

Distribuição espacial da mortalidade fetal e sua correlação com indicadores de saúde da mulher e de vulnerabilidade social na cidade de São Paulo, Brasil

Andressa Kutschenko Nahas ¹

 <https://orcid.org/0000-0002-4103-7593>

Gizelton Pereira Alencar ²

 <https://orcid.org/0000-0002-2354-9050>

^{1,2} Epidemiology Department, School of Public Health, University of São Paulo (USP), Av. Dr. Arnaldo, 715, Cerqueira César, São Paulo, SP, Brasil. CEP: 01.246-904. E-mail: andressa@aknconsultoria.com

Resumo

Objetivos: analisar a distribuição espacial da mortalidade fetal e sua correlação com indicadores de saúde da mulher e de vulnerabilidade social na cidade de São Paulo, Brasil.

Métodos: estudo ecológico dos distritos administrativos no período 2014-2021. Desfecho: taxa de óbito fetal; covariáveis: idade materna, cuidado pré-natal inadequado, Índice Paulista de Vulnerabilidade Social, taxas de óbito em mulheres em idade reprodutiva e de natalidade. Análises espaciais exploratórias incluíram taxas de mortalidade fetal brutas e Bayesianas. A autocorrelação espacial foi testada pelo índice de Moran e coeficientes de Geary e a identificação de áreas de risco pelo Índice de Moran Local e pelo diagrama de espalhamento de Moran. Correlações entre indicadores e mortalidade fetal foram obtidas pelo coeficiente de Lee.

Resultados: foram identificados 39 distritos de baixo risco na região central como clusters de baixo-baixo risco e 40 distritos como clusters de alto-alto risco, principalmente na região leste ($p < 0.05$). Identificou-se que maior vulnerabilidade social, mães adolescentes e a mortalidade das mulheres em idade fértil estão correlacionadas com maiores taxas de mortalidade fetal ($p < 0.05$).

Conclusão: a análise identificou as áreas em que a maior vulnerabilidade social, maiores proporções de mães adolescentes e maiores taxas de mortalidade em mulheres em idade fértil estão correlacionadas com taxas mais elevadas de mortalidade fetal.

Palavras-chave Análise espacial, Óbito fetal, Vulnerabilidade social, Correlação de dados



Introdução

De acordo com Chou *et al.*,¹ a taxa global de óbitos fetais em 2019 foi de 13,9 por 1.000 nascidos, abaixo dos 21,4 por 1.000 em 2000, indicando um decréscimo de 35,1% ao longo de quase duas décadas. Dados recentes mostram que cerca de 1,9 milhões de mortes fetais em todo o mundo em 2023,² abaixo dos 2,6 milhões em 2015,³ continuando essa tendência decrescente.

A literatura revela a importância de medidas relativas à prevenção e redução de óbitos fetais. Contudo, esse tema tem sido negligenciado⁴ e incluído na agenda global de saúde apenas em 2014, com o *Every Newborn Action Plan* (ENAP), que visa erradicar as mortes maternas, fetais e neonatais evitáveis até 2030. No estado de São Paulo (SP), existem disparidades significativas, com 42% das cidades relatando taxas de óbitos fetais mais elevadas do que a mortalidade neonatal. As projeções sugerem que os óbitos fetais podem ultrapassar a mortalidade neonatal em todo o Brasil no médio e longo prazo, impulsionados pelas recentes melhorias nos cuidados neonatais e pelo foco crescente na prevenção de óbitos fetais.⁵

Os diferenciais regionais nas taxas de mortalidade fetal e neonatal no Brasil estão associados aos indicadores de cobertura, utilização e acesso aos serviços do Sistema Único de Saúde (SUS), apontando para uma maior frequência de falhas do sistema de atenção ao parto e ao puerpério nas regiões Norte e Nordeste do país.⁶ Estes resultados destacam a importância do uso do monitoramento espaço-temporal na identificação de padrões para uma melhor organização dos programas materno-infantis.

Medidas de correlação espacial para identificar essas associações têm sido empregadas na identificação de padrões. Canutto *et al.*⁷ mostraram o gradiente crescente do índice de privação social com o aumento da taxa de óbitos fetais, variando de 8,0-10,7 por 1.000, nas mesorregiões de São Francisco e Sertão, no estado de Pernambuco. Marques *et al.*⁸ encontraram associação entre causas evitáveis de óbitos fetais e três *clusters* de vulnerabilidade social obtidos a partir da distribuição do Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) nos distritos da cidade de São Paulo, no período 2007-2017. Venâncio *et al.*⁹ identificaram padrões de mortalidade perinatal no estado de SP pelo índice de Moran, identificando municípios com maior risco. O estudo de Nascimento *et al.*¹⁰ avaliou a dependência espacial para a mortalidade perinatal em áreas com falta de assistência à gravidez, em 63 áreas da cidade de Salvador, pelo índice de Moran Global e Local e pelo coeficiente de Geary, em 2007. Silva *et al.*¹¹ identificaram que a mortalidade fetal na cidade do Recife estava correlacionada ao Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) que considerou três fatores “renda e trabalho”,

“infraestrutura urbana” e “capital humano”. Silva *et al.*¹² evidenciaram uma correlação espacial entre as taxas de mortalidade fetal e os distritos de saúde, destacando as disparidades regionais e a necessidade de identificar essas áreas para políticas de saúde específicas.

A cidade de São Paulo, metrópole de 12,2 milhões de habitantes, com grandes disparidades socioeconômicas entre os 96 distritos administrativos (DA) e concentra 28,9% dos óbitos fetais do estado de SP no período 2014-2021. No estado de SP, as taxas de óbitos fetais são um componente cada vez mais importante da mortalidade perinatal com a contínua diminuição da mortalidade neonatal precoce.⁵

Neste artigo apresentamos a análise focando na utilização dos indicadores obtidos nos distritos, sem agregá-los em *clusters* que abrangeriam grandes áreas e população, o que causaria uma maior heterogeneidade. A maioria dos artigos encontrados abordou a correlação espacial em áreas maiores, especialmente para óbitos fetais.

Este estudo visa identificar áreas de alto risco para mortalidade fetal e utilizar indicadores regionais como ferramentas-chave para o planejamento de políticas públicas, permitindo ações direcionadas para reduzir mortes fetais evitáveis.

Métodos

O desenho do estudo é ecológico e exploratório que avaliou nascidos vivos e óbitos fetais de mães residentes na cidade de São Paulo no período de 01/01/2014 a 31/12/2021. Os distritos administrativos da cidade foram definidos como unidade de análise do presente estudo. Na análise foram considerados os moradores de 2014 a 2021 e excluídos os dados sem qualquer informação.

A variável desfecho é a taxa de mortalidade fetal de cada distrito administrativo e foi obtida do Programa de Aprimoramento das Informações de Mortalidade (PRO-AIM), da Coordenação de Epidemiologia e Informação (CEInfo) da Secretaria Municipal de Saúde de São Paulo, por meio do TabNet.¹³ A taxa de mortalidade fetal é definido como o número de óbitos fetais (22 semanas de gestação ou mais) para cada 1.000 nascidos vivos.

As variáveis de exposição consideraram os seguintes indicadores:

- a) Percentual de habitantes em condições de vulnerabilidade social média, alta ou muito alta: O IPVS é um índice para medir a vulnerabilidade social e classifica os distritos da cidade em 6 *clusters* que variam de vulnerabilidade muito baixa a muito alta, realizado pelo Fundação do sistema de análise de dados estaduais (SEADE),¹⁴ em 2010. O índice reflete dados de desempenho

econômico e social, abrangendo rendimento, educação, acesso aos serviços do Estado, oportunidades de mobilidade social e condições de admissão no mercado de trabalho. O IPVS é uma variável qualitativa ordinal que compreende sete grupos de vulnerabilidade social: extremo baixo, muito baixo, baixo, médio, alto (urbano), muito alto e alto (rural), utilizando informações disponíveis sobre a distribuição de frequência dos habitantes de cada distrito em os grupos definidos. Foi construída uma função a partir da soma das frequências relativas para os grupos médio, alto e muito alto.

- b) Percentual de mães adolescentes: razão entre o número de mulheres com 19 anos ou menos que tiveram pelo menos um filho nascido vivo pelo número total de mulheres que tiveram filhos. Fonte: Sistema de Informações sobre Nascidos Vivos (SINASC),¹³ do Ministério da Saúde do Brasil.
- c) Percentual de mães com pré-natal inadequado: razão entre o número de mães que não realizaram pré-natal ou que realizaram menos de sete consultas de pré-natal pelo total de mulheres que já tiveram filhos. Fonte: SINASC.
- d) Taxa de mortalidade feminina em idade fértil: razão entre o número de óbitos de mulheres de 15 a 49 anos pelo total de mulheres na faixa etária. Fonte: PRO-AIM. Dados disponíveis de 2014 a 2019.
- e) Taxa de natalidade: razão entre o número de nascidos vivos pela população total, multiplicado por 1.000. Fonte: SINASC.

Todas as variáveis foram calculadas a partir da média entre 2014 e 2021, enquanto o IPVS foi construído a partir de variáveis relativas a 2010.

A rede digital SP por distrito foi obtida na plataforma *online* Geosampa, disponibilizada gratuitamente pela Prefeitura Municipal de São Paulo em formato *shapefile* (shp).¹⁵

As variáveis de exposição consideradas indicadores basearam-se em outros estudos perinatais, como escolaridade e idade materna, e uma variável socioeconômica como o IPVS. A taxa de natalidade é um indicador da dimensão do distrito e da presença de serviços de saúde no distrito. Incluímos também a renda média mensal como variável econômica tradicional.

Métodos estatísticos: foram calculadas as taxas de mortalidade fetal bruta, bayesiana empírica global e bayesiana empírica local para os distritos, seguidas da construção de mapas temáticos para cada taxa. As taxas de mortalidade fetal bayesiana empírica global visam minimizar flutuações aleatórias nas taxas brutas

de mortalidade observadas nas unidades de análise. O Estimador Bayesiano Empírico Local considera o ajuste da taxa de cada distrito pelas taxas de seus vizinhos, aplicando uma matriz de vizinhança. O método bayesiano empírico considera informações da vizinhança e relações entre áreas próximas em pequenas populações, permitindo um melhor controle da variabilidade das taxas por meio da redução da variância.¹⁶ A matriz de vizinhança do tipo *Queen* foi usada para a análise espacial, que considera como vizinhos os distritos adjacentes com pelo menos um ponto de fronteira comum, independentemente da direção dos pontos.¹⁶

O índice de *Moran Global* e o coeficiente de *Geary* foram calculados para verificar evidências de autocorrelação espacial em relação aos óbitos fetais em SP: O primeiro usa a diferença entre cada ponto e a média global, enquanto o segundo usa a diferença entre pares de pontos. O índice de *Moran Global* varia de -1 a 1 e tem interpretação semelhante à correlação de Pearson. O coeficiente de *Geary Global* varia de 0 a +2, com valores entre 0 e +1 indicando autocorrelação espacial positiva e valores entre 1 e +2 indicando autocorrelação espacial negativa.¹⁷

O *Local Indicator of Spatial Association* (LISA)¹⁷ decompõe os índices globais, detecta regiões de não-estacionaridade e agrupa áreas vizinhas com índices semelhantes para identificar *clusters* significativos. O Índice de *Moran* local identifica áreas de risco para o óbito fetal. Um mapa temático do índice padronizado (z-score LISA), por distrito, e um mapa temático destacando os distritos com seus respectivos índices significativos são apresentados.

O gráfico de dispersão de *Moran* ou *Moran Scatterplot*^{16,17} permite a identificação de quatro tipos de associação linear espacial de áreas de cobertura: alto-alto (AA), alto-baixo (AB), baixo-baixo (BB) e baixo-alto (BA). Este gráfico é obtido pela distribuição das taxas brutas de mortalidade fetal pelas respectivas taxas de defasagem espacial de primeira ordem. Os *clusters* BB identificam distritos com baixa taxa de mortalidade fetal cercados por taxas de mortalidade de baixo valor, assim como o oposto, distritos com altas taxas cercados por altas taxas representam *clusters* AA. Os *clusters* de transição BA e AB representam distritos de baixa taxa com áreas vizinhas de maior valor e taxas mais altas, mas com vizinhos de baixa taxa, respectivamente.

Por fim, as correlações entre cada indicador secundário e as taxas brutas de mortalidade fetal foram calculadas pelo coeficiente de Lee, como associação espacial bivariada,¹⁷ combinando as definições do índice de *Moran* e da correlação de Pearson. O coeficiente de *Lee* varia de -1 a +1, com interpretação equivalente ao coeficiente de Pearson.

Os mapas temáticos e as análises de dados foram processados no *software* R 4.2.2.

O protocolo de pesquisa foi aprovado pela Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, CAAE 87655518.6.0000.5421, número de aprovação 2.667.915, em 22 de maio de 2018.

Resultados

De 2014 a 2021, foram registrados em SP 10.263 óbitos fetais e 1.294.412 nascidos vivos, com uma taxa bruta de mortalidade fetal de 8,24/1.000 nascimentos.

O percentual de dados faltantes por ausência do distrito administrativo foi de 0,16%. Para aqueles com informações sobre o distrito não houve valores faltantes. Não foram observadas oscilações ou tendências ao longo do tempo da taxa de óbitos fetais, sendo a menor taxa observada em 2018 (7,54/1.000 nascidos) e a maior, em 2021 (8,40/1.000 nascidos), com média de 7,88 e desvio-padrão de 0,27. Considerando essa pequena variação e o fato de o óbito fetal ser um evento raro, consideramos a soma dos dados de 2014 a 2021 (Figura 1A). A variância da taxa bruta foi reduzida, refletindo a redução das flutuações aleatórias relativas ao risco de nados-mortos nos distritos (Figura 1B). As taxas empíricas locais de óbitos fetais Bayesianos, que também são suavizadas, e as taxas ponderadas por distrito são exibidas na Figura 1C.

As taxas *Bayesianas* brutas, globais e locais seguem uma distribuição geográfica semelhante (Figura 1), onde as taxas de nados-mortos aumentam em direção aos

distritos mais periféricos, formando *clusters* de alto risco nas regiões leste e sul, e *clusters* de baixo risco na região centro. De acordo com as taxas *Bayesianas* globais (Figura 1B), os distritos com maiores taxas de óbito fetal, entre 9,27 e 10,2/1.000 nascidos, são Cidade Tiradentes, Vila Jacuí, Iguatemi, Itaquera, Itaim Paulista, Lajeado e Jardim Helena, localizados em a zona leste e Socorro, localizada na zona sul do município. Em contrapartida, as taxas mais baixas de óbitos fetais Bayesianos empíricos globais - entre 4,8 e 5,7/1.000 nascimentos - foram observadas em Pinheiros, Jardim Paulista, Perdizes, Itaim Bibi e Lapa, na zona oeste; e Carrão, Vila Mariana e Moema, na região Sudeste.

O índice *Global Moran* e o coeficiente *Global Geary* foram calculados utilizando taxas brutas, com estimativas de 0,5822 ($p < 0.05$) e 0,4346 ($p < 0.05$), respectivamente, que evidenciam autocorrelação espacial entre distritos em relação à taxa de mortalidade fetal. O índice padronizado de *Moran Local* (Figura 2A) identificou os aglomerados de distritos com dependência espacial significativa e variou entre -1,55 e +4,45, corresponde a valores de p entre 0,96 e $< 0,0001$, e um valor de 1,99 refere-se a um valor de p de 0,05. A Figura 2B apresenta um *cluster* na região leste e outro na região oeste, com taxas significativas ($p < 0,05$), abrangendo 28 distritos, 12 com alta prevalência de taxa de mortalidade fetal – de modo que 11 na região leste, e 16 caracterizados por baixa taxas de óbitos fetais – de modo que 12 na região oeste.

O *cluster* de alto risco identificado pelo índice LISA compreende os seguintes distritos: Cidade Tiradentes,

Figura 1

Mapa temático das taxas brutas e bayesianas empíricas de óbitos fetais por distrito administrativo. Cidade de São Paulo, de 2014 a 2021.

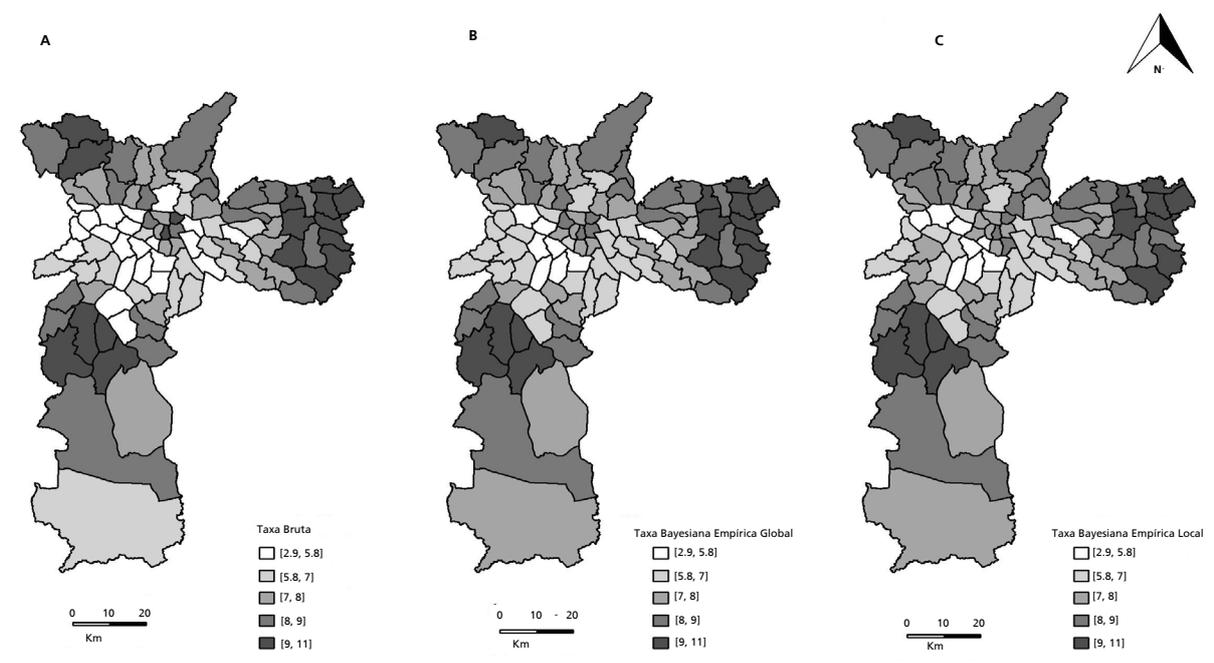
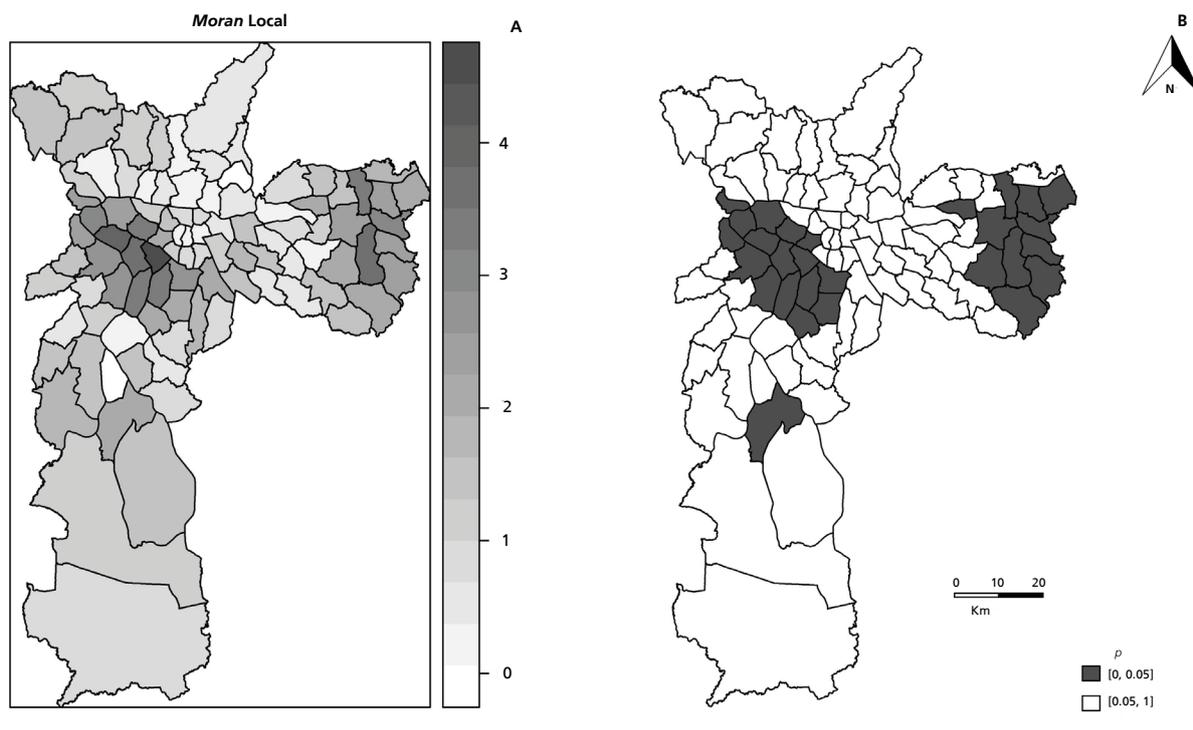


Figura 2

Mapas temáticos do índice padronizado por distrito administrativo e destaque dos distritos com seus respectivos índices de significância. Cidade de São Paulo, de 2014 a 2021.



Guaianases, Iguatemi, Itaim Paulista, Itaquera, José Bonifácio, Lajeado, Parque do Carmo, Ponte Rasa, São Miguel e Vila Curuçá, localizados na zona leste do município, e Cidade Dutra, na zona sudeste. O *cluster* de baixo risco era composto por Consolação, na zona central, Alto de Pinheiros, Butantã, Itaim Bibi, Jaguará, Jaguaré, Jardim Paulista, Lapa, Morumbi, Perdizes, Pinheiros e Vila Leopoldina, na zona oeste, Moema, Saúde e Vila Mariana, na zona sudeste, e Campo Belo e Santo Amaro, na zona sul (Figura 2).

O gráfico de dispersão de *Moran* (Figura 3A) evidencia autocorrelação espacial, apresentando associações espaciais e padrões de concentração. A Figura 3B mostra todos os tipos de *clusters*, *clusters* BB e AA. Isto indica que os distritos com taxas de nados-mortos de baixo valor estão rodeados por distritos com taxas de nados-mortos de baixo valor e vice-versa. Um total de 40 distritos estavam em aglomerados de AA, localizados nas regiões periféricas nas regiões leste, leste, norte e sul (Figura 3B). O *cluster* BB concentrou 39 distritos nas regiões sudeste e oeste da cidade.

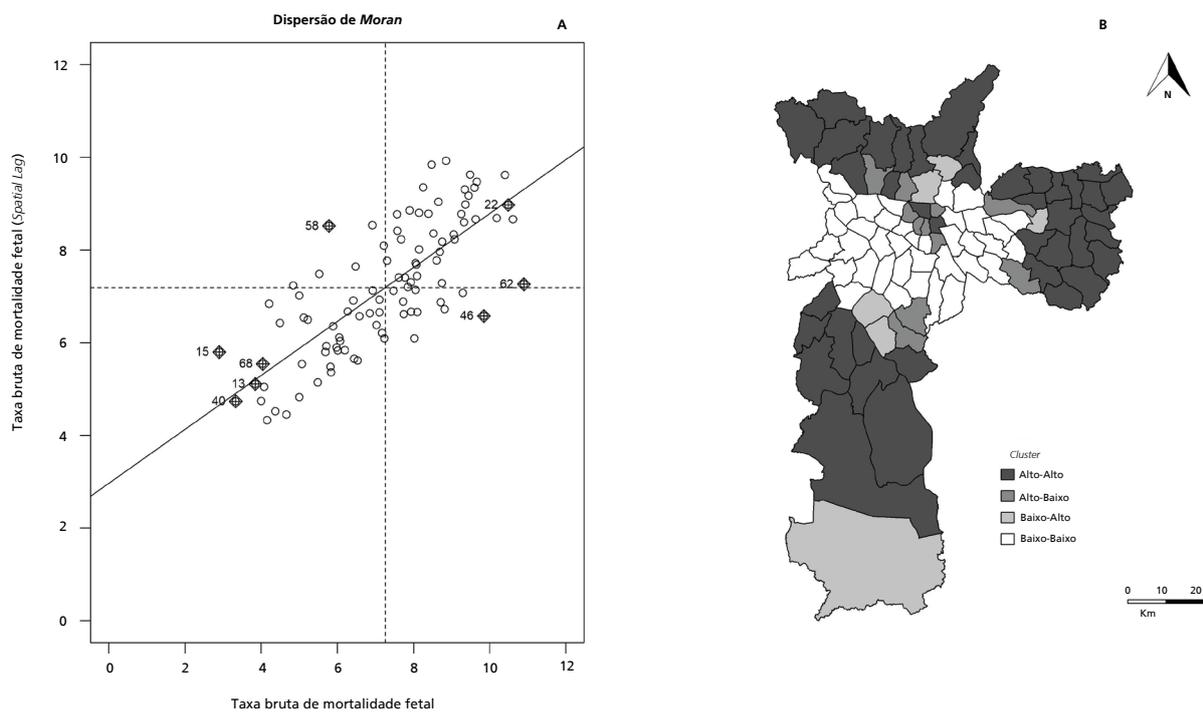
Os *clusters* considerados grupos de transição foram formados por distritos de baixa taxa com áreas vizinhas apresentando valores mais elevados (BA), totalizando 6 distritos, cada um pertencente a uma região diferente do município - norte, sul e sudeste - e aqueles que compreendem distritos com taxas mais altas, mas adjacente aos distritos baixos (AB), localizados nas regiões norte, sul, sudeste e centro, totalizando 11 distritos.

A Figura 4 apresenta os mapas temáticos de cada um dos seis indicadores distritais de SP. Foram observados elevados valores de distribuição de habitantes em condições de vulnerabilidade social média, alta ou muito alta nas regiões periféricas do município. Padrões semelhantes foram observados na distribuição dos percentuais de mães adolescentes e de mães com pré-natal inadequado, nas taxas de natalidade e nas taxas de mortalidade feminina em idade fértil. Contudo, observou-se um padrão espacial inverso em relação ao rendimento médio mensal, com índices mais elevados nas regiões centrais.

A Tabela 1 apresenta o índice de Moran Global para cada indicador, com estimativas variando de 0,304 a 0,700, todas significativas ($p < 0,05$), mostrando a evidência de autocorrelação espacial entre distritos em relação a todos os índices secundários. Estes resultados sugerem uma correlação entre as taxas de nados-mortos e os indicadores secundários. Inicialmente, foram calculados coeficientes de correlação de Pearson entre cada indicador e as taxas brutas de mortalidade fetal. A Tabela 1 mostra que os indicadores correlacionados positiva e moderadamente com as taxas brutas de mortalidade fetal foram “proporção de mães adolescentes”, “proporção de mães com pré-natal inadequado”, “taxa de mortalidade feminina em idade fértil” e “proporção de habitantes com média, alta ou IPVS muito alto e óbitos fetais brutos apresentaram correlação positiva e fraca com as “taxas de natalidade”. Porém, os coeficientes de correlação de Pearson não

Figura 3

Gráfico de dispersão de Moran e mapa temático representando os respectivos clusters. Cidade de São Paulo, de 2014 a 2021.



consideram o efeito espacial, portanto os valores não podem ser ajustados pela matriz de vizinhança. Portanto, foram calculados coeficientes de Lee, que incorporam a estrutura espacial dos dados, e indicaram que a “proporção de habitantes com IPVS médio, alto ou muito alto”, “taxas de mortalidade feminina em idade fértil” e “proporção de mães adolescentes” foram mais fortemente associadas às taxas brutas de mortalidade fetal.

Assim, os coeficientes de Lee demonstram que maior vulnerabilidade social, maiores taxas de mortalidade feminina em idade fértil e maior proporção de mães adolescentes estão associadas a maiores taxas de mortalidade fetal, considerando o ponto de corte de 0,50, este valor é arbitrário e pode ser escolhido pelos pesquisadores (Tabela 1).

Discussão

Este estudo identificou as áreas com maiores taxas de óbitos fetais e indicou que o índice de vulnerabilidade IPVS, mães adolescentes e mortalidade feminina em idade fértil foram os mais correlacionados com as taxas de óbitos fetais, entre outros indicadores. Este estudo conseguiu identificar diferenças significativas entre as taxas brutas de óbitos fetais entre 2014 e 2021 com os respectivos valores de 7,65 e 8,40 óbitos fetais/1.000 nascimentos, indicando uma ligeira tendência de aumento ao longo dos anos. Portanto, em relação ao óbito fetal, ocorreu uma

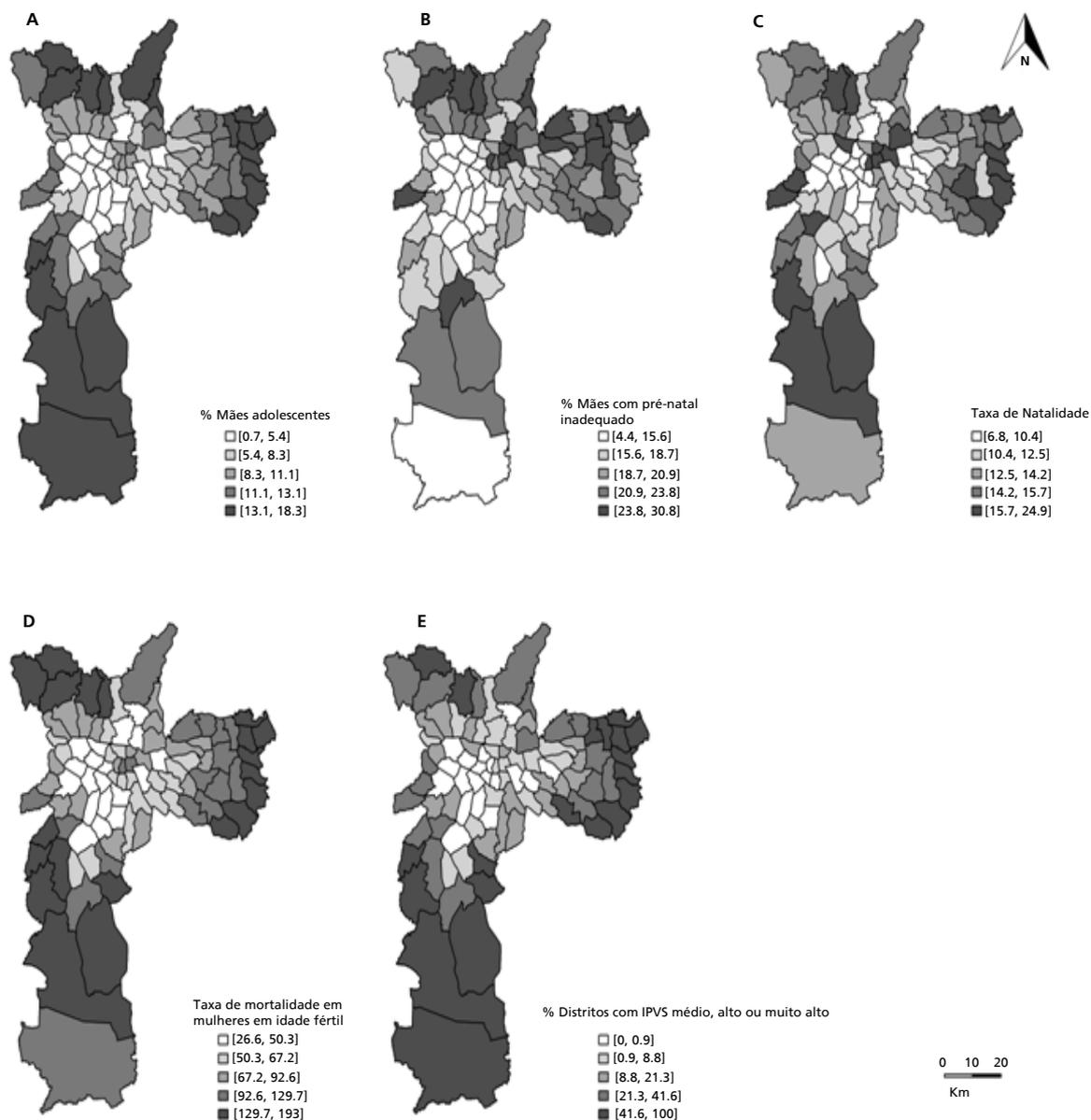
diminuição no comportamento e no número de casos ao longo do tempo na cidade de São Paulo.

A cidade de São Paulo possui uma política pública voltada para gestantes, baseada na Rede de Proteção à Mãe Paulistana, desde 2006, como estratégia do SUS. Este programa presta assistência e apoio à saúde a todas as gestantes do município desde o início da gravidez, garantindo um mínimo de sete consultas de pré-natal, além de consultas durante o parto e o puerpério, até o segundo ano de vida da criança.¹⁸ Embora a cobertura de ações e serviços de saúde voltados às gestantes tenha aumentado ao longo do tempo, alguns distritos mais periféricos do município ainda apresentam elevadas proporções de assistência pré-natal inadequada, com menos de sete consultas de pré-natal, corroborando os estudos aqui relatados.¹⁹

Estudos relacionando óbitos fetais no contexto espacial têm sido pouco explorados no Brasil e poucos estudos foram identificados na revisão de literatura. Os estudos com foco na mortalidade perinatal, considerando nascidos vivos e natimortos, encontraram evidências de dependência espacial nos 645 municípios do estado de SP⁹ e em 63 áreas da cidade de Salvador.¹⁰ Silva *et al.*¹¹ identificaram em Recife, estado de Pernambuco, áreas com significativas desigualdades sociais e falta de acesso ao pré-natal. Silva *et al.*¹² identificaram correlação entre taxas de mortalidade fetal e vulnerabilidade social no estado de Pernambuco.

Figura 4

Mapa temático de indicadores secundários por distrito administrativo. Cidade de São Paulo, de 2014 a 2021*.



*Para Taxa de mortalidade feminina em idade fértil, dados disponíveis em 2014-2019; IPVS=Índice Paulista de Vulnerabilidade Social.

Tabela 1

Índice Global de *Moran* e coeficientes de correlação de Pearson e Lee para indicadores selecionados. Cidade de São Paulo, de 2014 a 2021.

Indicador	Índice global de <i>Moran</i>	Coeficiente de correlação de Pearson	Coeficiente de Lee
Taxa de mortalidade fetal	0,582*	-	-
Proporção de mães adolescentes	0,633*	0,777*	0,529*
Proporção de mães com pré-natal inadequado	0,580*	0,688*	0,436
Taxa de natalidade	0,304*	0,454*	0,344*
Taxa de mortalidade feminina em idade fértil	0,643*	0,734*	0,529*
Proporção de distritos com IPVS médio, alto ou muito alto	0,700*	0,633*	0,501*

* $p < 0,05$; IPVS = Índice Paulista de Vulnerabilidade Social.

No presente estudo, as taxas brutas de mortalidade fetal correlacionaram-se positiva e moderadamente com vulnerabilidade social, mães adolescentes, assistência pré-natal inadequada e taxa de mortalidade feminina em idade fértil. Os índices de vulnerabilidade social avaliados no município pioraram com o aumento da distância da região central. Esse padrão também foi observado na proporção de mães adolescentes e na taxa de mortalidade feminina em idade fértil. Quanto mais periférica for a área de residência, maior será a vulnerabilidade social e maior será a proporção de mães adolescentes e a taxa de mortalidade feminina em idade fértil. Consequentemente, o risco de óbito fetal entre grávidas residentes aumenta nestas áreas.

Consistentemente, observou-se que análises espaciais anteriores para indicadores de saúde mostraram que, na cidade de São Paulo, o padrão de *clusters* relacionados ao efeito centro-periferia está relacionado em vários desfechos: nascimentos, diferenças nas características maternas, gestacionais, do parto e do recém-nascido;²⁰ vulnerabilidade social e proporção de mães menores de 18 anos, baixa escolaridade materna e menor número de consultas pré-natais, correlações espaciais entre proporção de mães adolescentes e nível socioeconômico para nascimentos na cidade de São Carlos, localizada no estado de SP; maior risco de mortes fetais devido a causas evitáveis e privação social,²¹ A privação social esteve associada à mortalidade fetal e infantil, na cidade de Recife.²² A proporção de crianças em idade escolar com cárie dentária aumenta com o aumento da distância da região central em direção às periferias da cidade, da renda média familiar, da taxa de desemprego, da superlotação domiciliar e do índice de desigualdade na distribuição de renda.²³ A correlação espacial de fatores socioeconômicos e outros desfechos de saúde também foi encontrada em alguns estudos. No estado de São Paulo, foram analisados padrões espaciais de mortalidade de bebês com baixo peso ao nascer, revelando correlação com determinantes maternos e socioeconômicos.²⁴ Similarmente, Andrade *et al.*²⁵ examinaram o impacto de fatores socioeconômicos e determinantes de saúde nas taxas de natalidade prematura em todo o Brasil, identificando taxas de natalidade prematura mais altas em áreas rurais e menos ricas. Todos esses estudos mostraram a presença de diferenciais socioeconômicos na distribuição espacial e possíveis associações com desfechos de saúde. Compreender como essas dinâmicas influenciam os resultados de saúde poderia proporcionar uma melhor gestão dos serviços de saúde. As análises exploratórias são parte fundamental do estudo e servem de base para análises como regressões espaço-temporais. Métodos para lidar com um maior número de indicadores que se associam conjuntamente ao resultado podem ser implementados como parte da análise exploratória. Uma melhor seleção de variáveis também

é desejada, embora seja difícil estabelecer um ponto de corte para os valores de correlação.

O pré-natal foi o indicador que apresentou menor coeficiente de correlação em nosso estudo. Apesar desse resultado, vários estudos relacionam os óbitos fetais à assistência pré-natal inadequada ou ausente no Brasil,^{26,27} indicando falhas na assistência à saúde, como faltas, inadequação e não comparecimento às consultas. Esses achados destacam o desafio enfrentado por neonatologistas, obstetras e pelo setor público na melhoria da qualidade e das condições da assistência à gestação, ao parto e ao recém-nascido por meio de políticas públicas.²⁸ Devem ser implementados cuidados pré-parto e intraparto modernos, incluindo monitorização fetal, especialmente em ambientes de baixa renda,²⁹ em que as áreas identificadas poderiam ser mais facilmente consideradas para receber tais melhorias.

As estimativas brutas e bayesianas (globais e locais) demonstraram alto grau de similaridade, indicando padrões consistentes de identificação dos *clusters*. O índice Global de Moran e o coeficiente *Global Geary* apresentaram evidências de associação espacial, enquanto o LISA identificou um cluster de baixo risco na região oeste do município, e um cluster de alto risco na região leste do município. O gráfico de dispersão de Moran classificou 40 distritos como aglomerados AA, localizados em regiões periféricas e extremas, com concentração de distritos orientais, enquanto os aglomerados BB concentraram 39 distritos na região central. Os resultados do LISA corroboraram com o índice de Moran. Dos oito distritos que apresentam as maiores taxas bayesianas empíricas globais de mortalidade fetal (Cidade Tiradentes, Iguatemi, Vila Jacuí, Itaquera, Itaim Paulista, Socorro, Perus e Lajeado), todos pertencem ao cluster de alto risco, porém três distritos não apresentaram índice LISA padronizado significativo. Entre os oito distritos de menor risco (Lapa, Itaim Bibi, Vila Mariana, Perdizes, Moema, Carrão, Vila Leopoldina e Jardim Paulista), todos pertencem ao cluster de baixo risco, além do distrito de Carrão, na zona sudeste, não apresentam índice LISA padronizado significativo. Esses resultados também indicam convergência de todas as análises realizadas.

As limitações do presente estudo incluem a utilização de dados secundários e, mesmo com a utilização de indicadores dos distritos, em vez de agrupar os distritos, ainda não conseguimos garantir a homogeneidade. Outra questão é a subnotificação de óbitos fetais que pode afetar as taxas. Nas regiões mais pobres do Brasil, a subnotificação era de 10% e esse percentual era maior nos municípios menores.³⁰ A Rede de Proteção à Mãe Paulistana poderia minimizar esse efeito proporcionando acesso ao hospital para as mães com perda fetal, embora não tenhamos encontrado informações sobre a estimativa

de subnotificação na cidade. O conceito de morte pode ser classificado por diferentes critérios de acordo com o país ou região, restringindo comparações do resultado obtido com outros países. Por outro lado, este estudo demonstrou o impacto dos indicadores sobre a mortalidade fetal e sua relação com as desigualdades espaciais. As condições de vida da população contribuem para a disparidade de óbitos fetais na cidade de São Paulo, e este estudo aponta alguns indicadores importantes para os gestores dos serviços públicos de saúde, especialmente em regiões que apresentam alto risco para óbito fetal.

Os resultados deste estudo, baseados em uma análise espacial exploratória, indicaram que o IPVS, as mães adolescentes e a mortalidade feminina em idade fértil foram os mais correlacionados com as taxas de mortalidade fetal, entre outros indicadores. A identificação destas áreas pode ser utilizada pelos gestores dos serviços de saúde pública para compreender como os serviços de saúde estão distribuídos e quais intervenções podem reduzir as taxas de nados-mortos nestas regiões. A análise espacial exploratória aqui apresentada pode contribuir para a seleção de variáveis em futuras análises.

Contribuição dos autores

Nahas AK: conceituação (Igual), Curadoria de dados (Igual), Análise formal (Igual), Captação de recursos (Igual), Investigação (Igual), Metodologia (Igual), Administração do projeto (Igual), Recursos (Igual), Software (Liderança), Supervisão (Igual), Validação (Igual), Visualização (Igual), Redação - rascunho original (Liderança), Redação - revisão e edição (Igual).

Alencar GP: conceituação (Igual), Curadoria de dados (Igual), Análise formal (Igual), Obtenção de financiamento (Igual), Investigação (Igual), Metodologia (Igual), Administração do projeto (Igual), Recursos (Igual), Software (Apoio), Supervisão (Igual), Validação (Igual), Visualização (Igual), Redação - rascunho original (Apoio), Redação - revisão e edição (Igual).

Todos os autores aprovam a versão final do artigo e declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Chou VB, Daelmans B, Jolivet RR, Kinney M, Say L. Ending preventable maternal and newborn mortality and stillbirths. *Lancet*. 2021; 398 (10303): 675-708.
2. United Nations Children's Fund (UNICEF). Never forgotten: The situation of stillbirth around the globe. Report of the United Nations Inter-agency Group for Child Mortality Estimation 2022. New York: UNICEF; 2023. [Internet]. [acesso em 2024 Aug 20]. Disponível em: <https://data.unicef.org/resources/never-forgotten-stillbirth-estimates-report/>
3. Hug L, You D, Blencowe H, Mishra A, Wang Z, Fix MJ, *et al*. Global, regional, and national estimates and trends in stillbirths from 2000 to 2019: a systematic assessment. *Lancet*. 2021; 398 (10302): 772-85.
4. Mirbaha-Hashemi F, Tayefi B, Rampisheh Z, Tehrani-Banihashemi A, Ramazani M, Khalili N, *et al*. Progress towards Every Newborn Action Plan (ENAP) implementation in Iran: obstacles and bottlenecks. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2023; 23 (1): 123.
5. Andrews K, Bourroul MLM, Fink G, Grisi G, Ferrer APS, *et al*. Time to change focus? Transitioning from higher neonatal to higher stillbirth mortality in São Paulo State, Brazil. *PLoS One*. 2017; 12 (12): 1-13.
6. Corrêa TA, Lima EPO, Silva AT, Barreto LS, Silva RPP, Braga CH, *et al*. Principais fatores de risco associados ao óbito fetal: revisão integrativa. *Rev Elet Acervo Saúde*. 2021; 13(2): e6407.
7. Canutto IMB, Oliveira CM, Silva APSC, Bonfim CV. Spatial dynamics of fetal mortality and the relationship with social vulnerability. *J Perinat Med*. 2021; 50 (6): 645-52.
8. Marques LJP, Silva ZP, Moura BLA, Francisco RPV, Almeida MF. Intra-urban differentials of fetal mortality in clusters of social vulnerability in São Paulo Municipality, Brazil. *Sci Rep*. 2021; 11: 24256.
9. Venâncio T, Tuan TS, Vaz FPC, Nascimento LFC. Spatial approach of perinatal mortality in São Paulo State, 2003-2012. *Rev Bras Ginecol Obstet*. 2016; 38 (10): 492-8.
10. Nascimento RCS, Costa MCN, Braga JU, Natividade MS. Spatial patterns of preventable perinatal mortality in Salvador, Bahia, Brazil. *Rev Saúde Pública*. 2017; 51: 73.
11. Silva MCL, Oliveira CM, Silva APSC, Bonfim CV. Spatial patterns of fetal mortality: scenario before and after the implementation of surveillance. *Rev Bras Saúde Matern Infant*. 2021; 21 (3): 889-95.
12. Silva MO, Macedo VC, Canuto IMB, Silva MC, Costa HVV, Bonfim CV. Spatial dynamics of fetal mortality and the relationship with social vulnerability. *J Perinat Med*. 2021; 50 (6): 645-52.
13. São Paulo. Secretaria da Saúde do Município de São Paulo. Mortalidade e Nascidos Vivos da Cidade de São Paulo – Tabnet. São Paulo: Prefeitura de São Paulo; 2024. [Internet]. [acesso em 2024 Aug 20]. Disponível em: <https://capital.sp.gov.br/web/saude/tabnet/>

14. São Paulo. Fundação SEADE. Metodologia do IPVS. São Paulo: Fundação SEADE; 2013. [Internet]. [acesso em 2024 Aug 20]. Disponível em: <http://ipvs.seade.gov.br/view/pdf/ipvs/metodologia.pdf>
15. São Paulo. Geosampa. São Paulo: Prefeitura de São Paulo; 2024. [Internet]. [acesso em 2024 Aug 20]. Disponível em: http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx
16. Anselin L. An Introduction to Spatial Data Science with GeoDa: Volume 1: Exploring Spatial Data. Boca Raton: Chapman and Hall/CRC Press; 2024.
17. Bivand RS, Pebesma E, Gómez-Rubio V. Applied Spatial Data Analysis with R. 2ª ed. New York: Springer; 2013.
18. São Paulo. Relatório Rede de Proteção à Mãe Paulistana Também é Rede Cegonha. Convênio 004/2012. Jan 2009-Mar 2015. São Paulo: Secretaria Municipal da Saúde; 2015.
19. São Paulo. Secretaria da Saúde do Município de São Paulo; Instituto Via Pública. Atlas da saúde da cidade de São Paulo. São Paulo: Secretaria Municipal de Saúde e Instituto Via Pública; 2011. [Internet]. [acesso em 2024 Aug 20]; 182 p. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/saude/arquivos/publicacoes/atlas_da_saude_da_cidade_de_sao_paulo_2011.pdf
20. Santos PC, Silva ZP, Neto FC, Alencar GP, Almeida MF. Diferenciais dos aglomerados de nascidos vivos no Município de São Paulo, Brasil, 2010. Cad Saúde Pública. 2018; 34 (6): e00156416.
21. Ferreira RA, Ferriani MGC, Mello DF, Carvalho IP, Cano MA, Oliveira LA. Spatial analysis of social vulnerability of teenage pregnancy. Cad Saúde Pública. 2012; 28 (2): 313-23.
22. Bonfim CV, Silva APSC, Oliveira CM, Vilela MBR, Freire NCF. Spatial analysis of inequalities in fetal and infant mortality due to avoidable causes. Rev Bras Enferm. 2020; 73 (Suppl. 4): e20190088.
23. Antunes JLF, Frazão P, Narval PC, Bispo CM, Pegoretti T. Spatial analysis to identify differentials in dental needs by area-based measures. Community Dent Oral Epidemiol. 2022; 30 (2): 133-42.
24. 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.
25. Andrade L, Kozhumam AS, Rocha TAH, Almeida DG, Silva NC, Queiroz RCS, *et al.* Impact of socioeconomic factors and health determinants on preterm birth in Brazil: a register-based study. BMC Pregnancy Childbirth. 2022; 22 (1): 872.
26. Fonseca SC, Coutinho ESF. Risk factors for fetal mortality in a maternity hospital of the Unified Health System, Rio de Janeiro, Brazil: a case-control study. Cad Saúde Pública. 2010; 26 (2): 240-52.
27. Almeida MF, Alencar GP, Novaes HMD, França Jr I, Siqueira AAF, Campbell OMR, *et al.* Risk factors for antepartum fetal deaths in the city of São Paulo, Brazil. Rev Saúde Pública. 2007; 41 (1): 35-43.
28. Barros PS, Aquino EC, Souza MR. Fetal mortality and the challenges for women's health care in Brazil. Rev Saúde Pública. 2019; 53: 71.
29. Goldenberg RL, Saleem S, Pasha O, Harrison MS, McClure EM. Reducing stillbirths in low-income countries. Acta Obstet Gynecol Scand. 2016; 95: 135-43.
30. Barbeiro FMS, Fonseca SC, Tauffer MG, Ferreira MSS, Silva FP, Ventura PM, *et al.* Fetal deaths in Brazil: a systematic review. Rev Saúde Pública. 2015; 49: 1-15.

Recebido em 7 de Maio de 2022

Versão final apresentada em 11 de Setembro de 2024

Aprovado em 13 de Setembro de 2024

Editor Associado: Sheyla Costa