta=-0,12$; p<0,001) e percentual de mulheres de dez a dezessete anos que tiveram filhos ($\beta=0,19$; p=0,01).

Conclusão: Observou-se diminuição da mortalidade infantil no período estudado e altas taxas bayesianas no interior piauiense.

Palavras-chave: Mortalidade Infantil. Saúde da criança. Fatores de risco. Estudos de séries temporais. Estudos ecológicos. Estudos epidemiológicos.

ABSTRACT

Objective: To analyze the spatiotemporal pattern and factors related to infant mortality in Northeastern Brazil from 2008 to 2018.

Method: Ecological study developed with infant deaths that occurred in the Northeast and reported in the Mortality Information System. Non-spatial and spatial regression models were used to identify indicators related to infant mortality.

Results: The mortality rate showed a decreasing trend of 2.1% per year (95% CI: -2.7 – -1.6; p<0.001), with higher Bayesian coefficients concentrated in municipalities in the interior of Piauí. The variables related to infant mortality were: Gini Index ($\beta = 6.56$; p=0.01), Municipal Human Development Index ($\beta = -22.21$; p<0.001), dependency ratio ($\beta = 0.16$; p<0.001), percentage of people in households without electricity ($\beta = -0.12$; p<0.001) and percentage of women aged 10 to 17 who had children ($\beta=0.19$; p=0.01).

Conclusion: There was a decrease in infant mortality during the studied period and high Bayesian rates in the interior of Piauí.

Keywords: Infant mortality. Child health. Risk factors. Time series studies. Ecological studies. Epidemiologic studies.

RESUMEN

Objetivo: Analizar el patrón espaciotemporal y los factores relacionados con la mortalidad infantil en el Noreste de Brasil de 2008 a 2018.

Método: Estudio ecológico desarrollado con muertes infantiles ocurridas en el Noreste y reportadas en el Sistema de Información de Mortalidad. Se utilizaron modelos de regresión espacial y no espacial para identificar indicadores relacionados con la mortalidad infantil.

Resultados: La tasa de mortalidad mostró una tendencia decreciente de 2,1% por año (IC 95%: - 2,7 – -1,6; p <0,001), con mayores coeficientes bayesianos concentrados en las ciudades del interior de Piauí. Las variables relacionadas con la mortalidad infantil fueron: Índice de Gini ($\beta = 6,56$; p = 0,01), Índice de Desarrollo Humano Municipal ($\beta = -22,21$; p <0,001), razón de dependencia ($\beta = 0,16$; p <0,001), porcentaje de personas en hogares sin electricidad ($\beta = -0,12$; p <0,001) y porcentaje de mujeres de 10 a 17 años que tuvieron hijos ($\beta = 0,19$; p = 0,01).

Conclusión: Hubo una disminución de la mortalidad infantil durante el período de estudio y altas tasas bayesianas en el interior de Piauí.

Palabras clave: Mortalidad infantil. Salud del niño. Factores de riesgo. Estudios de series temporales. Estudios ecológicos. Estudios epidemiológicos.

^a Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Curso de Bacharelado em Enfermagem. Parnaíba, Piauí, Brasil.

^b Universidade Estadual do Ceará (UECE), Programa de Pós-Graduação em Cuidados Clínicos em Enfermagem e Saúde. Fortaleza, Ceará, Brasil.

^c Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP), Curso de Medicina. Guarujá, São Paulo, Brasil.

■ INTRODUÇÃO

A Taxa de Mortalidade Infantil (TMI) é considerada um clássico indicador das condições de vida e de atenção à saúde de uma sociedade, uma vez que comprova a efetividade de políticas públicas de saúde e a evolução socioeconômica do país, sendo medida através do número de crianças que morrem antes de completar um ano de vida para cada mil nascidos vivos (NV)⁽¹⁾.

No decorrer dos últimos anos, ocorreu uma redução da TMI no Brasil. Em 2010, a taxa de óbitos infantis era de 17,22 por mil nascidos vivos, já em 2016, a taxa reduziu para 12,7 óbitos por mil nascidos vivos⁽²⁾. Apesar da redução observada, o país ainda apresenta altas taxas de mortalidade infantil quando comparado a países desenvolvidos⁽¹⁾, refletindo às condições desfavoráveis de vida da população e da atenção à saúde, potencializadas pelas desigualdades regionais e socioeconômicas⁽³⁾.

A existência de desigualdades tanto entre estratos sociais, como entre regiões e estados e, até mesmo entre áreas da mesma cidade, levam à identificação de territórios constituídos de grupos populacionais sob alto risco de morte infantil. Além disso, existem diferenças no que se refere à disponibilidade de recursos para a saúde e a capacidade para prestação de serviços⁽⁴⁾. Tendo em vista a existência de relação direta entre a mortalidade infantil e as condições socioeconômicas, percebe-se que os lugares mais pobres possuem a TMI acima da média nacional, com destaque para municípios da região Nordeste⁽⁵⁾.

Convém ressaltar que a maior parte das iniquidades em saúde que existem globalmente reflete as condições do processo de produção e reprodução social. Todavia, nem todos os indicadores sociais possuem o mesmo grau de importância, visto que os mais relevantes são aqueles que levam a alterações nas condições sociais da população⁽⁶⁾. A rede de indicadores relacionados à mortalidade infantil é complexa e reflete a interação entre diversos fatores, tais como: moradia, trabalho, renda, escolaridade, proteção social, saneamento básico e acesso aos serviços de saúde⁽⁷⁾.

Em face das desigualdades regionais e da necessidade de apontar os fatores que se relacionam com a mortalidade infantil, especialmente nos territórios que apresentam as maiores taxas do problema, torna-se essencial a adoção de técnicas de investigação que avaliem o fenômeno tanto no tempo, como no espaço. Assim, é possível fazer inferências e testar hipóteses causais que fomentarão o planejamento de intervenções que tenham como foco a população onde o problema mostre-se mais alarmante e de difícil controle⁽²⁾. Diante disso, este estudo teve como objetivo analisar o padrão espaço-temporal e os fatores

relacionados à mortalidade infantil no Nordeste brasileiro no período de 2008 a 2018.

■ MÉTODO

Estudo ecológico, que tem como base a aplicação de ferramentas de geoprocessamento e análise espacial em saúde cuja área de interesse foi a região Nordeste do Brasil. Segundo o último censo demográfico brasileiro de 2010, a população do Nordeste era de 53.078.137 de pessoas, distribuída em nove estados, sendo eles: Alagoas (AL), Bahia (BA), Ceará (CE), Maranhão (MA), Paraíba (PB), Pernambuco (PE), Piauí (PI), Rio Grande do Norte (RN) e Sergipe (SE), os quais abrigam 28% da população brasileira⁽⁸⁾.

Utilizou-se dados secundários de saúde, provenientes dos bancos de dados do Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM) e do Sistema de Informação sobre Nascidos Vivos (SINASC), disponibilizados no sítio eletrônico do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), do Ministério da Saúde do Brasil. A coleta de dados aconteceu em novembro de 2019, ocasião em que foram selecionados todos os óbitos ocorridos em menores de um ano notificados no período de 2008 a 2018, levando-se em consideração o município de residência da criança.

Os valores brutos dos óbitos infantis em cada ano foram tabulados em planilhas do software Microsoft Office Excel e importados para o software livre Joinpoint Regression Program versão 4.6.0.0. A variação percentual anual (Annual Percentage Change – APC) foi calculada com intervalo de confiança de 95% (IC95%), em que valores negativos da APC indicam tendência decrescente e valores positivos apontam para uma tendência crescente⁽⁹⁾.

Cada ponto de inflexão adicionado ao modelo significa variação da tendência linear. Ajustou-se o modelo assumindo-se que o número de pontos de inflexão poderia variar de zero (apenas um segmento) até dois (três segmentos) no decorrer dos anos. Determinou-se nível de significância de 5% para analisar a hipótese nula de que a APC da série era igual a zero⁽⁹⁾. Nessa perspectiva, estabeleceu-se como variável dependente, o ano em que ocorreram os óbitos infantis, e como variável independente, as taxas de mortalidade em cada ano, calculadas e padronizadas diretamente no programa.

As informações demográficas e indicadores socioeconômicos da população dos municípios nordestinos, oriundos do último censo demográfico de 2010, foram obtidos no sítio eletrônico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Após vasta revisão de literatura e utilizando-se o critério epidemiológico, foram coletados catorze indicadores: Índice de Gini, Índice de Desenvolvimento Humano

Municipal (IDHM), Produto Interno Bruto per capita, taxa de desemprego, taxa de analfabetismo, percentual de pessoas de dezoito anos ou mais com ensino fundamental completo, razão de dependência, percentual de pessoas em domicílios sem energia elétrica, percentual de pessoas em domicílios com paredes inadequadas, percentual de pessoas em domicílios urbanos com coleta de lixo, percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados, percentual de pessoas pobres, percentual de mulheres de dez a dezessete anos que tiveram filhos e taxa de fecundidade.

Para o cálculo das taxas de mortalidade infantil brutas, foi utilizado o software TabWin v.4.14[®]. Como numerador da fórmula, foi empregado o número de óbitos entre menores de um ano em cada ano considerado para este estudo e, como denominador, o número de nascidos vivos da população de cada município nordestino, também para cada ano, multiplicado por 1.000 nascidos vivos. As taxas brutas foram suavizadas pelo método Bayesiano Empírico Local para corrigir flutuações aleatórias casuais, especialmente em municípios com pequeno número de habitantes. Para tanto, foi construída uma matriz de vizinhança, na qual se utilizou o critério de contiguidade⁽¹⁰⁾.

Para identificar os fatores relacionados à mortalidade infantil no Nordeste brasileiro, os indicadores socioeconômicos selecionados foram inseridos em um modelo de regressão não espacial Ordinary Least Squares (OLS) utilizando-se o método step forward com valor de entrada de 0,1. Contudo, uma vez que o modelo clássico OLS não leva em consideração a localização espacial do fenômeno estudado, procedeu-se em seguida ao ajuste do modelo de regressão espacial Geographically Weighted Regression (GWR) as variáveis explicativas estatisticamente significativas no modelo OLS. Assim, tornou-se possível identificar as variáveis relacionadas às condições de vida da população nordestina que podem estar associadas à mortalidade infantil em cada município da região, visto que o problema e seus determinantes sofrem variação de acordo com a área em que são investigados⁽¹¹⁾.

O resultado da regressão GWR é apresentado nesse estudo em formato de dois mapas temáticos para cada indicador socioeconômico: um mapa para o valor do coeficiente de regressão e outro mapa que representa a significância estatística de cada município, considerando-se $p < 0,05$. Adotou-se como parâmetros o critério de informação de Akaike (AIC) e o coeficiente de determinação (R^2) para comparar os modelos OLS e GWR e identificar qual deles possui o melhor ajuste. Desse modo, quanto menor é o valor do AIC e quanto maior é o valor do R^2 , melhor é o ajuste do modelo⁽¹¹⁾.

O software TerraView v.4.2.2[®] foi utilizado para a obtenção da matriz de vizinhança e para o cálculo da estatística

bayesiana. Já a regressão não espacial OLS foi realizada no software Stata v.12[®] e a regressão espacial GWR no software GWR v.4.0.9[®]. Os mapas foram elaborados no software QGIS v.2.14.17[®].

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Piauí sob parecer de nº 3.286.819 e CAAE de nº 07558218.7.0000.5209. Salienta-se que foram respeitados todos os aspectos éticos e legais preconizados pelas Resoluções nº 466/12 e nº 510/16.

■ RESULTADOS

Na região Nordeste do Brasil, foram notificados 137.885 óbitos infantis no período de 2008 a 2018. Destes, 76.979 (55,9%) eram crianças do sexo masculino, predominantemente da cor parda ($n=86.025; 74,5\%$), eutróficas ($n=38.530; 33,2\%$), prematuras ($n=70.798; 65,3\%$) e que estavam na faixa etária de 0 a 6 dias ($n=77.744; 56\%$). Cerca de três em cada cinco óbitos foram causados por afecções relacionadas ao período perinatal ($n=85.345; 61,8\%$) (Tabela 1).

A análise temporal por Joinpoint apresentou tendência decrescente estatisticamente significativa da mortalidade infantil em todos os estados da região Nordeste, exceto Sergipe que apresentou padrão estacionário ($p > 0,05$). Alagoas foi o estado que teve redução mais expressiva da TMI com queda de 3,6% ao ano (IC95%: -4,5- -2,7), seguido de Pernambuco, com redução de 3,2% ao ano (IC: -4,2 - -2,2) (Tabela 2).

Na figura 1, verificou-se que o mapa da taxa bruta de mortalidade infantil (mapa A) apresentou uma dispersão irregular ao longo dos municípios nordestinos, sem demonstrar um padrão espacial aparente e formando uma imagem com aparência de mosaico devido à instabilidade dos valores brutos. Diante disso, realizou-se a suavização por meio do método bayesiano empírico local para diminuir essa dispersão. Tal método gerou indicadores mais estáveis que demonstram um padrão regional mais claro da mortalidade infantil (mapa B).

O mapa temático da taxa de mortalidade infantil suavizada (mapa B) mostra que a maioria dos municípios nordestinos apresentou taxas que variam de 13,30 a 18,16 óbitos/1.000 NV, com maiores taxas (23,02 a 27,88 óbitos/1.000 NV) presentes, predominantemente, em municípios do interior piauiense.

Na Tabela 3, verificou-se o modelo final de regressão linear (OLS) contendo as variáveis relacionadas com a mortalidade infantil no Nordeste: Índice de Gini ($\beta=6,56; p=0,01$), IDHM ($\beta=-22,21; p<0,001$), razão de dependência ($\beta=0,16; p<0,001$), percentual de pessoas em domicílios sem energia elétrica ($\beta=-0,12; p<0,001$) e percentual de mulheres de dez a dezessete anos que tiveram filhos ($\beta=0,19; p=0,01$).

Tabela 1 – Caracterização sociodemográfica dos óbitos infantis. Nordeste, Brasil, 2008-2018, n= 137.885

Variáveis*	n	%
Sexo		
Masculino	76.979	55,9
Feminino	60.906	44,1
Peso ao nascer		
Extremo baixo peso	33.999	29,3
Muito baixo peso	16.238	14
Baixo peso	24.450	21
Peso normal	38.530	33,2
Macrossomia	2.911	2,5
Duração da Gestação		
Pré-termo	70.798	65,3
Termo	35.902	33,1
Pós-termo	1.705	1,6
Faixa etária		
0 a 6 dias	77.744	56
7 a 27 dias	20.550	14,7
28 a 364 dias	40.674	29,3
Causa do óbito segundo a CID-10†		
Cap I. Doenças Infecciosas e parasitárias	7.642	5,7
Cap XVI. Algumas afecções originadas no período perinatal	85.345	61,8
Cap XVII. Malformações congênitas, deformidades e anomalias cromossômica	25.674	18,6
Outras	19.224	13,9

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

*Foram excluídos os casos faltantes (missings/ignorado) para as seguintes variáveis: sexo (n=1.120), peso ao nascer (n=22.887), duração da gestação: (n=30.610), faixa etária (n=37) †CID-10= 10ª Classificação Internacional de Doenças

Tabela 2 – Variação percentual anual da mortalidade infantil no Nordeste do Brasil e nos estados nordestinos de 2008 a 2018

População	Período	Annual Percentage Change (*IC95%)	Valor p	Tendência
Nordeste	2008-2018	-2,1(-2,7 – -1,6)	<0,001	Decrescente
Alagoas	2008-2018	-3,6(-4,5 – -2,7)	<0,05	Decrescente
Bahia	2008-2018	-2,2(-2,6 – -1,7)	<0,05	Decrescente
Ceará	2008-2018	-2,2(-3,5 – -0,9)	<0,05	Decrescente
Maranhão	2008-2018	-1,0(-1,9 – -0,1)	<0,05	Decrescente
Paraíba	2008-2018	-2,8(-3,9 – -1,8)	<0,05	Decrescente
Pernambuco	2008-2018	-3,2(-4,2 – -2,2)	<0,05	Decrescente
Piauí	2008-2018	-1,9(-2,6 – -1,2)	<0,05	Decrescente
Rio Grande do Norte	2008-2018	-1,4(-2,4 – -0,5)	<0,05	Decrescente
Sergipe	2008-2018	-0,7(-1,8 – 0,5)	>0,05	Estacionária

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.
 *IC95% = Intervalo de Confiança de 95%

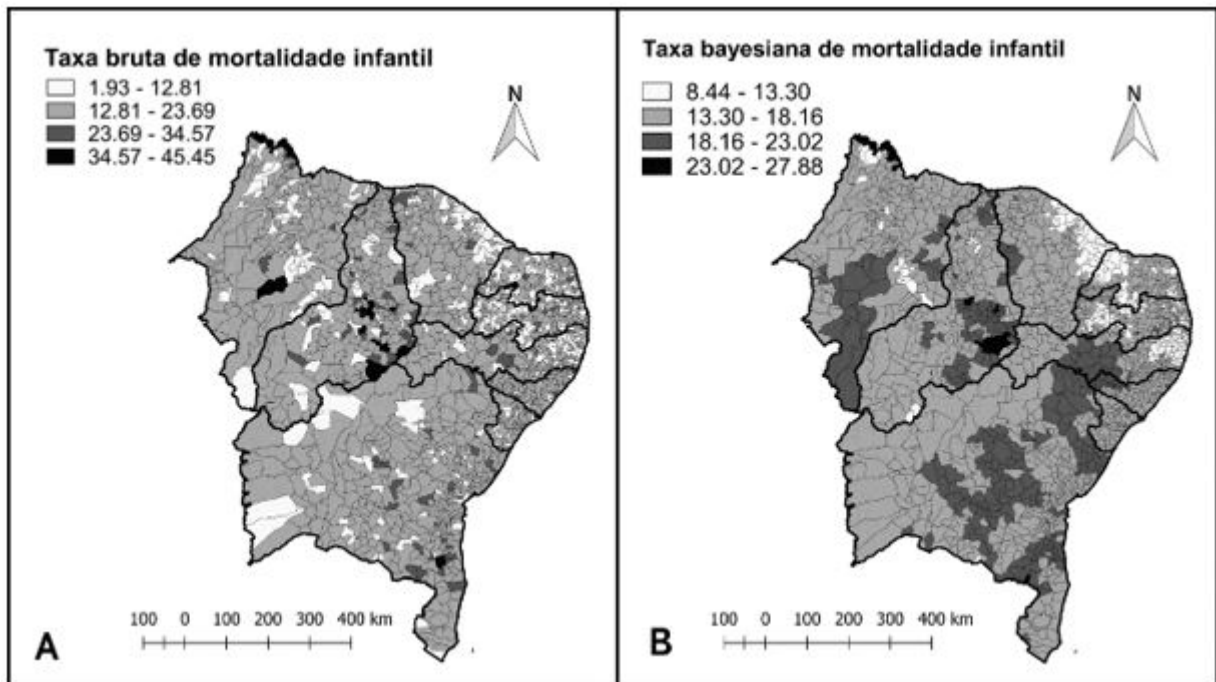


Figura 1 – Distribuição espacial da taxa média bruta de mortalidade infantil (A) e da taxa média de mortalidade infantil suavizada pelo método bayesiano empírico local (B). Nordeste, Brasil, 2008 a 2018

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Tabela 3 – Modelos de regressão OLS e GWR dos indicadores socioeconômicos que influenciam a taxa de mortalidade infantil. Nordeste, Brasil, 2008-2018

Indicadores socioeconômicos	Modelo OLS			Modelo GWR	
	*Coef.	Erro padrão	Valor p	*Coef.	Erro padrão
Índice de Gini	6,56	2,48	0,01	6,56	2,47
IDHM	-22,21	4,51	<0,001	-22,21	4,51
Razão de dependência	0,16	0,03	<0,001	0,15	0,03
Pessoas em domicílios sem energia elétrica (%)	-0,12	0,02	<0,001	-0,12	0,01
Mulheres de 10 a 17 anos que tiveram filhos (%)	0,19	0,07	0,01	0,19	0,07

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.
*Coef. = Coeficiente

Salienta-se que os indicadores: taxa de desemprego, taxa de analfabetismo, percentual de pessoas em domicílios com paredes inadequadas e percentuais de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequado, também apresentaram significância estatística no modelo OLS, mas não foram inseridos ao modelo por estarem abaixo de 0,1 e, portanto, muito próximos a zero.

No OLS, o coeficiente de determinação (R^2) foi de 10,07 e o critério de informação de Akaike (AIC) foi de 10613,26.

O modelo de regressão espacial (GWR) da taxa de mortalidade infantil foi ajustado para as variáveis apresentadas no modelo OLS (Figura 2). Ao comparar os dois modelos de regressão, observou-se que o GWR se mostrou mais bem ajustado que o modelo OLS, pois apresentou AIC de 10484,68 e R^2 de 17,36.

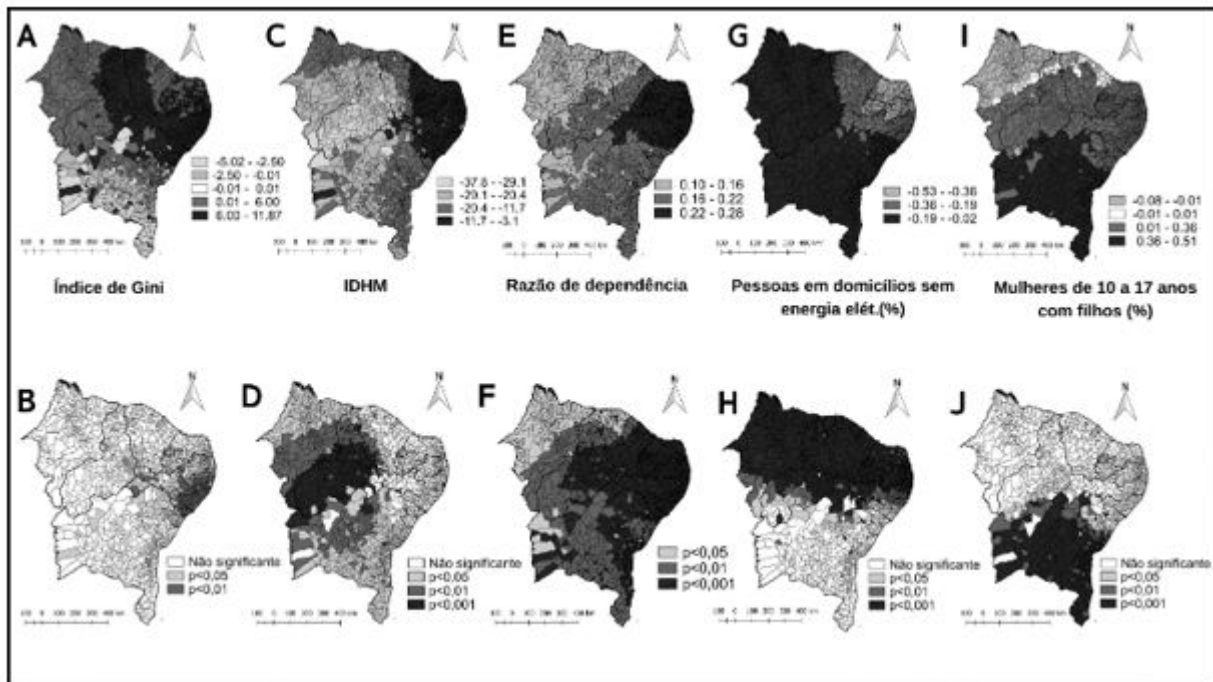


Figura 2 – Distribuição espacial dos coeficientes estimados e da significância do valor t associado às variáveis: Índice de Gini, IDHM, razão de dependência, percentual de pessoas em domicílios sem energia elétrica e percentual de mulheres de dez a dezessete anos que tiveram filhos. Nordeste, Brasil, 2008 a 2018

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Os Mapas A e B mostraram que nos estados de Pernambuco, Sergipe, Alagoas, alguns municípios do Ceará, Piauí, Paraíba e Bahia, o Índice de Gini tiveram associação positiva e significativa com a variável dependente, demonstrando uma relação diretamente proporcional do índice (desigualdade social) com a taxa de mortalidade infantil nessas áreas (Figura 2).

Verificou-se ainda que no Maranhão, Piauí, Bahia e Oeste do Ceará, quanto menor foi o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, maior foi também a taxa de mortalidade infantil nestes locais (Mapas C e D). Em toda a região Nordeste, foi constatado que a razão de dependência aumenta conforme os óbitos de crianças menores de um ano também aumentam (Mapas E e F). Além disso, foi observado em todos os estados, exceto em Sergipe, a associação negativa significativa entre a variável “percentual de pessoas em domicílios sem energia elétrica” e a taxa de mortalidade infantil (Mapas G e H). Os Mapas I e J apontaram que a variável percentual de mulheres de dez a dezessete anos que tiveram filhos teve associação positiva com a mortalidade infantil em parte da Bahia e em alguns municípios do Sul do Piauí (Figura 2).

■ DISCUSSÃO

Os fatores socioeconômicos preditores da mortalidade infantil frequentemente estão associados a indicadores que traduzem a escolaridade, renda e as condições de moradia da população entre outros. A baixa escolaridade materna afeta fortemente o acesso à assistência à saúde e torna a mulher grávida e o recém-nascido mais vulneráveis, contribuindo assim para o aumento das taxas de mortalidade infantil, uma vez que essas mulheres têm menor acesso ao pré-natal ou ao cuidado com sua saúde no período gestacional. Já a renda é um indicador que está diretamente relacionado com as condições de vida de uma família em relação ao acesso a bens e serviços^(6,12-14).

Neste estudo, foi observado que a maioria dos óbitos infantis ocorreu entre recém-nascidos do sexo masculino. Tal resultado pode estar relacionado à maturação mais lenta dos pulmões durante o desenvolvimento fetal nos recém-nascidos do sexo masculino em relação aos do sexo feminino, aumentando o risco de infecções respiratórias, e, por conseguinte, o risco de morte^(5,13).

Já em relação à duração da gestação, a prematuridade pode se relacionar a fatores maternos, fetais e ambientais, bem como à assistência recebida no pré-natal. Além disso, observou-se que as mortes infantis estão concentradas nos primeiros seis dias de vida, demonstrando que o período neonatal precoce se constitui o principal componente da mortalidade infantil. Isto reflete a necessidade da consolidação

de uma rede de assistência perinatal integrada da atenção primária em saúde com as maternidades e de qualificação profissional, principalmente no que diz respeito ao parto e nascimento. Além disso, devem ocorrer mudanças estruturais nas condições de vida da população, definidas pelas políticas públicas de saúde^(13-15,17).

O mapa da análise bayesiana empírica local mostrou que as maiores taxas de mortalidade infantil estão em alguns municípios do estado do Piauí. A distribuição heterogênea encontrada no Nordeste se assemelha com o observado na região Norte, sendo estas as regiões do Brasil com as maiores taxas de mortalidade em menores de um ano⁽⁴⁾. Contudo, embora a TMI ainda permaneça alta na região, a análise temporal revelou que oito dos nove estados nordestinos apresentam tendência decrescente de registro de óbitos infantis no período estudado.

Os resultados da regressão GWR mostraram diversos fatores relacionados com a mortalidade infantil, dentre eles, o Índice de Gini que é uma das medidas mais usadas para mensurar a desigualdade na distribuição de renda. Nesse contexto, verificou-se que em uma parcela expressiva dos estados nordestinos quanto maior é o Índice de Gini, maior é a taxa de mortalidade infantil nessas áreas. Estudos nacionais corroboram com esse resultado^(7,12), uma vez que municípios com maiores desigualdades de renda teriam mais dificuldades em alcançar melhores resultados na redução da mortalidade infantil.

Foi observado no Maranhão, Piauí, Bahia e Oeste do Ceará que quanto menor foi o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), maior foi a taxa de mortalidade infantil. O IDHM segue as mesmas três dimensões do IDH global, são elas: uma vida longa e saudável medida pela esperança de vida ao nascer, capacidade em obter conhecimento, mensurada pela média de anos de estudo, e a probabilidade de alcançar um padrão de vida digno, determinado pelo rendimento nacional bruto per capita⁽¹⁵⁾. Estudo conduzido no Brasil, destacou que as taxas de mortalidade infantil foram bastante sensíveis aos IDHMs, destacando que o aumento deste indicador reduz a mortalidade de crianças menores de um ano⁽¹⁷⁾.

Ademais, a razão de dependência mostrou-se como fator de risco para a mortalidade infantil em todo o Nordeste. Esse indicador relaciona os grandes grupos etários, sendo medido pela razão entre as pessoas economicamente dependentes (jovens e idosos) e aquelas potencialmente ativas. Desse modo, de acordo com a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD 2015, a razão de dependência de jovens no Brasil reduziu significativamente, à medida que a razão de dependência dos idosos aumentou. Assim, mudanças na razão de dependência estão diretamente associadas à

diminuição da fecundidade e ao aumento na longevidade da população. Desse modo, a queda relativa da população economicamente ativa indica perda da capacidade desse grupo para financiar os grupos dependentes da população ativa⁽¹⁸⁾.

Foi observado em todos os estados, exceto em Sergipe, associação negativa significativa entre a variável percentual de pessoas em domicílios sem energia elétrica e a taxa de mortalidade infantil. Acredita-se que esse resultado esteja relacionado ao aumento do acesso à energia elétrica pela população nordestina. Vale ressaltar que, nas duas últimas décadas, estratégias que objetivavam a redução das diferenças sociais da população foram desenvolvidas. Dentre essas estratégias, destaca-se o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica – Luz para Todos. De acordo com o Censo demográfico realizado em 2000, existiam mais de dois milhões de domicílios rurais sem acesso à energia elétrica no Brasil, o que representava mais de dez milhões de brasileiros não atendidos por esse serviço. Estimava-se que aproximadamente 90% dessas famílias possuíam renda inferior a três salários mínimos, vivendo principalmente em localidades com baixo IDH, especialmente na região Nordeste. Já no ano de 2016, foram beneficiadas 3,2 milhões de residências, correspondendo a 15,9 milhões de pessoas. Com isso, evidencia-se a melhoria nas condições de vida da população mais carente⁽¹⁹⁾.

Houve associação positiva entre a variável percentual de mulheres de dez a dezessete anos que tiveram filhos e a mortalidade infantil na Bahia. A relação entre faixa etária da mãe e mortalidade infantil é bem conhecida na literatura, com destaque a gravidez na adolescência e seus desfechos desfavoráveis, tais como prematuridade, baixo peso ao nascer e maior taxa de parto cesárea que podem estar associados⁽²⁰⁾. Além disso, há evidências de que a gravidez precoce ocorre prioritariamente em regiões com presença de grandes desigualdades sociais, em áreas caracterizadas por miséria e pobreza e em grupos sociais desfavorecidos⁽¹⁴⁾.

Estudo realizado nas capitais brasileiras entre 2011 a 2012 mostrou maior ocorrência de óbitos infantis em recém-nascidos de mães adolescentes quando comparadas às adultas jovens⁽⁷⁾. Por sua vez, pesquisa realizada no Rio Grande do Sul, mostrou que a redução da taxa de mortalidade infantil está diretamente relacionada à diminuição da gravidez entre os dez a dezessete anos de idade⁽²⁰⁾.

Diante dessa problemática, o início precoce das atividades sexuais, a falta de conhecimento, a forma como são tratados os assuntos relacionados à sexualidade, além do estigma, tanto nas escolas como nas residências, pode ser reflexo do distanciamento de ações preventivas e educativas no que se refere à educação sexual e métodos contraceptivos voltados para esse público. O crescimento no percentual de

gravidez na adolescência coloca desafios para os serviços de saúde, pois tal condição relaciona-se com baixa utilização da assistência ao pré-natal, contribuindo para o aumento da mortalidade infantil⁽²⁰⁾.

■ CONCLUSÃO

A partir da análise de regressão por JoinPoint foi observado uma tendência decrescente estatisticamente significativa da mortalidade infantil em todos os estados da região Nordeste, exceto em Sergipe, que apresentou padrão estacionário. Verificou-se que as maiores taxas bayesianas estão localizadas, predominantemente, em municípios do interior piauiense.

Foram identificados cinco indicadores sociais que influenciam a mortalidade infantil no Nordeste, são eles: índice de Gini, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal, razão de dependência, percentual de pessoas em domicílios sem energia elétrica e percentual de mulheres de dez a dezessete anos que tiveram filhos. O modelo de regressão espacial GWR demonstrou que estes indicadores atuam como fatores de risco ou de proteção, dependendo do município investigado. Nessa perspectiva, as estratégias de prevenção do agravo devem ser direcionadas para os municípios de maior ocorrência do problema. Nestes territórios, faz-se necessário tornar as ações de saúde pública mais efetiva, especialmente aquelas relacionadas à atenção ao pré-natal, ao parto e ao recém-nascido, além de garantir a melhoria das condições em que as populações vivem, com especial foco nos indicadores associados à mortalidade infantil apontados neste estudo.

Uma das limitações apresentadas neste estudo está relacionada ao delineamento ecológico, pois a análise de variáveis em âmbito populacional não representa necessariamente uma associação na esfera individual. Além disso, o uso de dados secundários pode apresentar inconsistências no que diz respeito à quantidade e qualidade das informações. Contudo, cabe ressaltar que tais limitações não inviabilizaram a realização da pesquisa e não diminuem a sua importância, mas, tais fragilidades apontam possibilidades a serem exploradas em futuros estudos visando o aprofundamento da temática.

Em relação aos indicadores de vulnerabilidade, cabe destacar que, embora seguindo critérios do IBGE, os dados utilizados são relativos ao censo de 2010, podendo este ter sofrido mudanças nos últimos anos.

■ REFERÊNCIAS

1. França EB, Lansky S, Rego MAS, Malta DC, França JS, Teixeira R, et al. Leading causes of child mortality in Brazil, in 1990 and 2015: estimates from the Global Burden of Disease study. *Rev Bras Epidemiol.* 2017;20(Suppl 1):46-60. doi: <http://doi.org/10.1590/1980-5497201700050005>

2. Bonatti AF, Silva AMC, Muraro AP. Mortalidade infantil em Mato Grosso, Brasil: tendência entre 2007 e 2016 e causas de morte. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2020;25(7):2821-30. doi: <http://doi.org/10.1590/1413-81232020257.28562018>
3. Menicucci TMG, Costa LA, Machado JA. Health pact: approaches and collisions in the federal arena. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2018;23(1):29-40. doi: <http://doi.org/10.1590/1413-81232018231.17902015>
4. Soares RAS, Moraes RM, Vianna RPT. Mortalidade infantil no contexto da ruralidade brasileira: uma proposta para a superação da invisibilidade epidemiológica e demográfica. *Cad Saúde Pública*. 2020;36(8):e00068718. doi: <http://doi.org/10.1590/0102-311x00068718>
5. Alves TF, Coelho AB. Mortalidade infantil e gênero no Brasil: uma investigação usando dados em painel. *Ciênc Saúde Coletiva*. 2021;26(4):1259-64. doi: <https://doi.org/10.1590/1413-81232021264.04022019>
6. Marcello T, Cavalari IA, Carvalho M, Rocha AC, Follador FAC, Vieira AP, et al. Análise espacial da taxa de mortalidade infantil no Paraná. *Braz J Develop*. 2019;5(10):18862-76. doi: <http://doi.org/10.34117/bjdv5n10-127>
7. Maia LTS, Souza WV, Mendes ACG. Determinantes individuais e contextuais associados à mortalidade infantil nas capitais brasileiras: uma abordagem multinível. *Cad Saúde Pública*. 2020;36(2):e00057519. doi: <http://doi.org/10.1590/0102-311x00057519>
8. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [Internet]. Brasília: IBGE, 2010 [citado 2020 jan 08]. Censo 2010. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/>
9. Sousa GJB, Garces TS, Pereira MLD, Moreira TMM, Silveira GM. Temporal pattern of tuberculosis cure, mortality, and treatment abandonment in Brazilian capitals. *Rev Latino-Am Enfermagem*. 2019;27:e3218. doi: <http://doi.org/10.1590/1518-8345.3019.3218>
10. Ministério da Saúde (BR). Abordagens espaciais na saúde pública [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde, 2006 [citado 2020 jan 08]. Disponível em: https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/serie_geoproc_vol_1.pdf
11. Brunson C, Fotheringham S, Charlton M. Geographically weighted discriminant analysis. *Geogr. Anal*. 2007;39(4):376-96. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.2007.00709.x>
12. Kropiwiec MV, Franco SC, Amaral AR. Factors associated with infant mortality in a Brazilian city with high human development index. *Rev Paul Pediatr*. 2017;35(4):391-8. doi: <http://doi.org/10.1590/1984-0462/2017;35;4;00006>
13. Migoto MT, Oliveira RP, Silva AMR, Freire MHS. Early neonatal mortality and risk factors: a case-control study in Paraná State. *Rev Bras Enferm*. 2018;71(5):2527-34. doi: <http://doi.org/10.1590/0034-7167-2016-0586>
14. Sanders LSC, Pinto FJM, Medeiros CRB, Sampaio RMM, Viana RAA, Lima KJ. Mortalidade infantil: análise de fatores associados em uma capital do Nordeste brasileiro. *Cad Saúde Colet*. 2017;25(1):83-9. doi: <http://doi.org/10.1590/1414-462x201700010284>
15. Teixeira JAM, Araujo WRM, Maranhão AGK, Cortez-Escalante JJ, Rezende LFM, Matijasevich A. Mortality on the first day of life: trends, causes of death and avoidability in eight Brazilian Federative Units, between 2010 and 2015. *Epidemiol Serv Saúde*. 2019;28(1):e2018132. doi: <http://doi.org/10.5123/S1679-49742019000100006>
16. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Relatório do desenvolvimento humano 2019 [Internet]. Nova York: PNDU; 2019 [citado 2020 jan 08]. Disponível em: http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2019_pt.pdf
17. Martins PCR, Pontes ERJC, Higa LT. Convergência entre as taxas de mortalidade infantil e os índices de desenvolvimento humano no Brasil no período de 2000 a 2010. *Interações*. 2018;19(2):291-303. doi: <http://doi.org/10.20435/inter.v19i2.1552>
18. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira 2016 [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE, 2016 [citado 2020 jan 08]. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98965.pdf>
19. Eletrobras Programa Luz Para Todos [Internet]. Rio de Janeiro: Eletrobras; 2017. [citado 2020 jan 08]. Disponível em: <https://www.mme.gov.br/>
20. Rintzel LT, Godoy MR, Spolavori R, Cavassola S. Redução da mortalidade infantil na Região Sul do Brasil nos anos de 2000-2010. *Pers Econ*. 2018;14(1):17-32. doi: <http://doi.org/10.4013/pe.2018.141.02>

■ **Contribuição de autoria:**

Conceituação: Geovana Almeida dos Santos Araujo, Daniele de Brito Sousa.

Curadoria de dados: Geovana Almeida dos Santos Araujo, Daniele de Brito Sousa.

Investigação: Geovana Almeida dos Santos Araujo.

Escrita – rascunho original: Geovana Almeida dos Santos Araujo.

Administração: Thatiana Araújo Maranhão.

Supervisão de projeto: Thatiana Araújo Maranhão.

Escrita – revisão e edição: Thatiana Araújo Maranhão, George Jó Bezerra Sousa, José Claudio Garcia Lira Neto, Maria Lúcia Duarte Pereira, Révia Ribeiro Castro, José Wagner Martins da Silva.

Análise formal: George Jó Bezerra, José Claudio Garcia Lira Neto.

Metodologia: George Jó Bezerra, José Claudio Garcia Lira Neto, Révia Ribeiro Castro, José Wagner Martins da Silva.

Os autores declaram que não existe nenhum conflito de interesses.

■ **Autor correspondente:**

Geovana Almeida dos Santos Araujo.

E-mail: geovana.almeida.santos123@gmail.com

Recebido: 19.07.2021

Aprovado: 06.12.2021

Editor associado:

Helena Becker Issi

Editor-chefe:

Maria da Graça Oliveira Crossetti