

## Análise espacial das internações por pneumonia na região do Vale do Paraíba (SP)\*

Spatial analysis of hospitalizations for pneumonia in the Vale do Paraíba region of Brazil

Adriana de Oliveira Mukai, Kátia de Souza Costa Alves,  
Luiz Fernando Costa Nascimento

### Resumo

**Objetivo:** Identificar padrões espaciais nas internações por pneumonia em menores de um ano de idade e identificar os municípios com prioridade para intervenção no Vale do Paraíba (SP). **Métodos:** Estudo ecológico e exploratório utilizando-se de técnica de geoprocessamento com dados do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde sobre o número de internações por pneumonia em menores de um ano de idade no Vale do Paraíba paulista nos anos 2004 e 2005. Foram obtidas taxas por 1.000 nascidos vivos e, a partir das distribuições dessas, foram criados mapas temáticos. Estimou-se o coeficiente de autocorrelação espacial de Moran e identificaram-se os municípios com altas taxas através de *box map*. **Resultados:** No período do estudo, 2.227 crianças com menos de um ano de idade foram internadas por pneumonia. O coeficiente de Moran foi de 0,37 ( $p = 0,02$ ), o que demonstrou a existência de uma autocorrelação espacial para essas internações. Foram identificados oito municípios que merecem uma atenção especial para possíveis intervenções. **Conclusões:** A análise espacial foi utilizada com sucesso para determinar a autocorrelação espacial e para identificar os municípios onde é necessária uma intervenção em relação ao número de internações por pneumonia em menores de um ano de idade.

**Descritores:** Pneumonia; Sistemas de informação geográfica; Saúde da criança; Lactente.

### Abstract

**Objective:** To identify spatial patterns in hospitalizations for pneumonia in infants under one year of age in the Vale do Paraíba region of Brazil. **Methods:** This was an ecological exploratory study using a georeferencing technique based on data from the Information Technology Department of the Brazilian Unified Health Care System on the number of hospitalizations for pneumonia among infants under one year of age in the Vale do Paraíba region between 2004 and 2005. Based on the distribution of the rates of hospitalizations for pneumonia per 1,000 live births, thematic maps were created. Moran's spatial autocorrelation coefficient was estimated, and the cities with the highest rates were identified using box maps. **Results:** During the study period, 2,227 infants under one year of age were hospitalized for pneumonia. Moran's coefficient was 0.37 ( $p = 0.02$ ), demonstrating a spatial autocorrelation for these hospitalizations. Eight cities deserving special attention for future interventions were identified. **Conclusions:** The spatial analysis was successful in determining the spatial autocorrelation, as well as in identifying the cities in which an intervention is necessary regarding the number of hospitalizations for pneumonia in infants under one year of age.

**Keywords:** Pneumonia; Geographic information systems; Child health (Public health); Infant.

---

\* Trabalho realizado no Departamento de Medicina, Universidade de Taubaté, Taubaté (SP) Brasil.

Endereço para correspondência: Luiz Fernando Costa Nascimento. Rua Durval Rocha, 500, Vila Paraíba, CEP 12515-710, Guaratinguetá, SP, Brasil.

Tel 55 12 3625-4271. E-mail: lfcn@unitau.br

Apoio financeiro: Este estudo recebeu apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo 08/51485-6.

Recebido para publicação em 21/1/2009. Aprovado, após revisão, em 8/4/2009.

## Introdução

As infecções pulmonares são importantes causas de morbidade e mortalidade em crianças em países em desenvolvimento.<sup>(1)</sup> No Brasil, em 2005, segundo o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), foram internadas cerca de 130 mil crianças com menos de um ano de idade cujo diagnóstico foi pneumonia, sendo que, em São Paulo, esse número se aproximou de 22 mil.<sup>(2)</sup>

Essas internações custaram ao Sistema Único de Saúde (SUS) R\$ 86 milhões para o Brasil e R\$ 16 milhões para o estado de São Paulo.<sup>(3)</sup> Foram 2.357 e 418 óbitos por essa causa no Brasil e no estado de São Paulo, respectivamente.<sup>(4)</sup> Esses óbitos representaram taxas de letalidade de 1,53% e 1,49% para o Brasil e para o estado de São Paulo, respectivamente. Esses números não incluem as crianças internadas através de convênios ou de outras fontes pagadoras.

Dentre os fatores de risco para a internação por doenças respiratórias na infância estão o comprometimento do estado nutricional, a falta de aleitamento materno, o baixo nível educacional dos pais, o baixo peso ao nascer, o aglomerado intradomiciliar, a presença de fumantes na casa e fatores socioeconômicos.<sup>(5-8)</sup> Poluentes ambientais também estão associados às internações por pneumonias em crianças.<sup>(9)</sup>

Nos últimos anos, sistemas de informação geográfica vêm ganhando espaço nos estudos epidemiológicos, identificando padrões espaciais para diversas situações, incluindo aquelas relacionadas com saúde e epidemiologia, mortes violentas, mortalidade infantil e mortalidade neonatal.<sup>(10-13)</sup> Nesse contexto, alguns autores<sup>(14)</sup> identificaram áreas de risco para pneumonia em Goiânia, GO, utilizando-se da técnica de análise por pontos. Tecnicamente, a análise espacial pode ser feita através de análise por pontos, no caso de uma cidade ou um bairro, ou por áreas, no caso de estados ou regiões do estado.

Os cenários de saúde desenhados pelas técnicas georeferenciadas agregam dados socioeconômicos, ambientais e estruturais da saúde ao componente geográfico da relação de vizinhança entre os lugares. Dessa forma, os dados de correlação espacial caracterizam cenários regionais, possibilitando o planejamento de estratégias de intervenção na mesma esfera geográfica. No momento político-administrativo atual, voltado ao fortalecimento da regionali-

zação do SUS, a exploração de dados por meio de sistemas de informação geográfica fornece subsídios técnicos para a elaboração de políticas de âmbito regional. Dessa forma, esses sistemas podem fornecer dados geográficos que permitam uma intervenção regional com melhores resultados que uma intervenção local, permitindo também julgar o resultado dessa intervenção.

Assim, este estudo teve por objetivo identificar padrões espaciais nas internações por pneumonia em menores de um ano de idade e identificar os municípios com prioridade para intervenção, no Vale do Paraíba paulista, utilizando-se das técnicas de geoprocessamento.

## Métodos

Trata-se de estudo ecológico e exploratório, usando as ferramentas de geoprocessamento, na região do Vale do Paraíba paulista. Os dados são de internações por pneumonia em menores de um ano de idade através do SUS obtidos no portal do DATASUS. Foram colhidos dados relativos ao Departamento Regional de Saúde (DRS) de Taubaté, com 35 municípios e cerca de 2 milhões de habitantes (Figura 1).

Os anos estudados foram 2004 e 2005. Esta opção foi para minimizar possíveis falhas na informação no diagnóstico de pneumonia que talvez comprometessem as taxas de internação, subestimando-as ou superestimando-as. Para este estudo, foram criadas taxas de internação por 1.000 nascidos vivos (NV) para os dois anos agrupados.

A análise espacial utilizou uma base digital gerada no Laboratório de Geoprocessamento da Universidade de Taubaté, e os dados foram analisados utilizando-se do programa TerraView versão 3.2.0, desenvolvido no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e de acesso público. Os valores da variável taxa de internação foram divididos em tercís; e as taxas foram classificadas como baixa, média e alta.

Os índices utilizados neste estudo para identificar a correlação espacial foram os indicadores de Moran globais. O indicador global analisa se os dados apresentam correlação espacial, isto é, se há aglomerados de municípios com altas taxas e aglomerados com baixas taxas. O indicador de Moran global varia entre -1 e +1, e a ele pode ser atribuído um nível de significância.

Através do diagrama de Moran, foram identificados os municípios que se encontravam



**Figura 1** – Municípios do Vale do Paraíba (SP).

no primeiro quadrante, indicando alta prioridade na intervenção em virtude de terem altas taxas e de seus vizinhos também apresentarem altas taxas de internação por pneumonia. O diagrama de Moran determina a localização de cada município em um dos quatro quadrantes: quadrante 1, alto-alto, quando o município tem alta taxa e é cercado por municípios com altas taxas; quadrante 2, -baixo-baixo, quando o município tem taxa baixa e é cercado por municípios com baixas taxas; quadrante 3, alto-baixo, quando o município tem alta taxa e é cercado por municípios com baixas taxas; e quadrante 4, baixo-alto, quando o município tem baixa taxa e é cercado por municípios com altas taxas.

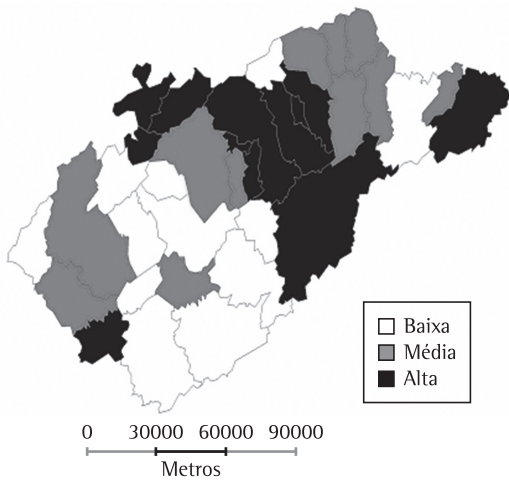
Da mesma forma, municípios localizados no quadrante 2 têm baixa prioridade para uma intervenção, pois têm baixas taxas e seus vizinhos também apresentam baixas taxas de internação. Os municípios que se localizam nos quadrantes 3 e 4 representam localidades com média prioridade para uma intervenção. Essa distribuição pode ser visualizada graficamente pelo *box map*. O *box map* define, no mapa, a distribuição dos municípios de acordo com o número do quadrante ao qual pertence.

A área de estudo corresponde às atuais regiões Serrana e Circuito da Fé, Alto Vale do Paraíba e Vale Histórico, que compõem, junto com a região

Litoral Norte (não analisado neste estudo), a área sob coordenação do DRS de Taubaté. O índice de desenvolvimento humano dos municípios que a compõe situa os municípios em dois extremos: ricos, com bons indicadores sociais, e pobres, com indicadores sociais precários. Embora a região possua identificadoras marcas naturais, como o rio Paraíba e as serras da Mantiqueira e do Mar, é a Via Dutra que marca a distinta caracterização social e econômica de seus municípios: os maiores e mais dinâmicos centros localizam-se à sua margem. Essa distinção se reflete também na saúde, e os municípios mais dinâmicos (em especial Taubaté, sede do DRS, e São José dos Campos) também concentram os hospitais e serviços especializados da região. As internações na área da pediatria concentram-se em três circuitos, que tem como polo os municípios de São José dos Campos, Campos do Jordão, Guaratinguetá, Pindamonhangaba, Taubaté e Cruzeiro.

## Resultados

No período de estudo, foram incluídos 63.766 NV (variação, 92–20.122). Foram internadas, segundo dados obtidos do portal do DATASUS, 2.227 crianças com menos de um ano de idade (variação, 0–573 internações por pneu-

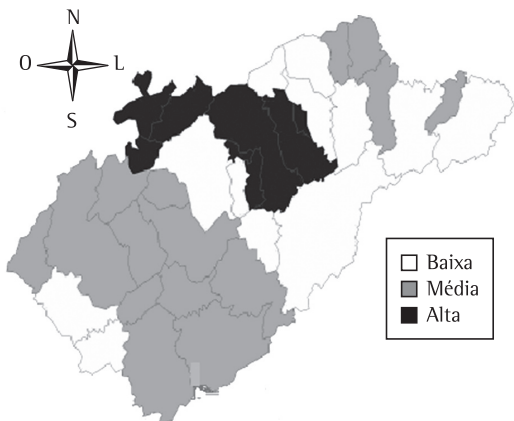


**Figura 2** - Taxas de internação por pneumonia, por 1.000 nascidos vivos, no Vale do Paraíba (SP), 2004-2005.

monia). Quando foram estimadas as taxas de internação por 1.000 NV, o valor médio encontrado foi de 35,2 internações por 1.000 NV com desvio-padrão de 26,3 (variação, 0,0-132,7 casos por 1.000 NV).

A análise espacial utilizando o coeficiente global de Moran foi de 0,37; a esse valor está associado um valor de  $p = 0,02$ , o que demonstra a existência de uma autocorrelação espacial para as internações por pneumonia em menores de um ano de idade.

A Figura 2 mostra a distribuição das taxas de internação por 1.000 NV, em tercís. A categoria baixa compreende os valores até



**Figura 3** - Distribuição dos municípios do Vale do Paraíba (SP), segundo prioridade de intervenção, segundo o número de internações por pneumonia em menores de um ano de idade.

20,6 casos/1.000 NV; a categoria média compreende valores entre 20,6 e 40,1 casos/1000 NV, e a categoria alta compreende os valores entre 40,1 e 137,2 casos/1000 NV.

A Figura 3 mostra os municípios de acordo com o *box map*. Podem ser identificados oito municípios que apresentam altas taxas e seus vizinhos também apresentam taxas elevadas. São municípios que necessitam de uma abordagem para identificar os motivos desses altos valores e que são passíveis de uma intervenção. Quando analisados pelo coeficiente de Moran local, alguns municípios não apresentaram significância estatística, e outros, com baixas taxas, têm esses baixos valores independentemente de seus vizinhos.

### Discussão

Este é o primeiro estudo sobre internação por pneumonia em menores de um ano de idade, realizado no estado de São Paulo, utilizando-se de técnicas de geoprocessamento. A importância de se estudar a distribuição das internações por pneumonias é o fato de que essa doença está tradicionalmente relacionada com a mortalidade infantil<sup>(9)</sup> e de que está sujeita tanto a fatores sociais e ambientais, quanto à estruturação da rede de saúde, em especial da rede de atenção primária.

Em Goiânia (GO), com a mesma linha metodológica, foi possível identificar áreas com maior risco para a incidência de pneumonia associadas a menor rendimento familiar, através da análise espacial por pontos. Naquele estudo, a pneumonia era confirmada por um pediatra e era obtida uma radiografia rotineiramente. De acordo com a gravidade do caso, a criança era internada.<sup>(14)</sup>

No caso do presente estudo, foi possível identificar um *cluster* com 10 municípios na região central e noroeste do Vale do Paraíba e outros dois, cada um em um extremo, com taxas superiores a 40 internações por 1.000 NV. É interessante notar que há duas regiões distintas desses municípios. Alguns estão na região serrana, tanto na serra da Mantiqueira, como na serra do Mar, e outros ao longo da Via Dutra. Parecem estar associados a dois municípios com melhor atendimento hospitalar e para onde se dirigiram os pacientes para a internação.

Ressalte-se que, na sub-região de saúde Serrana, há dois circuitos de municípios cuja

análise mais aprofundada deve ser realizada de forma agregada, para além das fronteiras administrativas dos municípios, dada a comprovada dependência espacial dos eventos. O primeiro circuito compreende os municípios de Santo Antonio do Pinhal, São Bento do Sapucaí e Campos do Jordão, que é o polo de internação em pediatria dessa sub-região.

Quanto aos municípios com taxas consideradas médias (entre 20,6 e 40,1 casos/1000 NV) está o principal município da região. Possivelmente, por ser o maior município do Vale do Paraíba, haja um aumento de usuários do SUS por conta de endereçamento errôneo, isto é, moradores de municípios vizinhos podem informar endereços de São José dos Campos para poder usar os serviços de saúde.

O diagrama de Moran identificou oito municípios no primeiro quadrante, onde se localizam os municípios com altas taxas e circundados por outros com altas taxas de internação. Dessa forma, é possível identificar uma microrregião onde uma intervenção deveria ser tomada visando identificar possíveis fatores de risco e, assim, diminuir essas taxas. Essa possível intervenção vai ao encontro do Plano Estadual/Pacto pela Saúde, com envolvimento dos DRS e dos Colegiados de Gestão Regional.<sup>(15)</sup>

Uma possível limitação deste estudo reside no fato de não se ter a confirmação do diagnóstico da pneumonia através do exame radiológico, como foi o caso do estudo realizado em Goiânia.<sup>(14)</sup> Por outro lado, as internações pelo SUS são autorizadas a posteriori por auditores que comprovam a coerência da história clínica e o diagnóstico, utilizando-se, para isso, de exames comprobatórios também. Esse fato pode ter minimizado os erros diagnósticos de internação por doença respiratória aguda.

Pode ser apontado também que não foram incluídas as internações através de operadoras de saúde ou de outras fontes pagadoras e tampouco aquelas pneumonias tratadas ambulatorialmente.

Este estudo mostra que, embora compondo a mesma região de saúde, as sub-regiões são diferentemente caracterizadas como áreas de risco para a internação por pneumonia no primeiro ano de vida. Essa conformação espacial pode ter determinantes ambientais (como o clima), sociais (como as condições econômicas e de instrução) ou ainda relativas à rede de

saúde (cobertura e modelo de atenção primária, acesso a procedimentos de média complexidade, incluindo consulta com especialista e acesso à rede hospitalar).

Dessa forma, foi possível identificar aglomerados espaciais com altas taxas de internação por pneumonia em menores de um ano de idade, assim como caracterizar circuitos específicos influenciados pelo componente da vizinhança; esses aglomerados devem ser avaliados de forma mais detalhada, numa abordagem integrada entre os diferentes níveis de atenção, visando melhor compreender o fluxo dos pacientes pela rede.

A análise espacial pode fornecer subsídios técnicos para a discussão de estratégias regionais de intervenção nos colegiados de gestão dos órgãos gestores da saúde nestes municípios do Vale do Paraíba paulista.

## Referências

1. Mulholland K. Magnitude of the problem of childhood pneumonia. *Lancet*. 1999;354(9178):590-2.
2. Departamento de Informática do SUS - DATASUS [homepage on the Internet]. Brasília: Ministério da Saúde. [cited 2008 Jan 07]. Morbidade Hospitalar do SUS - por local de residência - Brasil. Available from: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/mruf.def>
3. Departamento de Informática do SUS - DATASUS [homepage on the Internet]. Brasília: Ministério da Saúde. [cited 2008 Jan 07]. Internações Hospitalares do SUS - por local de internação - Brasil. Available from: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?sih/cnv/rxuf.def>
4. Departamento de Informática do SUS - DATASUS [homepage on the Internet]. Brasília: Ministério da Saúde. [cited 2008 Jan 07]. Óbitos infantis - Brasil. Available from: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sim/cnv/inuf.def>
5. Victora CG, Kirkwood BR, Ashworth A, Black RE, Rogers S, Sazawal S, et al. Potential interventions for the prevention of childhood pneumonia in developing countries: improving nutrition. *Am J Clin Nutr*. 1999;70(3):309-20.
6. César JA, Victora CG, Barros FC, Santos IS, Flores JA. Impact of breast feeding on admission for pneumonia during postneonatal period in Brazil: nested case-control study. *BMJ*. 1999;318(7194):1316-20.
7. Nascimento-Carvalho CM, Rocha H, Benguigui Y. Effects of socioeconomic status on presentation with acute lower respiratory tract disease in children in Salvador, Northeast Brazil. *Pediatr Pulmonol*. 2002;33(4):244-8.
8. Nascimento LF, Marcitelli R, Agostinho FS, Gimenes CS. Hierarchical approach to determining risk factors for pneumonia in children. *J Bras Pneumol*. 2004;30(5):445-51.
9. Nascimento LF, Pereira LA, Braga AL, Módolo MC, Carvalho JA Jr. Effects of air pollution on children's

- health in a city in Southeastern Brazil [Article in Portuguese]. *Rev Saude Publica*. 2006;40(1):77-82.
10. Nuckols JR, Ward MH, Jarup L. Using geographic information systems for exposure assessment in environmental epidemiology studies. *Environ Health Perspect*. 2004;112(9):1007-15.
  11. Santos SM, Barcellos C, Carvalho MS, Flôres R. Spatial clusters detection of violent deaths in Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil, 1996 [Article in Portuguese]. *Cad Saude Publica*. 2001;17(5):1141-51.
  12. Shimakura SE, Carvalho MS, Aerts DR, Flores R. Spatial risk distribution: modeling infant mortality in Porto Alegre, Rio Grande do Sul State, Brazil [Article in Portuguese]. *Cad Saude Publica*. 2001;17(5):1251-61.
  13. Nascimento LF, Batista GT, Dias NW, Catelani CS, Becker D, Rodrigues L. Spatial analysis of neonatal mortality in Paraíba Valley, Southeastern Brazil, 1999 to 2001 [Article in Portuguese]. *Rev Saude Publica*. 2007;41(1):94-100.
  14. Andrade AL, Silva SA, Martelli CM, 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 Saude Publica*. 2004;20(2):411-21.
  15. Secretaria da Saúde [homepage on the Internet]. São Paulo: Secretaria de Estado da Saúde do Estado de São Paulo. [cited 2008 Feb 11]. Plano Estadual/Pacto pela Saúde (PLANO PACTO). Available from: [http://sistema.saude.sp.gov.br/plano\\_pacto/](http://sistema.saude.sp.gov.br/plano_pacto/)

## ***Sobre os autores***

---

### ***Adriana de Oliveira Mukai***

Professor Assistente. Departamento de Medicina, Universidade de Taubaté, Taubaté (SP) Brasil.

### ***Kátia de Souza Costa Alves***

Médica Pediatra. Universidade de Taubaté, Taubaté (SP) Brasil.

### ***Luiz Fernando Costa Nascimento***

Professor Assistente. Departamento de Medicina, Universidade de Taubaté, Taubaté (SP) Brasil.