

ARTIGO ORIGINAL



Padrões espaciais da prematuridade e seus determinantes na região metropolitana de São Paulo, Brasil, 2010–2019

Spatial patterns of prematurity and its determinants in the metropolitan region of São Paulo, Brazil, 2010–2019

Elias Carlos Aguirre Rodríguez^I , Elen Yanina Aguirre Rodríguez^I , Fernando Augusto Silva Marins^I , Aneirson Francisco da Silva^I , Luiz Fernando Costa Nascimento^{I,II}

^IUniversidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Programa de Pós-Graduação em Engenharia – Guaratinguetá (SP), Brasil.

^{II}Universidade de Taubaté, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Taubaté (SP), Brasil.

RESUMO

Objetivo: Analisar a distribuição espacial dos nascimentos prematuros e sua associação com indicadores maternos, sociais e de serviços de saúde na região metropolitana de São Paulo, Brasil, 2010–2019. **Métodos:** Estudo ecológico utilizando dados sobre recém-nascidos pré-termo dos 39 municípios da região metropolitana de São Paulo. Utilizou-se o índice de Moran (I_m) global univariado para avaliar a associação espacial da prematuridade, e o índice de Moran local univariado por meio do mapa de clusters (LISA) para a identificação de padrões e aglomerados espaciais. Também foi utilizado o índice de Moran global bivariado para analisar a autocorrelação espacial com os indicadores maternos, sociais e de serviços de saúde. **Resultados:** Foram registrados 3.103.898 nascidos vivos no período 2010-2019, dos quais 331.174 (10,7%) foram prematuros. O índice de Moran global mostrou independência espacial ($I_m=0,05$; p -valor=0,233) da proporção dos nascimentos prematuros entre municípios. No entanto, na análise espacial local foi possível identificar aglomerado espacial estatisticamente significativo entre os municípios de Biritiba Mirim, Guararema e Salesópolis, com proporções altas de nascimentos pré-termo. Na análise bivariada, identificou-se associação espacial significativa positiva com proporções de mães menores de 20 anos ($I_m=0,17$; p -valor=0,024) e mães com baixa escolaridade ($I_m=0,17$; p -valor=0,020), e associação espacial significativa negativa com IDH ($I_m=-0,14$; p -valor=0,039). **Conclusão:** A abordagem espacial local identificou agrupamento espacial situado no extremo leste da região metropolitana de São Paulo, onde ações dos gestores de saúde são necessárias para minimizar a ocorrência de partos prematuros.

Palavras-chave: Nascimento prematuro. Prematuridade. Análise espacial. Sistemas de informação geográfica. Mapeamento geográfico.

AUTOR CORRESPONDENTE: Elias Carlos Aguirre Rodríguez. Avenida Doutor Ariberto Pereira da Cunha, 333, Portal das Colinas, CEP: 12.516-410, Guaratinguetá (SP), Brasil. E-mail: elias.aguirre@unesp.br

CONFLITO DE INTERESSES: nada a declarar

COMO CITAR ESSE ARTIGO: Rodríguez ECA, Rodríguez EYA, Marins FAS, Silva AF, Nascimento LFC. Padrões espaciais da prematuridade e seus determinantes na região metropolitana de São Paulo, Brasil, 2010-2019. Rev Bras Epidemiol. 2024; 27: e240008. <https://doi.org/10.1590/1980-549720240008.2>

Esse é um artigo aberto distribuído sob licença CC-BY 4.0, que permite cópia e redistribuição do material em qualquer formato e para qualquer fim desde que mantidos os créditos de autoria e de publicação original.

Recebido em: 28/07/2023

Revisado em: 06/12/2023

Aceito em: 07/12/2023



INTRODUÇÃO

O nascimento prematuro, também denominado pré-termo, é aquele que ocorre antes da 37ª semana de gestação e, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), estimou-se que mais de 10% dos recém-nascidos apresentaram essa condição em 2020¹. Além disso, a prematuridade está associada a um maior risco de complicações físicas e neuropsicomotoras no recém-nascido². É considerada uma das principais causas de mortalidade, em especial no período neonatal (durante os primeiros 27 dias de vida), ocasionando cerca de 1,1 milhão de óbitos em neonatos anualmente^{1,3}.

Neste cenário, por meio dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), os estados membros da OMS se comprometeram a reduzir a mortalidade de menores de cinco anos em dois terços até 2015, não obstante, os resultados alcançados não foram suficientes para atingir a meta dos ODM⁴. Com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em 2016, novos objetivos e metas entraram em vigor, estabelecendo-se como meta, até 2030, a redução da mortalidade de menores de cinco anos em pelo menos 25 por 1.000 nascidos vivos e a mortalidade neonatal em pelo menos 12 por 1.000 nascidos vivos⁵.

Portanto, reduzir a prematuridade e seus determinantes é uma das chaves para reduzir o número de óbitos, principalmente no período neonatal, dada a relação entre a mortalidade com a prematuridade e suas consequências, como o baixo peso ao nascer⁶ e outras complicações⁷.

É importante mencionar que o Brasil ocupa a 10ª posição entre os países com maior número de nascimentos prematuros, a 2ª posição no continente americano, depois de Estados Unidos, e a 1ª posição na América Latina¹. Adicionalmente, segundo a Rede Nacional da Primeira Infância, o nascimento prematuro no Brasil representa um custo aproximado de R\$ 8 bilhões por ano⁸. Além disso, após o nascimento, os recém-nascidos permanecem durante uma média de 51 dias em terapia intensiva, o que custa mais de R\$ 15 bilhões anuais, tornando-se de vital importância melhorar a assistência hospitalar para mães e recém-nascidos prematuros^{9,10}.

Há múltiplos fatores que estão envolvidos na prematuridade, incluindo determinantes que são de responsabilidade do setor de saúde, que abordam aspectos biológicos, bem como aqueles determinantes relacionados a aspectos sociais, políticos, econômicos ou ambientais, que são considerados como responsabilidade do Estado¹¹.

Estão disponíveis na literatura ferramentas, como o geoprocessamento, que são utilizadas na identificação, localização, monitoramento e acompanhamento de populações, possibilitando o desenvolvimento de estudos para controle e vigilância de agravos em uma determinada área¹². Com métodos de geoprocessamento, como a análise espacial, é possível identificar zonas de risco e eventuais fatores associados, tornando-o um grande aliado na área de saúde pública¹³.

Entre os estudos onde o geoprocessamento foi utilizado, destacam-se as análises sobre o perfil de nascimentos¹⁴, morbidade^{7,15} e mortalidade neonatal, pós-neonatal (28 a 364 dias de vida) ou infantil (menores de 1 ano de vida)^{6,16,17}. Especificamente, foram encontrados estudos da distribuição espacial dos nascimentos prematuros no Brasil^{7,18,19} e em outros países²⁰⁻²³, nos quais foram identificadas áreas de risco e estudadas associações espaciais com alguns fatores, como aqueles relacionados com a saúde⁷, a indústria²¹, a agricultura²², o meio ambiente²³ ou algumas condições socioeconômicas¹⁹.

Nesse contexto, esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de analisar a distribuição e autocorrelação espacial dos nascidos vivos prematuros na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), no período 2010–2019. Além disso, foi explorado o grau de associação espacial entre a prematuridade com diferentes determinantes como indicadores maternos, indicadores sociais e indicadores de serviços, com o intuito de identificar possíveis agrupamentos espaciais de municípios que precisem de alguma intervenção para minimizar o risco de um recém-nascido ser prematuro.

MÉTODOS

O estudo realizado foi do tipo ecológico, com dados de fontes secundárias sobre os nascidos vivos pré-termo na região metropolitana de São Paulo no período 2010–2019.

A área geográfica da região metropolitana de São Paulo é constituída por 39 municípios (Figura 1) e tem uma extensão de 7.946,98 km², representando um pouco mais de 3% da superfície do estado de São Paulo (249.219,94 km²), com mais de 21 milhões de habitantes²⁴.

A Figura 1 representa o mapa digital da área analisada, obtido no portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)²⁵, mostrando os municípios pertencentes à região metropolitana de São Paulo.

O banco de dados contendo os registros dos nascidos vivos prematuros (<37 semanas de gestação), com base no município de residência da mãe, foi obtido no Sistema de Informação de Nascidos Vivos (SINASC), por meio do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) e disponibilizado pelo sistema de informações do Ministério da Saúde²⁶.

As proporções de nascimentos prematuros foram calculadas mediante a divisão do número de recém-nascidos vivos pré-termo com o número total de nascidos vivos em cada município no período 2010–2019, e expressadas para 100 nascidos vivos.

Para a análise também foram calculadas variáveis relacionadas com diferentes determinantes, classificados como indicadores maternos, sociais e de serviços de saúde. Observe-se que, de acordo com a literatura revisada, essas variáveis já foram analisadas para estudar padrões espaciais de mortalidade em recém-nascidos a termo e com baixo peso⁶, mas não com base na abordagem espa-

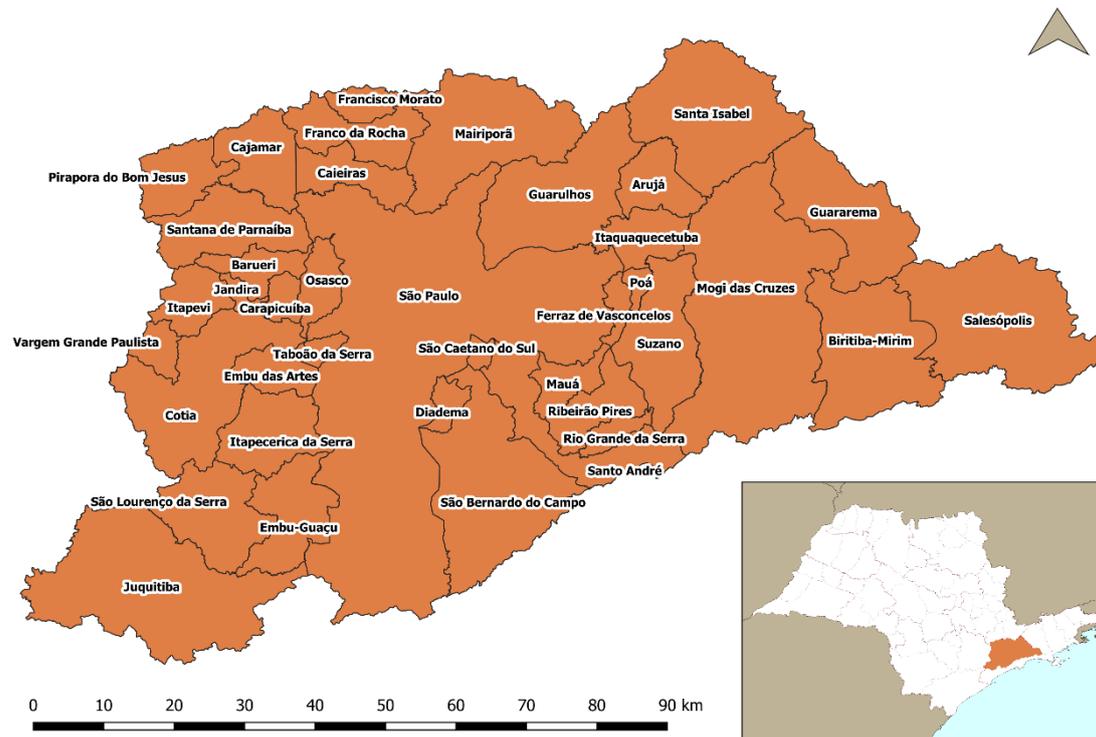


Figura 1. Mapa da divisão político-administrativa dos municípios da região metropolitana de São Paulo.

cial aqui proposta para a prematuridade. Estes determinantes são de fácil obtenção e estão disponibilizados em páginas web oficiais do Brasil como o DATASUS²⁶.

Os indicadores maternos foram: a proporção de mães com idade abaixo dos 20 anos (adolescentes), a proporção de mães com idade >34 anos (idade avançada) e a proporção de mães com até 7 anos de estudo (baixa escolaridade), obtidos do SINASC-DATASUS²⁶ e calculadas em relação ao número total de nascidos vivos prematuros em cada município no período 2010-2019.

Os indicadores sociais foram obtidos no repositório do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), sendo eles: o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS), proporcionado por meio do Atlas da Vulnerabilidade Social nos municípios e regiões metropolitanas brasileiras²⁷; o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o Índice de GINI, disponibilizados pelo Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil²⁸, com base nos dados adquiridos no censo do ano 2010.

Os indicadores relativos aos serviços de saúde foram: a taxa de médicos ginecologistas-obstetras, a taxa de médicos da Estratégia de Saúde da Família e a taxa de leitos obstétricos, as quais foram adquiridas do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES) no DATASUS²⁶ e calculadas como a média dos dados mensais por município no período 2010-2019, considerando 100.000 habitantes.

As proporções de nascimentos prematuros por município foram representadas por meio de mapas temáticos, utilizando-se a categorização por quartis.

Para analisar a autocorrelação espacial, foi utilizado o índice de Moran (I_m) global univariado com o intuito de verificar o grau de associação espacial das proporções de

nascimentos prematuros nos municípios da região metropolitana de São Paulo, em níveis de significância estatística com p-valor <0,05.

O índice de Moran global (I_m) univariado pode ter valores entre [-1, +1], indicando uma autocorrelação espacial positiva ($0 < I_m \leq 1$), onde municípios com altos valores nas proporções de nascimentos prematuros tendem-se a agrupar juntos, e de forma similar para os municípios com baixos valores²³. Uma autocorrelação espacial negativa ($-1 \leq I_m < 0$) é observada quando municípios com altos valores nas proporções de nascimentos prematuros tendem a estar muito próximos a municípios com baixos valores e vice-versa, assim como também pode ser observada a ausência de autocorrelação espacial (independência espacial, $I_m = 0$)^{6,29}.

Adicionalmente, utilizou-se o mapa de clusters LISA (Local Indicator of Spatial Association) para identificar padrões locais de autocorrelação espacial, permitindo localizar agrupamentos espaciais por tipo de associação (Alto-Alto, Alto-Baixo, Baixo-Alto e Baixo-Baixo), de acordo com o teste de significância estatística do índice de Moran local univariado³⁰.

O índice de Moran global (I_m) bivariado foi utilizado para identificar a presença de autocorrelação espacial entre a proporção de nascimentos prematuros e cada um dos diferentes indicadores estudados nos municípios da Região Metropolitana de São Paulo. Da mesma forma, seus valores variam entre [-1, +1], indicando a existência de uma autocorrelação espacial inversa ou direta entre os valores de duas variáveis analisadas^{6,29}.

Também foram utilizados os programas de acesso público como QGIS v.3.26.0 (https://qgis.org/pt_BR/site/), para a geração dos mapas digitais da área em estudo, e

o GeoDA v.1.20.0 (<https://geodacenter.github.io/>), para o processamento de dados mediante a análise de autocorrelação espacial.

O estudo foi realizado com fontes de dados secundários disponibilizados pelos domínios públicos DATASUS, IBGE e IPEA, portanto não foi necessária a submissão do projeto a um Comitê de Ética em Pesquisa, com base na Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 510/16, de 07 de abril de 2016.

RESULTADOS

Entre 2010 e 2019, foram registrados 3.103.898 nascidos vivos na área de estudo, dos quais 331.174 (10,7%) foram nascimentos pré-termo. Assim, a Figura 2 mostra que, em 2010, a proporção de nascimentos prematuros foi de 8,8%, com um aumento de quase 4 pontos percentuais (pp) em 2012, chegando a 12,6%. Pode-se observar uma leve diminuição da proporção de partos prematuros nos



Figura 2. Distribuição anual de nascidos vivos e proporção de nascimentos pré-termo na região metropolitana de São Paulo, 2010–2019.

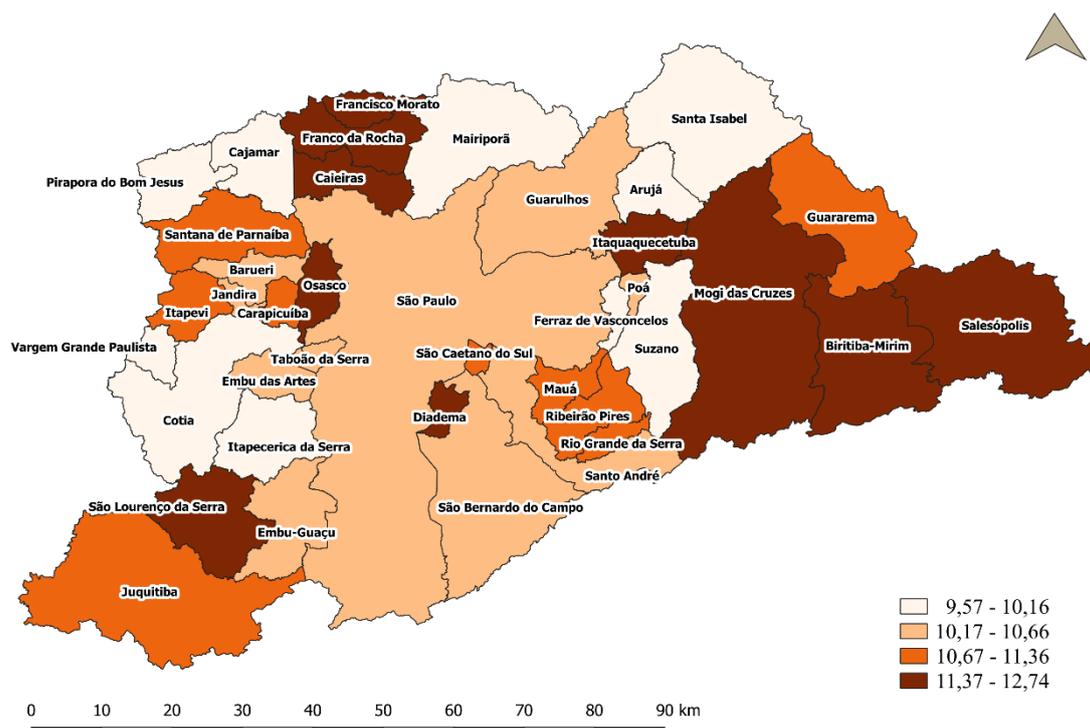


Figura 3. Distribuição espacial da proporção de nascimentos pré-termo nos municípios da região metropolitana de São Paulo, 2010–2019.

anos seguintes, alcançando o valor de 10,9% de nascimentos prematuros no ano 2019, o que representa um aumento de aproximadamente 2pp nesse período.

Na análise da distribuição espacial para o período 2010-2019 na região metropolitana de São Paulo, considerando quartis, observou-se que a proporção de nascimentos pré-termo teve uma variação de 9,57 a 12,74 prematuros por 100 nascidos vivos, onde 51,3% (20) dos municípios apresentaram proporções menores e iguais que 10,66 prematuros por 100 nascidos vivos e 48,7% (19) dos municípios restantes apresentaram proporções acima de 10,66 prematuros por 100 nascidos vivos (Figura 3).

A autocorrelação espacial, determinada pelo índice de Moran global para a proporção de nascimentos prematuros foi de $I_m=0,05$ com $p\text{-valor}=0,233$, indicando que existe uma independência espacial entre municípios (ausência de autocorrelação espacial). Porém, de acordo com o teste de significância estatística do índice de Moran local univariado, o mapa de clusters (LISA) mostra a existência de aglomerado espacial localizado no extremo leste da região. Especificamente, o cluster formado pelos municípios de Biritiba Mirim, Guararema e Salesópolis, que apresentaram altas proporções de nascimentos prematuros (Alto-Alto), enquanto os outros municípios não apresentaram associação significativa (Figura 4).

Com base na análise de Moran bivariada (Tabela 1), foi possível identificar o grau de associação e a significância estatística entre a proporção de nascimentos prematuros com os indicadores maternos, sociais e de serviços de saúde.

A proporção de nascimentos prematuros mostrou uma associação espacial positiva e significativa com os indicado-

res maternos, tais como a proporção de mães com idade abaixo dos 20 anos ($I_m=0,17$; $p\text{-valor}=0,024$) e a proporção de mães com até 7 anos de escolaridade ($I_m=0,17$; $p\text{-valor}=0,020$). Também identificou-se associação espacial negativa e significativa com o indicador social IDH ($I_m=-0,14$; $p\text{-valor}=0,039$).

Não foram encontradas associações espaciais significativas entre a proporção de nascimentos prematuros e a proporção de mães com idade acima de 34 anos, o IVS, o Índice de GINI e com nenhum dos indicadores de serviços de saúde (taxa de médicos ginecologistas-obstetras, taxa de médicos da Estratégia de Saúde da Família e taxa de leitos obstétricos).

Tabela 1. Índice de Moran (I_m) bivariado entre a proporção de nascimentos pré-termo com os indicadores maternos, sociais e de serviços de saúde.

Variáveis	I_m	p-valor
Determinantes maternos		
Mães com idade <20 anos (%)	0,17	0,024*
Mães com idade >34 anos (%)	-0,12	0,062
Mães com ≤ 7 anos de escolaridade (%)	0,17	0,020*
Indicadores sociais		
Índice de Vulnerabilidade Social (IVS)	0,02	0,371
Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)	-0,14	0,039*
Índice de GINI	-0,03	0,372
Indicadores de serviços de saúde		
Médicos Ginecologista-Obstetra por 100.000 habitantes	0,01	0,453
Médicos da Estratégia de Saúde da Família por 100.000 habitantes	-0,09	0,103
Leitos obstétricos por 100.000 habitantes	0,09	0,108

*Significativo ($p\text{-valor}<0,05$).

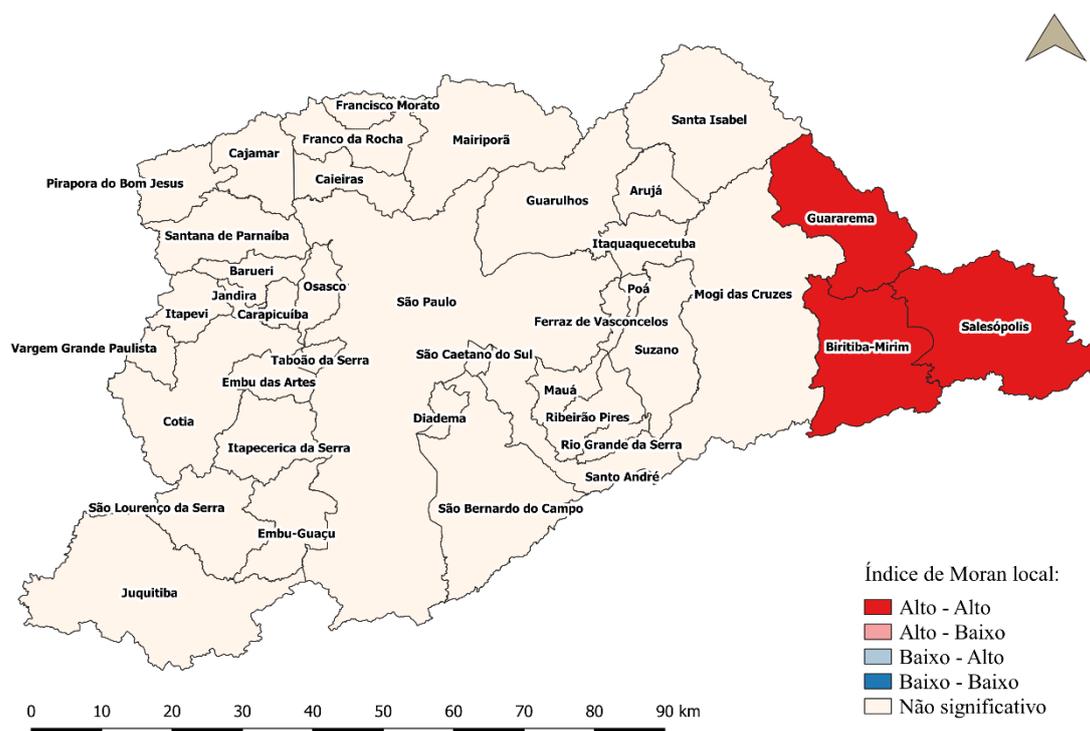


Figura 4. Mapa de cluster (LISA) da proporção de nascimentos pré-termo nos municípios da região metropolitana de São Paulo, 2010-2019.

DISCUSSÃO

O estudo, por meio da análise espacial, constatou que existe independência espacial global para a proporção de nascimentos prematuros entre os municípios da região metropolitana de São Paulo no período 2010–2019. Não obstante, na avaliação local foi possível identificar a presença de um agrupamento único dos municípios de Biritiba Mirim, Guararema e Salesópolis, que tiveram altos valores nas proporções de nascimentos pré-termo, basicamente situados na extremidade leste da região metropolitana de São Paulo. Além disso, houve associação espacial significativa positiva com a proporção de mães menores de 20 anos e mães com baixa escolaridade, e associação espacial significativa negativa com o IDH.

No mundo, em 2010, cerca de 15 milhões de recém-nascidos foram prematuros, o que representou 11,1% dos nascidos vivos, com uma variação de cerca de 5% nos países da Europa e até 18% em alguns países da África^{1,31}. Constatou-se, assim, que, em países de baixa renda, a proporção de mortes de recém-nascidos prematuros é superior a 90% nos primeiros dias de vida, enquanto em países de alta renda é inferior a 10%¹.

O estudo da tendência da prematuridade no período 2000–2014 mostrou um aumento nas proporções de nascimentos prematuros, tendo um incremento de 9,8% até 10,6% a nível mundial³². Entretanto, no Brasil, as proporções de nascimentos pré-termo apresentaram tendência decrescente de 2012 a 2019, variando de 10,9% até aproximadamente 10%³³.

Também, na região metropolitana de São Paulo, observou-se que, na década de 2000–2010, as proporções de nascimentos prematuros apresentaram um crescente aumento com valores que oscilaram entre 7,5 e 8,8% e com uma média de 8,1%¹⁹. Esta pesquisa mostrou que, na década de 2010–2019, a proporção média de nascimentos prematuros foi de 10,7%, representando um aumento de aproximadamente 2,6 pp (em comparação com o período de 2000–2010). Também verificou-se que a proporção mais alta (12,6%) foi obtida no ano 2012 e que posteriormente houve uma ligeira diminuição, que atingiu o valor de 10,9% de nascimentos prematuros no ano 2019.

Do mesmo modo, em comparação com a região Norte e Nordeste do Brasil, as proporções de nascimentos prematuros foram de 11% e 10,5%, respectivamente, com apenas uma mínima diferença em relação à região metropolitana de São Paulo em estudo²⁶.

Como a análise espacial tem sido uma boa forma de realizar estudos epidemiológicos mediante o mapeamento de diversos agravos como a prematuridade, Bloch²⁰ utilizaram uma abordagem espacial por meio do censo na Filadélfia para estudar o padrão geográfico dos nascimentos prematuros de mães negras nascidas no exterior e nos Estados Unidos, e observou-se uma variação sistemática nas comunidades em relação à raça, à pobreza e ao crime.

Outro estudo realizado por Castelló et al.²¹, na Espanha, também mostrou variações espaciais do risco de prematuridade e baixo peso, destacando algumas zonas com alto risco que poderiam estar relacionadas com a indústria ou a agricultura, além de outros fatores, como uma vulnerabilidade social desigual.

Na China, Li et al.²² encontraram dependência espacial global dos riscos relativos de prematuridade ($I_m=0,40$; p-valor<0,050), identificando agrupamentos espaciais de áreas com alto risco de nascimentos prematuros que coincidiram com as áreas de alto consumo de fertilizantes. Da mesma forma, Genin et al.²³ observaram independência espacial na distribuição da incidência de nascimentos prematuros ($I_m=0,09$; p-valor=0,001) na França, além de identificar associação positiva significativa com o escore ambiental relacionado à poluição do ar.

Marinonio et al.⁷, no estado de São Paulo (Brasil), identificaram dependência espacial nas taxas de nascidos vivos pré-termo ($I_m=0,78$; p-valor=0,001) e nas taxas de mortes neonatais associadas à síndrome do desconforto respiratório ($I_m=0,73$; p-valor=0,001), além de detectar agrupamentos espaciais com municípios que tiveram altas taxas de mortalidade neonatal associada à síndrome do desconforto respiratório e que estavam próximos a municípios com baixas taxas de nascimentos vivos pré-termo, e vice-versa. Além disso, Paulucci et al.¹⁸ examinaram os partos prematuros no município de Taubaté, identificando uma autocorrelação espacial positiva ($I_m=0,07$; p-valor=0,02) e a formação de agrupamentos de alguns setores censitários que precisam de intervenção.

No estudo comparativo do risco relativo de nascimentos pré-termo e sua associação com variáveis socioeconômicas entre a Região Metropolitana de São Paulo no Brasil (RMSP) e a Área Metropolitana de Lisboa no Portugal (AML) para o período 2000–2010, realizado por Miranda et al.¹⁹, foi identificada dependência espacial do risco relativo de nascimentos pré-termo nas duas áreas geográficas, resultado muito diferente do encontrado neste estudo, que foi de independência espacial. Na RMSP, no período 2000–2010, verificou-se a existência de uma autocorrelação espacial negativa entre o risco relativo e a taxa de desemprego ($I_m=-0,23$; p-valor=0,018), e na AML identificou-se uma autocorrelação espacial positiva entre o risco relativo e a taxa de analfabetismo ($I_m=0,44$; p-valor=0,007), a taxa de desemprego ($I_m=0,26$; p-valor=0,033) e o índice de privação sociomaterial ($I_m=0,35$; p-valor=0,014)¹⁹.

Dessa maneira, o nascimento prematuro é resultado de um complexo relacionamento entre múltiplos fatores, incluindo determinantes biológicos, maternos, sociais, econômicos e de serviços de saúde^{11,34}. Neste estudo foi verificada a associação espacial dos nascimentos prematuros com alguns determinantes maternos e sociais, tais como a idade e o nível de educação das mães, além do indicador de inequidade IDH.

Constatou-se na análise desenvolvida que a idade materna abaixo de 20 anos mostrou uma associação espacial positiva com os nascimentos prematuros, o que significa que as mães adolescentes têm um maior risco de parto prematuro; por outro lado, a idade materna acima de 34 anos não apresentou autocorrelação espacial. Do mesmo modo, a proporção de mães com baixa escolaridade (até 7 anos) mostrou uma associação espacial positiva com prematuridade, indicando uma associação entre a baixa escolaridade e a ocorrência de recém-nascidos pré-termo. Esses resultados também foram encontrados por Alberton et al.³⁵ que avaliaram as taxas de prematuridade no Brasil e a relação existente com os extremos da idade e baixa escolaridade das mães.

A idade materna é um fator com efeito direto sobre a prematuridade, na medida em que as mães adolescentes ou com idade avançada podem apresentar complicações durante a gestação e o parto, causando até mesmo outras complicações no feto. Também pode-se considerar que mães com escolaridade inadequada apresentam o duplo de probabilidade de ter um parto prematuro, sendo associado e determinado pelas condições de vida ou socioeconômicas³⁶.

Dos indicadores sociais, só o IDH apresentou uma associação espacial negativa com os nascimentos prematuros, que pode ser derivada da desigualdade social e do acesso aos serviços de saúde. Assim, se as condições socioeconômicas fossem adequadas, no sentido de aumentar o IDH, isso poderia gerar uma diminuição de recém-nascidos pré-termo.

Nesse novo cenário, com a melhoria dos parâmetros de saúde, educação e renda, os municípios teriam um desenvolvimento mais adequado e seria reduzido o risco de nascimentos prematuros. Destaca-se que o IVS, o Índice de GINI e os indicadores de serviços de saúde não estiveram associados com a prematuridade.

Portanto, como os valores de I_m são próximos de zero, é importante mencionar que as associações encontradas apenas explicam de forma parcial a prematuridade, havendo a possibilidade de existirem outros fatores, como biológicos ou socioeconômicos, relacionados com a prematuridade.

Mesmo assim, os resultados da pesquisa corroboraram com o descrito em alguns estudos que sugerem a implementação de políticas públicas e estratégias específicas para a prevenção e o tratamento da prematuridade, como oferecer intervenções para melhorar as necessidades das mulheres em idade reprodutiva, contemplando programas de educação sexual, além de melhorar a qualidade de assistência pré-natal, como também durante e após o parto^{7,11,18,20,34,36}.

A partir das informações resultantes desta pesquisa, com a identificação do cluster de municípios com altas taxas de prematuridade, pode ser que estes municípios tenham acesso limitado aos programas de planejamento familiar ou, inclusive, uma insuficiência de profissionais ou insumos.

Assim, constata-se a necessidade de formulação de programas sociais, como o fornecimento de subsídios e campanhas educativas, considerando especificamente a implementação de políticas de saúde, com estratégias de in-

tervenção para a prevenção, controle e diminuição de nascimentos prematuros nos municípios de maior risco, conseguindo assim uma diminuição das taxas de mortalidade neonatal, visando alcançar as metas dos ODS até 2030.

Destaca-se, como limitação deste trabalho, a utilização de dados de fontes secundárias, essencialmente disponibilizados pelo DATASUS, apenas para os municípios (não disponível para áreas menores, como os distritos), nos quais a qualidade dos dados pode ser afetada por campos incompletos ou erradamente preenchidos para algumas das variáveis coletadas, referentes aos indicadores de serviços de saúde obtidos do CNES. De toda forma, utilizou-se um único banco de dados consolidado para o período 2010–2019.

Mesmo diante da limitação apontada anteriormente e com independência espacial (ausência de autocorrelação espacial global), a abordagem espacial local permitiu identificar o cluster formado pelos municípios de Biritiba Mirim, Guararema e Salesópolis, localizados no extremo leste da região metropolitana de São Paulo, que tiveram as maiores proporções de nascimentos prematuros. Isso fornece subsídios importantes aos gestores municipais e regionais de saúde para uma intervenção oportuna nas áreas com maior risco de prematuridade.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. Preterm birth [Internet]. 2022 [acessado em 05 out. 2022]. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/preterm-birth>
2. Freitas NF, Nunes CRN, Rodrigues TM, Valadares GC, Alves FL, Leal CRV, et al. Desenvolvimento neuropsicomotor em crianças nascidas pré-termo aos 6 e 12 meses de idade gestacional corrigida. *Rev Paul Pediatr*. 2021; 40: e2020199. <https://doi.org/10.1590/1984-0462/2022/40/2020199>
3. Berger AZ, Zorzim VI, Pôrto EF, Alfieri FM. Parto prematuro: características das gestantes de uma população da zona sul de São Paulo. *Rev Bras Saúde Matern Infant* 2016; 16(4): 437-45. <https://doi.org/10.1590/1806-93042016000400005>
4. United Nations. The Millennium Development Goals Report 2015 [Internet]. 2015 [acessado em 15 out. 2022]. Disponível em: [https://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20\(July%201\).pdf](https://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/MDG%202015%20rev%20(July%201).pdf)
5. United Nations. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development [Internet]. 2018 [acessado em 17 out. 2022]. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>
6. Rodríguez EYA, Rodríguez ECA, Marins FAS, Silva AF, Nascimento LFC. Spatial patterns of mortality in low birth weight infants at term and its determinants in the State of São Paulo, Brazil. *Rev Bras Epidemiol* 2023; 26: e230034. <https://doi.org/10.1590/1980-549720230034>
7. Marinonio ASS, Costa-Nobre DT, Miyoshi MH, Balda RCX, Areco KCN, Konstanyner T, et al. Clusters of preterm live births and respiratory distress syndrome-associated neonatal deaths: spatial distribution and co-occurrence patterns. *BMC Public Health* 2022; 22(1): 1226. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13629-4>

8. Campos JO, Silva AM, Santana MS, Oliveira TLPS, Rocha CSA, Silva AR, et al. Avaliação do estado nutricional de recém-nascidos pré-termo em unidade de terapia intensiva neonatal. *Braz J Dev* 2020; 6(10): 80007-28. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n10-432>.
9. Viana Filho JR, Pássari IA, Niveiros SI. Gestão de custos hospitalares: um estudo de caso no Hospital Santa Casa de Misericórdia e Maternidade de Rondonópolis – MT. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Custos – ABC*; 2017 nov 15-17; Rio Grande do Sul (SC), Brasil.: Rio Grande do Sul: ABC; 2017. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4362>.
10. Afrange E. Precisamos falar sobre prematuridade. São Paulo: Galáxia de Palavras; 2021.
11. Tascón LAM, Benítez DIC, Tascón LIM, Guatibonza MDA, Ospina CBP. Epidemiología de la prematuridad, sus determinantes y prevención del parto prematuro. *Rev Chil Obstet Ginecol* 2016; 81(4): 330-42. <http://doi.org/10.4067/S0717-75262016000400012>
12. Rebolledo EAS, Chiaravalloti Neto F, Giatti LL. Experiencias, beneficios y desafíos del uso de geoprocesamiento para el desarrollo de la atención primaria de salud. *Rev Panam Salud Publica* 2018; 42: e153. <https://doi.org/10.26633/RPSP.2018.153>
13. Chiaravalloti Neto F. O geoprocessamento e saúde pública. *Arq Ciênc Saúde* 2016; 23(4): 1-2. <http://doi.org/10.17696/2318-3691.23.4.2016.661>
14. Nascimento LFC, Costa TM, Zöllner MSAC. Spatial distribution of low birthweight infants in Taubaté, São Paulo, Brazil. *Rev Paul Pediatr* 2013; 31(4): 466-72. <https://doi.org/10.1590/S0103-05822013000400008>
15. Venâncio TS, Tuan TS, Nascimento LFC. Incidência de tuberculose em crianças no estado de São Paulo, Brasil, sob enfoque espacial. *Ciênc Saúde Colet* 2015; 20(5): 1541-7. <https://doi.org/10.1590/1413-81232015205.14672014>
16. Nascimento LFC, Batista GT, Dias NW, Catelani CS, Becker D, Rodrigues L. Análise espacial da mortalidade neonatal no Vale do Paraíba, 1999 a 2001. *Rev Saúde Pública* 2007; 41(1): 94-100. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102007000100013>
17. Hinman SE. Comparing spatial distributions of infant mortality over time: Investigating the urban environment of Baltimore, Maryland in 1880 and 1920. *Appl Geogr* 2017; 86: 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2017.06.015>
18. Paulucci RS, Nascimento LFC, Schulze CA. Abordagem espacial dos partos prematuros em Taubaté, SP. *Rev Paul Pediatr* 2011; 29(3): 336-40. <https://doi.org/10.1590/S0103-05822011000300005>
19. Miranda MJ, Costa C, Santana P, Barrozo LV. Associação espacial entre variáveis socioeconômicas e risco relativo de nascimentos pré-termo na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e na Área Metropolitana de Lisboa (AML). *Saúde Soc* 2014; 23(4): 1142-53. <https://doi.org/10.1590/S0104-12902014000400002>
20. Bloch JR. Using geographical information systems to explore disparities in preterm birth rates among foreign-born and U.S.-born black mothers. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs* 2011; 40(5): 544-54. <https://doi.org/10.1111/j.1552-6909.2011.01273.x>
21. Castelló A, Río I, López-Abente G, Fernández-Navarro P, García-Pérez J, Waller LA, et al. Geographical variations in the risk of adverse birth outcomes in Spain. *Int J Environ Sci Technol* 2014; 11(5): 1481-6. <https://doi.org/10.1007/s13762-013-0352-7>
22. Li J, Lin S, Wu J, Li Y, Shang X, Pei L. Spatial variation and association between maternal chemical fertilizer exposure and preterm birth in a rural area in Northern China. *Environ Sci Pollut Res Int* 2022; 29(13): 19460-72. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17124-y>
23. Genin M, Lecoivre A, Cuny D, Subtil D, Chevalier G, Ficheur G, et al. The association between the incidence of preterm birth and overall air pollution: a nationwide, fine-scale, spatial study in France from 2012 to 2018. *Environ Pollut* 2022; 311: 120013. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120013>
24. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Malha Municipal [Internet]. 2022 [acessado em 20 nov. 2022]. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=acesso-ao-produto>
25. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados [Internet]. 2022 [acessado em 21 nov. 2022]. Disponível em: <https://ibge.gov.br/cidades-e-estados>
26. Departamento de informática do Sistema Único de Saúde. Ministério da Saúde. Tabnet. Informações de Saúde. [Internet]. 2022 [acessado em 21 nov. 2022]. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>
27. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Atlas da vulnerabilidade social nos municípios e regiões metropolitanas brasileiras [Internet]. 2022 [acessado em 23 nov. 2022]. Disponível em: <http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/planilha>
28. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Atlas do desenvolvimento humano no Brasil [Internet]. 2022. [acessado em 23 nov. 2022]. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/categoria-projetos-e-estatisticas/9941-atlas-do-desenvolvimento-humano-no-brasil?highlight=WyjJb20iLCj b20nXHUwMGU5liwiY29tj3VuaWNhliwiY29tjYslidjb20iXQ==>
29. Almeida E. *Econometria Espacial Aplicada*. Campinas, SP: Alínea Editora; 2012.
30. Anselin L, Syabri I, Kho Y. GeoDa: an introduction to spatial data analysis. in: handbook of applied spatial analysis. In: Fischer, M., Getis, A. (eds) *Handbook of Applied Spatial Analysis*. Heidelberg: Springer; 2010. p. 73-89. https://doi.org/10.1007/978-3-642-03647-7_5
31. Blencowe H, Cousens S, Oestergaard MZ, Chou D, Moller AB, Narwal R, et al. National, regional, and worldwide estimates of preterm birth rates in the year 2010 with time trends since 1990 for selected countries: a systematic analysis and implications. *Lancet* 2012; 379(9832): 2162-72. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60820-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60820-4)
32. Chawanpaiboon S, Vogel JP, Moller AB, Lumbiganon P, Petzold M, Hogan D, et al. Global, regional, and national estimates of levels of preterm birth in 2014: a systematic review and modelling analysis. *Lancet Glob Health* 2019; 7(1): e37-46. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(18\)30451-0](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30451-0)

33. Martinelli KG, Dias BAS, Leal ML, Belotti L, Garcia EM, Santos Neto ET. Prematuridade no Brasil entre 2012 e 2019: dados do Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos. *Rev Bras Estud Popul* 2021; 38: e0173. <https://doi.org/10.20947/S0102-3098a0173>
34. Rocha AS, Falcão IR, Teixeira CSS, Alves FJO, Ferreira AJF, Silva NJ, et al. Determinantes do nascimento prematuro: proposta de um modelo teórico hierarquizado. *Ciênc Saúde Colet* 2022; 27(8): 3139-52. <https://doi.org/10.1590/1413-81232022278.03232022>
35. Alberton M, Rosa VM, Iser BPM. Prevalência e tendência temporal da prematuridade no Brasil antes e durante a pandemia de covid-19: análise da série histórica 2011-2021. *Epidemiol Serv Saúde* 2023; 32(2): e2022603. <https://doi.org/10.1590/S2237-96222023000200005>
36. Oliveira LL, Gonçalves AC, Costa JSD, Bonilha ALL. Maternal and neonatal factors related to prematurity. *Rev Esc Enferm USP* 2016; 50(3): 382-9. <https://doi.org/10.1590/S0080-623420160000400002>

ABSTRACT

Objective: To analyze spatial distribution of preterm births and their association with maternal, social, and health services indicators in the metropolitan region of São Paulo, Brazil, 2010–2019. **Methods:** Ecological study using data on preterm newborns from 39 municipalities in the metropolitan region of São Paulo. Univariate global Moran's index (I_m) was used to evaluate spatial association of prematurity, and univariate local Moran's index by using the cluster map (LISA) to identify spatial patterns and clusters. Bivariate global Moran's index was also used to analyze spatial autocorrelation with maternal, social, and health services indicators. **Results:** A total of 3,103,898 live births were registered in period 2010-2019, of which 331,174 (10.7%) were preterm. The global Moran's index showed spatial independence ($I_m=0.05$; p -value=0.233) of the proportion of preterm births between municipalities. However, in the local spatial analysis it was possible to identify a statistically significant spatial cluster between the municipalities of Biritiba Mirim, Guararema and Salesópolis, with high proportions of preterm births. In the bivariate analysis, a significant positive spatial association was identified with proportions of mothers under 20 years old ($I_m=0.17$; p -value=0.024) and mothers with low schooling ($I_m=0.17$; p -value=0.020), and a significant negative spatial association with HDI ($I_m=-0.14$; p -value=0.039). **Conclusions:** The local spatial approach identified a spatial cluster located in the far east of the metropolitan region of São Paulo, where actions by health managers are needed to minimize occurrence of preterm births.

Keywords: Premature birth. Prematurity. Spatial analysis. Geographic information systems. Geographic mapping.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES: Rodríguez, E.C.A.: Análise formal, Conceituação, Curadoria de dados, Escrita – primeira redação, Escrita – revisão e edição, Investigação, Metodologia, Recursos, Software, Validação, Visualização. Rodríguez, E.Y.A.: Curadoria de dados, Metodologia, Recursos, Software, Validação. Marins, F.A.S.: Administração do projeto, Análise formal, Conceituação, Curadoria de dados, Escrita – revisão e edição, Investigação, Metodologia, Obtenção de financiamento, Supervisão, Validação. Silva, A.F.: Escrita – revisão e edição, Metodologia, Recursos, Software, Validação. Nascimento, L.F.C.: Administração do projeto, Análise formal, Conceituação, Curadoria de dados, Escrita – revisão e edição, Investigação, Metodologia, Recursos, Supervisão, Validação.

FONTE DE FINANCIAMENTO: Este trabalho contou com o suporte da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001; e parcialmente pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – 304197/2021-1 e 303090/2021-9.

