

Luiz Fernando C Nascimento¹

Getulio T Batista^{II}

Nelson W Dias^{II}

Celso S Catelani^{II}

Daniela Becker^I

Luciana Rodrigues^I

Análise espacial da mortalidade neonatal no Vale do Paraíba, 1999 a 2001

Spatial analysis of neonatal mortality in Paraíba Valley, Southeastern Brazil, 1999 to 2001

RESUMO

OBJETIVO: Analisar os padrões de distribuição espacial da mortalidade neonatal.

MÉTODOS: Estudo ecológico e exploratório, utilizando técnicas de análise espacial dos dados de mortalidade neonatal no Vale do Paraíba paulista, nos anos 1999-2001. A análise estatística espacial utilizou uma base de dados georreferenciados de 35 municípios e rotinas de estatística espacial. Os dados de mortalidade foram obtidos na Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. As variáveis estudadas foram os coeficientes de mortalidade neonatal precoce, tardia e total, e o Índice de Desenvolvimento Humano relativos ao ano de 2000. Para avaliação da dependência espacial foram utilizados os coeficientes de autocorrelação de Moran global e o Índice de Moran local e analisadas as correlações entre as variáveis.

RESULTADOS: Foram registrados 111.574 nascidos vivos, com 1.149 óbitos no período neonatal precoce (10,29/1.000 nascidos vivos), 285 no neonatal tardio (2,55/1.000 nascidos vivos) totalizando 1.434 óbitos no período neonatal (12,85/1.000 nascidos vivos). Os coeficientes de Moran (global) mostraram significância estatística ($p < 0,05$) para as mortalidades neonatal precoce e neonatal total. Os índices locais mostraram agrupamentos de municípios onde ocorre dependência espacial na ocorrência das mortalidades precoce e total.

CONCLUSÕES: A análise espacial permitiu identificar aglomerado espacial no médio Vale do Paraíba tanto para a mortalidade neonatal precoce como para a neonatal total.

DESCRIPTORIOS: Mortalidade neonatal. Localização geográfica de risco. Sistemas de informação geográfica. Estudos ecológicos. Análise espacial.

ABSTRACT

OBJECTIVE: To assess the spatial distribution of neonatal mortality.

METHODS: An ecological and exploratory study using a spatial distribution of mortality data approach was carried out in the Paraíba Valley, Southeastern Brazil, from 1999-2001. Spatial analysis was conducted in a georeference database for 35 cities in the region and routines of spatial statistics. Mortality data were obtained from the State of São Paulo Health Department. The following variables were analyzed in this study: early, late and total neonatal mortality rates; and Human Development Index (HDI) values per city in 2000. Spatial dependency was measured using global

^I Departamento de Medicina. Universidade de Taubaté (Unitau). Taubaté, SP, Brasil

^{II} Departamento de Ciências Agrárias. Unitau. Taubaté, SP, Brasil

Correspondência | Correspondence:
Luiz Fernando C. Nascimento
Rua Durval Rocha, 500 Vila Paraíba
12515-710 Guaratinguetá, SP, Brasil
E-mail : lfcn@unitau.br

Moran's Coefficients and local Moran's Index. A correlation analysis between variables was also conducted.

RESULTS: There were 111,574 newborns with 1,149 deaths in the early neonatal period (10.29/1,000 newborns), 285 in the late neonatal period (2.5/1,000 newborns) totalizing 1,434 neonatal deaths (12.85/1,000 newborns). Estimated global Moran's coefficients showed statistical significance ($p < 0.05$) for early and total neonatal mortality. Local Moran's index values showed clusters of municipalities for early and total neonatal mortalities rates.

CONCLUSIONS: Spatial analysis allowed to identifying spatial clusters for early and total neonatal mortality rates in the central area of the Paraíba Valley.

KEYWORDS: Neonatal mortality. Geographical risk assessment. Geographic information systems. Ecological studies. Spatial analysis.

INTRODUÇÃO

A mortalidade infantil (MI) é considerada um evento evitável. É indicador de qualidade de vida, qualidade dos serviços de atenção ao pré-natal e ao parto, das condições de bem-estar social e acesso a serviços de saúde.⁹

De maneira geral, os estudos sobre mortalidade infantil fazem uso de análises estatísticas para determinar fatores associados ao óbito, tanto no período neonatal, quanto no período pós-neonatal.^{4,10,13}

Mais recentemente, têm surgido estudos nos quais esses eventos são analisados segundo sua distribuição espacial.^{2,14} Nesta forma de abordagem, o mapeamento de eventos torna-se um instrumento importante para a saúde pública, tanto no diagnóstico quanto no planejamento, auxiliando na compreensão

do caráter geográfico da ocorrência desses eventos.⁵ As técnicas de análise de dados espaciais visam a identificar padrões de distribuição da mortalidade infantil segundo alguma dependência espacial. Procura-se avaliar a existência de autocorrelação espacial e identificar as possíveis variáveis explicativas desta ocorrência. A análise espacial permite a implantação de programas de saúde que contemplem vários municípios ou regiões do Estado ou mesmo bairros de uma cidade.

O objetivo do presente trabalho foi identificar o padrão espacial das mortalidades neonatal precoce, tardia e total nos municípios do Vale do Paraíba paulista, nos anos de 1999 a 2001.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo do tipo ecológico e exploratório utilizando-se técnicas de análise espacial de dados de área. A unidade de análise de área foi constituída pelos municípios da região administrativa de São José dos Campos. Esta região é constituída por 35 municípios (Figura 1), com população de 1,970 milhão de habitantes; localizada entre as serras da Mantiqueira e do Mar e entre as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro. A região é cortada pela rodovia Presidente Dutra e a economia baseia-se na indústria de transformação e na agricultura e pecuária leiteira.



Figura 1 - Municípios do Vale do Paraíba paulista, com a via Dutra em destaque.

Para a análise estatística espacial foi criada uma base de dados georreferenciados dos municípios que compõem a região no

programa SPRING* v 4.1, de domínio público, e rotinas de estatística espacial implementadas neste programa e no programa TerraView,** versão 3.0.3.

A base digital utilizada foi gerada a partir dos dados georreferenciados já existentes, compilados e processados pelo Laboratório de Geoprocessamento (LAGEO) da Universidade de Taubaté (Unitau).

Os dados de mortalidade foram obtidos na Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo e referem-se ao município de residência, o que impede eventuais evasões de óbitos*** Esses dados, apresentados de forma consolidada, eram referentes aos anos de 1999, 2000 e 2001, e foram divididos em óbitos neonatais precoce (que ocorreram até o sexto dia de vida); neonatais tardios (que ocorreram entre o sétimo e 28º dia de vida) e neonatais total (resultado da soma dos óbitos neonatais precoce e tardios). Os dados foram tratados como razão por mil nascidos vivos.

O Índice de Desenvolvimento Humano**** (IDH) também foi analisado espacialmente.

Há municípios na região que não atingem a natalidade de 100 partos por ano. Tendo em vista a possibilidade de ocorrência de municípios com pequeno número de partos, aglutinou-se os dados da Secretaria de Estado da Saúde referentes a três anos, permitindo a minimização de efeitos dessa ocorrência e conseqüente comprometimento no coeficiente de mortalidade neonatal.

A análise estatística baseou-se nas técnicas propostas por Cliff & Ord,⁷ apropriadas para estudar a distribuição espacial da mortalidade, testando a hipótese de independência espacial.

Como medidas desta dependência espacial foi utilizado o coeficiente de autocorrelação global de Moran para se avaliar o grau de associação no conjunto de dados, permitindo generalizar diversas possibilidades de associação em nível local. Este índice pode variar entre -1 e +1. Foi utilizado também o índice de Moran local (LISA), que determina a dependência local dos dados com relação aos seus vizinhos. Este indicador permite identificar padrões de associação espacial que podem caracterizar a ocorrência de agrupamentos (ou *clusters*) entre os polígonos que compõem a base de dados. Dessa forma, é possível identi-

ficar sub-regiões onde ocorra dependência espacial entre eles. Em paralelo, foi calculada a medida de significância espacial, por meio da permutação aleatória dos demais valores existentes na base georreferenciada e avaliada a significância pela análise da distribuição normal desses valores. Esta análise local caracteriza-se, portanto, em uma decomposição do índice global permitindo determinar onde existe a não-estacionariedade.³

Para testar a hipótese de dependência espacial, foi realizado o teste de significância a partir da suposição de normalidade das observações, pelo cálculo do índice padronizado dado por:

$$I_{\text{padr}} = \frac{I - E(I)}{\sqrt{\text{var}(I)}}$$

As figuras referentes aos coeficientes de mortalidade neonatal precoce, tardia e total foram apresentadas em quartis, a exemplo de outros estudos.^{2,11}

No caso de significância estatística deste coeficiente, as variáveis independentes consideradas foram estudadas quanto à sua associação aos conglomerados espaciais encontrados. A significância estatística adotada foi de 5%.

RESULTADOS

No período de três anos de análise na região administrativa de São José dos Campos foram relatados 111.574 nascidos vivos (variando entre 156 e 30.250 nascidos vivos, tendo ocorrido 1.150 óbitos no período neonatal precoce (mín: zero; máx: 228 óbitos), 285 no neonatal tardio (zero; 64) totalizando 1.435 óbitos no período neonatal (1; 292).

Desta forma foram obtidos os coeficientes de mortalidade neonatal precoce, tardia e neonatal total de 10,29, 2,55 e 12,85 por mil nascidos vivos, respectivamente. Os valores mínimos, médios e máximos e os respectivos desvios-padrão destes coeficientes, com os respectivos índices de Moran e os valores de p estão na Tabela.

Do total de recém-nascidos foram observados 9,4% com baixo peso, 6,4% prematuros e 97,4% destes recém-nascidos apresentaram escore de Apgar igual ou superior a 8.

*Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; Divisão de Processamento de Imagens. Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/spring> [acesso em 15 nov 2006]

**Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. TerraView. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/terralib> [acesso em 15 nov 2006]

***Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo. Dados de Saúde: mortalidade. Disponível em http://www.saude.sp.gov.br/informacoes_saude/dados_saude/html/dados_saude_mortalidade.html [acesso em 15 nov 2006]

****Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Índice de Desenvolvimento Humano. Disponível em [http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/IDH-M%2091%2000%20Ranking%20decrecente%20\(pelos%20dados%20de%202000\).htm](http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/IDH-M%2091%2000%20Ranking%20decrecente%20(pelos%20dados%20de%202000).htm) [acesso em 15 nov 2006]

Tabela - Valores médios, mínimos e máximos, com os respectivos desvios-padrão (DP) e índices de Moran e respectivos p, dos coeficientes de mortalidade neonatais precoce, tardia e total (por 1.000 nascidos vivos) e Índice de Desenvolvimento Humano. Municípios do Vale do Paraíba paulista, 2000.

Variável	Média	Mínimo-Máximo	DP	Moran	p
Mortalidade neonatal precoce	10,61	0-22,39	5,39	0,323	0,01
Mortalidade neonatal tardia	2,10	0-6,41	1,72	0,034	0,45
Mortalidade neonatal total	12,70	1,92-26,12	5,60	0,283	0,04
Índice de desenvolvimento humano*	0,784	0,721-0,849	0,034	-0,043	0,37

*Exceto 3 municípios que não tinham dados

Os coeficientes de Moran global para as variáveis mortalidade neonatal precoce, tardia e total foram respectivamente 0,323 ($p=0,01$), 0,034 ($p=0,45$) e 0,283 ($p=0,04$). Estes valores indicam dependência espacial entre os municípios analisados quanto à mortalidade neonatal precoce e total, sendo que para a mortalidade neonatal tardia não houve significância estatística, possivelmente pelo baixo número de eventos no período (285 óbitos) (Figura 2).

Observou-se que os maiores coeficientes de mortalidade neonatal precoce se distribuíram entre municípios não cortados pela via Dutra.

Na distribuição geográfica da Figura 2A, observa-se que os coeficientes de mortalidade neonatal precoce diminuem mais intensamente em direção à cidade de São Paulo, mas formam um aglomerado (*cluster*) na porção centro-oriental do Vale do Paraíba paulista.

A distribuição espacial da mortalidade neonatal tardia (Figura 2B) não forma aglomerados nesta distribuição espacial, apresentando-se como um mosaico, caracterizando a ausência de dependência espacial evidenciada pela baixa significância do Índice de Moran global.

O comportamento espacial da mortalidade neonatal total se assemelha ao da mortalidade neonatal precoce (Figura 2C), que corresponde a 80% da mortalidade neonatal total.

As Figuras 3 e 4 ilustram a distribuição espacial dos índices de Moran local de acordo com três níveis de significância (99,9%, 99% e 95%) para as taxas de mortalidade precoce e total. Este tipo de análise tem por objetivo identificar agrupamentos de municípios com dependência espacial significativa.

Observou-se que alguns municípios apresentaram

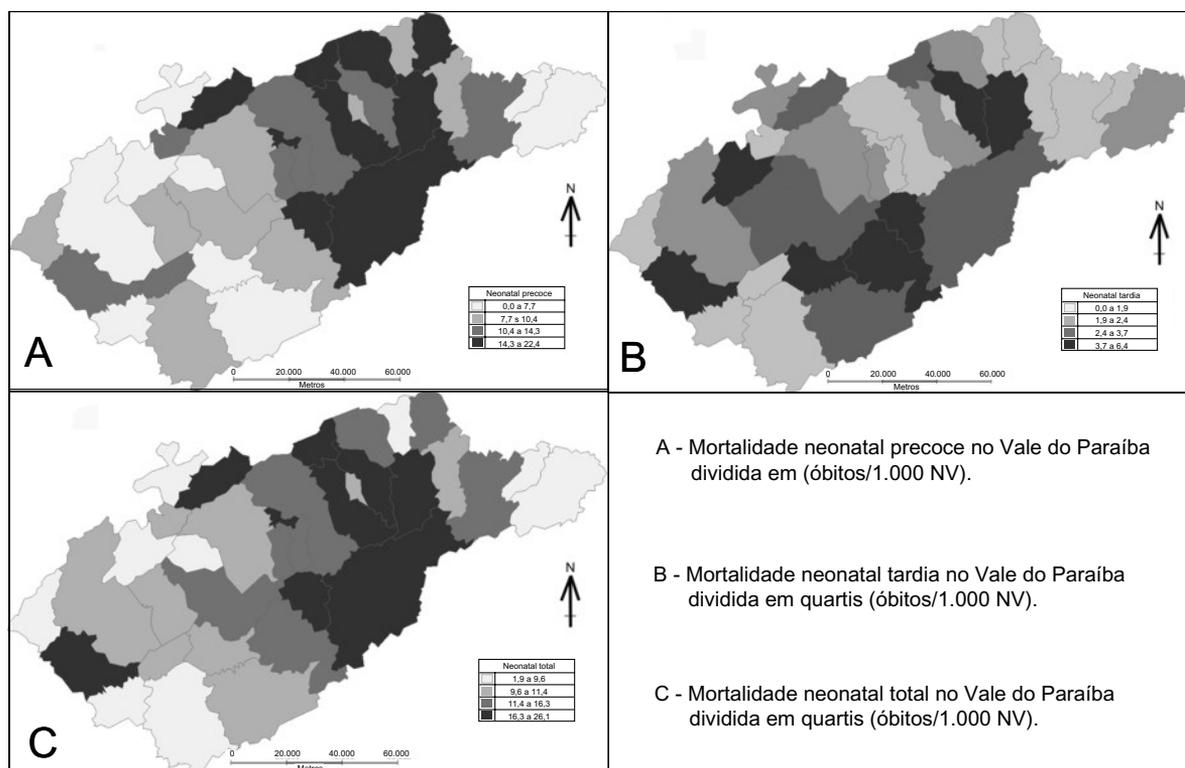


Figura 2 - (A) Distribuição espacial dos óbitos neonatais precoces, por mil nascidos vivos, divididos em quartis. (B) Distribuição espacial dos óbitos neonatais tardios, por mil nascidos vivos, divididos em quartis. (C) Distribuição espacial dos óbitos neonatais totais, por mil nascidos vivos, divididos em quartis. Municípios do Vale do Paraíba paulista, 2000.

coeficientes elevados de mortalidade quando analisados sob o enfoque regional. Entretanto, sob o enfoque local (LISA) os coeficientes não apresentaram dependência significativa, revelando que o componente neonatal precoce representava uma dependência regional, mais do que uma característica própria do município e de seus vizinhos mais próximos.

A mortalidade neonatal total, que depende basicamente do componente precoce, apresentou um padrão de agrupamento espacial próprio e semelhante ao padrão da mortalidade precoce. O *cluster* apresentado na Figura 2C, com coeficientes altos em municípios na porção centro-oriental do Vale do Paraíba paulista, quando analisado sob o ponto de vista local, as taxas se confirmam, tanto com valores baixos (primeiro e segundo quartis) e como para valores mais altos (terceiro e quartos quartis).

Desta forma foram identificados municípios com diferentes riscos de óbito neonatal.

Os valores mais elevados do IDH foram de municípios cortados pela via Dutra mas este índice não mostrou correlação espacial significativa.

DISCUSSÃO

O presente estudo sobre mortalidade neonatal foi realizado com dados do Estado de São Paulo, utilizando as técnicas da análise espacial para identificar aglomerados espaciais no Vale do Paraíba. Outros artigos

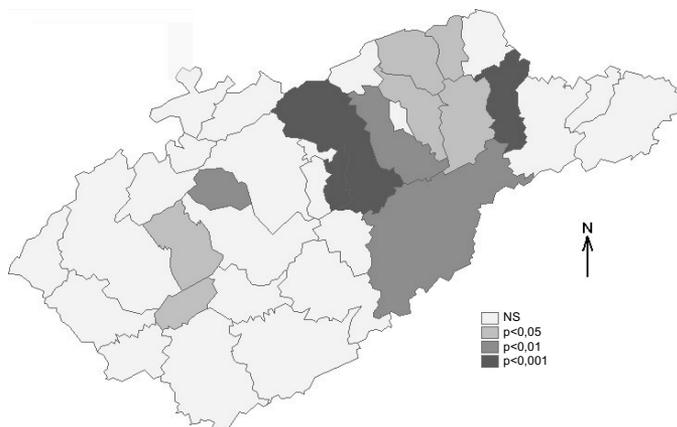


Figura 3 - Mapa da distribuição espacial dos óbitos neonatais precoces, de acordo com o Índice de Moran local, segundo a significância estatística (p). Municípios do Vale do Paraíba paulista, 2000.

relacionados com o tema mortalidade neonatal analisaram áreas representativas de municípios^{2,8} e bairros, como visto em Moraes Neto et al¹¹ e Monteiro,* bem como pontos no interior de um município.¹⁴ A abordagem espacial foi utilizada para avaliar outros agravos, como pneumonia em Goiânia,¹ hanseníase¹² no Estado de São Paulo e dengue em Porto Alegre.⁶

A abordagem realizada com corte de três anos minimizou os efeitos da ocorrência de óbitos em municípios com poucos nascimentos, fornecendo taxas médias de mortalidade neonatal, reduzindo as flutuações aleatórias no número dos óbitos.

Nos municípios da região, a visualização dos coeficientes de mortalidade neonatal mostrou padrões diferentes segundo o tempo de ocorrência do óbito neonatal, precoce ou tardio e também no total.

No período neonatal precoce houve um aglomerado de municípios na porção central do Vale do Paraíba paulista. Fazem parte desse aglomerado alguns municípios que contam com parque industrial considerável e outros cuja economia é voltada para a agricultura e pecuária e que não contam com acesso fácil a atendimento médico tanto na rede ambulatorial como na rede hospitalar. Tanto a análise global como a local, confirmam esta afirmação.

Uma possível explicação para os elevados valores da mortalidade neonatal precoce, confirmados pelo índice de Moran local, para municípios situados ao longo da via Dutra, com IDH alto para a região e com serviços hospitalares e ambulatoriais é que

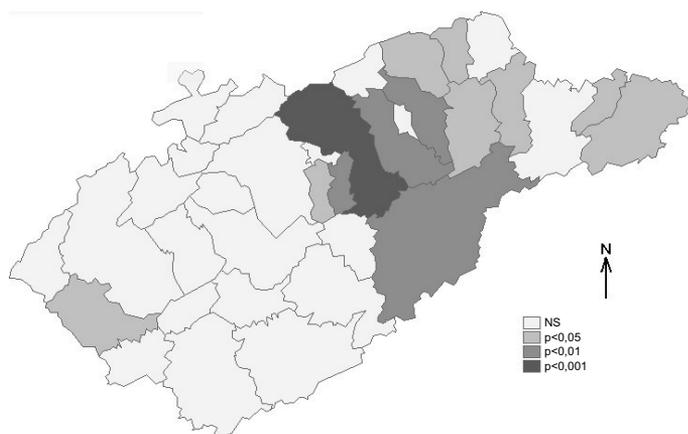


Figura 4 - Mapa da distribuição espacial dos óbitos neonatais totais, de acordo com o Índice de Moran local, segundo a significância estatística (p). Municípios do Vale do Paraíba paulista, 2000.

*Monteiro CV. Análise espacial da mortalidade neonatal na região sul do Município de São Paulo, 2002 [tese de doutorado]. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP; 2004.

possivelmente; a qualidade da atenção dispensada à gestante e ao recém-nascido por esses serviços é insatisfatória.

Morais-Neto et al¹¹ encontraram dependência espacial na mortalidade neonatal em bairros periféricos de Goiânia, onde habitam populações de baixa renda e em loteamentos com infra-estrutura básica comprometida.

No extremo leste da região estudada quatro municípios com características rurais, fora do eixo da via Dutra, apresentaram taxas de mortalidade neonatal abaixo da média do Estado, confirmadas pelo índice de Moran local. Esses municípios apresentavam baixas densidades populacionais e menores taxas de natalidade, o que não foi possível explicar com os resultados do presente trabalho.

As taxas de mortalidade neonatal precoce, que foram maiores na porção central do Vale do Paraíba, sendo semelhantes entre praticamente todos municípios vizinhos, exceto dois, situados na região serrana, cujas taxas não têm dependência da vizinhança geográfica.

Em direção a São Paulo, dentre os municípios com taxas no terceiro quartil, somente um não apresentou a dependência local com seus vizinhos. Isso merece atenção particular para identificar possíveis causas destas taxas, e o atendimento médico depende basicamente do município de Caçapava.

O número de municípios com baixas taxas, isto é, taxas nos primeiro e segundo quartis, aumentou com a proximidade da cidade de São Paulo. São municípios com economia mais forte, maior número de indústrias e, possivelmente, com melhores condições de acesso aos serviços de saúde, seja por meio do Sistema Único de Saúde ou de convênios médicos.

O comportamento da mortalidade neonatal tardia, sob o ponto de vista espacial, atingiu outros municípios, sem padrão de dependência ou formação de aglomerados, apresentando-se como um mosaico.

Os municípios com maiores taxas de mortalidade neonatal tardia também não são cortados pela via Dutra, localizados na região sul e sudoeste do Vale do Paraíba. De maneira geral, são municípios pequenos com população ao redor de 10 mil habitantes e economia baseada na agropecuária. Possivelmente, deficiências no atendimento hospitalar e dificuldades no acesso aos serviços de saúde no próprio município, como em municípios vizinhos, seriam responsáveis por esses valores.

As cidades com maiores coeficientes de mortalidade neonatal total se situam na porção central do Vale do Paraíba. Os coeficientes foram menores tanto na direção da divisa com o Estado do Rio de Janeiro como em direção à cidade de São Paulo, exceto Jacareí. O padrão espacial se assemelhou ao da mortalidade neonatal precoce haja vista a pequena contribuição do componente tardio.

Alguns municípios com elevados coeficientes de mortalidade neonatal tardia não se incluem nos municípios com maiores quartis de mortalidade neonatal total. As causas que induzem este processo regional precisam ser investigadas em novos estudos.

Os mapas de significância do índice de Moran local permitem identificar agrupamentos de cidades com características semelhantes. O fato de existirem cidades com economia voltada para a indústria pode ocultar uma situação de desemprego, desigualdade socioeconômica e más condições de vida, fatores não analisados no presente estudo.

Uma possível limitação desta análise espacial por área, cuja unidade foi o município, é não permitir identificar heterogeneidade intra-municipal.

Desta forma, uma abordagem bem conduzida utilizando-se da análise espacial foi importante para identificar padrões de correlação espacial entre municípios da região quanto à mortalidade neonatal, permitindo supor que medidas de intervenção para diminuição destas taxas, devem ser tomadas globalmente, e não isoladamente, por municípios com altas taxas.

REFERÊNCIAS

1. Andrade ALSS, Silva AS, Martelli CMT, Oliveira RM, Morais-Neto OL, Siqueira-Júnior JB, et al. Population-based surveillance of pediatric pneumonia: use of spatial analysis in an urban area of Central Brazil. *Cad Saúde Pública*. 2004;20:411-21.
2. Andrade CLT, Szwarcwald CL. Análise espacial da mortalidade neonatal precoce no município do Rio de Janeiro, 1995-1996. *Cad Saúde Pública*. 2001;17:1199-210.
3. Anselin L. Local indicators of spatial association - LISA. *Geogr Anal*. 1995;27:91-115.

4. Araújo BF, Bozzetti MC, Tanaka ACA. Mortalidade neonatal no município de Caxias do Sul: um estudo de coorte. *J Pediatr (Rio de J)*. 2000;76:200-6.
5. Bailey, TC, Gatrell AC. Interactive spatial data analysis. Essex: Longman Scientific & Technical; 1995.
6. Barcellos C, Pustai AK, Weber MA, Brito MRV. Identificação de locais com potencial de transmissão de dengue em Porto Alegre através de técnicas de geoprocessamento. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2005;38:246-50.
7. Cliff AD, Ord JK. Spatial process: models and applications. London: Pion; 1981.
8. Leal MC, Szwarcwald CL. Evolução da mortalidade neonatal no Estado do Rio de Janeiro, Brasil, de 1979 a 1993. *Rev Saúde Pública*. 1996;30:403-12.
9. Marcondes E. Pediatria básica. São Paulo: Sarvier; 2004.
10. Martins EF, Velasquez-Meléndez G. Determinantes da mortalidade neonatal a partir de uma coorte de nascidos vivos, Montes Claros, MG, 1997-1999. *Rev Bras Saúde Matern Infant*. 2004;4:405-12.
11. Moraes Neto OL, Barros MBA, Martelli CMT, Silva SA, Cavenaghi SM, Siqueira Jr JB. Diferenças no padrão de ocorrência de mortalidade neonatal e pós-neonatal no município de Goiânia, Brasil, 1992-1996: análise espacial para identificação de áreas de risco. *Cad Saúde Pública*. 2001;17:1241-50.
12. Opromolla PA, Dalben I, Cardim M. Análise da distribuição espacial da hanseníase no Estado de São Paulo. *Rev Bras Epidemiol*. 2005;8:356-64.
13. Sarinho WS, Djalma AMF, Silva GAP, Lima MC. Fatores de risco para óbitos neonatais no Recife: um estudo caso-controle. *J Pediatr (Rio de J)*. 2001;77:294-8.
14. Shimakura SE, Carvalho MS, Aerts D, Flores R. Distribuição espacial do risco: modelagem da mortalidade infantil em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2001;17:1251-61.