Pesquisa e Ações em Saúde Pública

Edição XXVIII

Capítulo 21

# PADRÕES ESPACIAIS E TEMPORAIS DA MORTALIDADE POR PNEUMONIA NO BRASIL, 2000-2024: UM ESTUDO ECOLÓGICO

MARCO ANTONIO DOS SANTOS DOURADO[1]
NATAN CUNHA DOS SANTOS[1]
JULIANNE MIRLA DE ARAÚJO FREITAS[1]
NATÁLIA BIANCA SALES DE SOUSA[1]
THATIANA ARAÚJO MARANHÃO[3]
MARILLIA DA SILVA VILANOVA CASTRO[1]
THAYNNARA VIANA VIEIRA[1]
VANDA DOS SANTOS NASCIMENTO[1]
IZABELI MARAY LEANDRO DA COSTA[1]
KASSIANE VIEIRA DE CARVALHO[1]
WANESSA ARAÚJO DE MORAES SOUZA[1]
ANA JÚLIA DE CARVALHO FREITAS[2]
JAIRLA MACHADO LOPES[2]
MANOELA CAMPOS[2]
LAIZA TAILANE SANTANA DE CASTRO[2]

[1] Discentes - Enfermagem da Universidade Estadual do Piauí, Campus Prof. Alexandre Alves de Oliveira.
[2] Discentes – Biomedicina da Universidade Federal do Delta do Parnaíba.
[3] Docente – Professora Adjunta nível IV da Universidade Estadual do Piauí, Campus Prof. Alexandre Alves de Oliveira.

***Palavras-chave:*** *Análise Espaço-Temporal; Mortalidade; Estudo de Séries Temporais.*

DOI 10.59290/0023023719

EDITORA PASTEUR

## INTRODUÇÃO

A pneumonia consiste em uma condição inflamatória aguda do parênquima pulmonar, geralmente causada por agentes infecciosos, como vírus, bactérias e fungos, podendo também ocorrer em decorrência da aspiração de substâncias tóxicas. A doença compromete os espaços aéreos pulmonares e interfere nas trocas gasosas, configurando-se como um importante agravo à saúde pública em razão do seu potencial de morbimortalidade (FIOCRUZ, 2026).

No cenário mundial, as infecções do trato respiratório inferior (ITRI) figuram entre as principais causas de mortalidade. Em 2019, essas infecções constituíram a principal causa infecciosa de morte e a quinta causa de óbito no mundo, sendo a pneumonia responsável por aproximadamente 55% das mortes relacionadas às ITRI, o equivalente a cerca de 1,5 milhão de óbitos (LIM, 2021).

Nesse contexto, a pneumonia permanece como uma das principais causas de morte evitável na infância, especialmente em países de baixa e média renda. Estimativas indicam que, em 2017, mais de 808 mil crianças menores de cinco anos morreram em decorrência de pneumonias, correspondendo a aproximadamente 15% dos óbitos nessa faixa etária (WHO, 2026).

Embora a população pediátrica represente um grupo de elevada vulnerabilidade, idosos e pessoas com doenças crônicas pré-existentes também apresentam maior suscetibilidade ao agravamento do quadro clínico e à mortalidade associada (WHO, 2026). Entre os principais fatores de risco, destacam-se o tabagismo, o etilismo, a exposição à poluição atmosférica, a baixa cobertura vacinal contra influenza e pneumococo, além de condições relacionadas à vulnerabilidade socioeconômica e ao estado nutricional inadequado (GOMES, 2001).

No Brasil, a pneumonia também constitui um importante problema de saúde pública, impactando os serviços assistenciais e os indicadores de mortalidade. Dados recentes evidenciam aumento superior a 100% nas internações por pneumonia no país entre os anos de 2020 e 2024 (BRASIL, 2025).

Além da magnitude epidemiológica, a mortalidade por pneumonias no Brasil apresenta comportamento heterogêneo entre as regiões do país. Estudos nacionais demonstram padrões distintos de mortalidade entre as macrorregiões brasileiras, evidenciando tendências elevadas na região Sudeste, Sul e Nordeste, enquanto Norte e Centro-Oeste apresentaram menores taxas ao longo dos últimos anos (ALMEIDA *et al.*, 2024).

Apesar da reconhecida importância epidemiológica das pneumonias no Brasil, observa-se escassez de estudos nacionais que analisem simultaneamente a dimensão espacial e a tendência temporal da mortalidade por essa causa. Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo analisar os padrões espaço-temporais e a tendência temporal da mortalidade por pneumonias no Brasil no período de 2000 a 2024.

## MÉTODO

O estudo caracteriza-se como ecológico, com análise da distribuição temporal e espacial da mortalidade por pneumonias, tendo os municípios como unidades de análise. De acordo com o Censo Demográfico de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o país possui cerca de 210 milhões de habitantes, extensão territorial de 8.509.379 km² e densidade demográfica de 23,9 habitantes por km². O território nacional é composto por 26 estados

e o Distrito Federal, totalizando 5.570 municípios, distribuídos em cinco grandes regiões: Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul.

As análises foram realizadas com base em dados secundários de domínio público referentes aos óbitos por pneumonias ocorridas no Brasil, no período de 2000 a 2024. As informações foram obtidas no site do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DataSUS), com coleta realizada em março de 2026. Os dados utilizados para o cálculo das taxas de mortalidade foram provenientes do Sistema de Informação sobre Mortalidade (SIM), alimentado a partir das informações registradas nas Declarações de Óbito (DO).

Foram analisadas as seguintes variáveis:

A. Sociodemográficas (categóricas)

a. Sexo;

b. Faixa etária (0 a 9 anos; 10 a 14; 15 a 19; 20 a 29; 30 a 39; 40 a 49; 50 a 59; 60 a 69; 70 a 79; e 80 anos ou mais);

c. Escolaridade (em anos de estudo completos: nenhum, 1 a 3; 4 a 7; 8 a 11; 12 ou mais);

d. Raça/cor da pele (branca; amarela; preta; parda; indígena; ignorada);

e. Local de ocorrência (hospital; domicílio; via pública; outro estabelecimento de saúde; outros; ignorado); e

f. Estado civil (solteiro; casado; viúvo; separado judicialmente; outro; ignorado);

B. Causas de óbitos, codificadas nas categorias conforme a Décima Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (CID-10), correspondendo aos códigos: Pneumonia viral não classificada em outra parte (J12), Pneumonia devido a *Streptococcus pneumoniae* (J13), Pneumonia devido a *Haemophilus pneumoniae* (J14), Pneumonia bacteriana não classificada em outra parte (J15), Pneumonia devido a outros microorganismos infecciosos especificados não classificados em outra parte (J16), Pneumonia em doença classificada em outra parte (J17) e Pneumonia por microrganismo não especificado (B67).

Para a avaliação do preenchimento das variáveis, adotou-se o critério de completude das informações. Considerou-se completude boa quando o percentual de preenchimento foi igual ou superior a 75,1%; regular, entre 50,1% e 75,0%; baixa, entre 25,1% e 50,0%; e muito baixa quando igual ou inferior a 25,0% (SIQUEIRA *et al.*, 2025).

As informações sociodemográficas referentes aos óbitos foram obtidas no Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DataSUS), enquanto os dados populacionais foram provenientes das estimativas demográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), disponibilizadas por meio do TabNet/DataSUS. Os registros anuais de óbitos e população, correspondentes ao período analisado, foram consolidados em um banco de dados único no software Stata, versão 17.0, e posteriormente vinculados aos respectivos geocódigos municipais.

Inicialmente, realizou-se a análise da tendência temporal da mortalidade por pneumonias no Brasil. As taxas de mortalidade, previamente calculadas no *software* Stata, foram organizadas em planilhas do *Microsoft Excel* e posteriormente importadas para o *Joinpoint Regression Program*, versão 5.4, para aplicação da regressão linear segmentada da série temporal. Essa metodologia, também denominada regressão por pontos de inflexão, possibilita identificar alterações significativas na tendência ao longo do período analisado, por meio da detecção de segmentos distintos separados por pontos de mudança, em contraposição à hipótese nula de ausência de inflexões temporais no modelo (OLIVEIRA *et al.*, 2023).

A análise temporal permitiu estimar a Variação Percentual Anual Média (VPAM) e os respectivos intervalos de confiança de 95% (IC95%), adotando-se nível de significância de 5% (p <0,05). As taxas de mortalidade foram inseridas diretamente no programa como variável dependente, sendo calculadas para cada Unidade Federativa mediante a razão entre o número de óbitos e a população estimada em cada ano do período estudado, multiplicada por 100 mil habitantes. Valores positivos de VPA indicaram tendência crescente, enquanto valores negativos corresponderam à tendência decrescente. Resultados sem significância estatística (p >0,05) foram interpretados como tendência estacionária (OLIVEIRA *et al.*, 2023).

Posteriormente, para avaliar a presença de dependência espacial, calculou-se o índice de Moran Global. Após a identificação de autocorrelação espacial global, realizou-se a análise do índice de Moran Local, também denominado *Local Indicators of Spatial Association* (LISA), com o objetivo de identificar aglomerados espaciais e mensurar o grau de associação espacial entre municípios. Os resultados foram representados por meio do mapa de Moran, no qual os padrões alto-alto e baixo-baixo indicam autocorrelação espacial positiva, caracterizada pela similaridade entre municípios vizinhos, enquanto os padrões alto-baixo e baixo-alto representam autocorrelação espacial negativa, evidenciando discrepâncias espaciais entre áreas adjacentes (GEDAMU *et al.*, 2024). O mapa LISA também possibilitou verificar a significância estatística dos aglomerados identificados, considerando-se p <0,05 (CHEN, 2024).

Adicionalmente, empregou-se a técnica de varredura espaço-temporal (scan) para identificação de aglomerados espaciais e temporais de mortalidade, bem como para estimativa do risco relativo (RR) associado às áreas detectadas. Valores de RR superiores a 1 indicaram risco de mortalidade acima do esperado em relação ao conjunto da área analisada (CANUTO *et al.*, 2025).

As análises de autocorrelação espacial, por meio dos índices de Moran Global e Local, foram realizadas no *software* GeoDa, versão 1.22.0.21. A análise de varredura espaço-temporal foi conduzida no *software* SaTScan, versão 10.3.3, e os mapas temáticos foram elaborados no *software* QGIS, versão 3.40.12.

Por se tratar de um estudo baseado exclusivamente em dados secundários de domínio público, não foi necessária a submissão do projeto a um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de 2000 a 2024, foram registrados 1.501.573 óbitos por pneumonias no Brasil. Observou-se maior proporção de óbitos entre indivíduos do sexo feminino (752.095; 56,72%), com 80 anos ou mais (n = 691.671; 47,39%), de raça/cor branca (n = 888.330; 60,24%), viúvos (n = 515.880; 35,45%) e 1 a 3 anos de escolaridade (n = 339.876; 23,89%). O ambiente hospitalar concentrou a maioria das ocorrências, com 1.286.036 óbitos (86,15%). As principais causas de morte foram Pneumonia por microorganismo não especificado (n = 912.062; 60,74%), Broncopneumonia não especificada (n = 317.394; 21,14%) e Pneumonia bacteriana não especificada (n = 195.178; 13,00%).

Observou-se maior concentração de óbitos por pneumonias na região Sudeste (n = 833.531; 55,51%), seguida pelas regiões Nordeste (n = 304.536; 20,28%) e Sul (n = 193.764; 12,90%). Em menores proporções, as regiões Norte (n= 81.315; 5,41%) e Centro-Oeste (n = 88.427; 5,88%) apresentaram menor participação no total de óbitos registrados no período

analisado. Quanto a análise da completude, observou-se elevada qualidade de preenchimento para as variáveis sexo (99,99%) e local de ocorrência (99,35%), classificadas como excelentes. A variável faixa etária e raça/cor também apresentaram completude excelente, sendo 97,19% e 95,38%, respectivamente. Quanto à variável estado civil apresentou categorização boa (90,48%). Por outro lado, a variável escolaridade apresentou menor qualidade de preenchimento (74,47%), sendo classificada como ruim.

A taxa média de mortalidade ao longo da série temporal foi de 30,58 óbitos por 100 mil habitantes. Os municípios com as maiores taxas de mortalidade foram em Riacho de Santana (RN) no ano de 2024 e Cedro do Abaeté (MG) no ano de 2023, com 377,09 e 371,05 óbitos a cada 100 mil habitantes respectivamente. A nível estadual, o Rio de Janeiro apresentou as maiores taxas de mortalidade ao longo de 15 dos 25 anos analisados, sendo a maior taxa registrada no ano de 2024, alcançando 69,62 óbitos por 100 mil habitantes, vale destacar, também, o estado de São Paulo, que liderou as maiores taxas nos 10 anos restantes. Adicionalmente, a região Sudeste concentrou a maiores taxas em todo período analisado, com destaque para 2024, com 58,79 óbitos por 100 mil habitantes. Agora a nível nacional, foi observada a maior taxa de mortalidade no ano de 2024, com 46,67 óbitos a cada 100 mil habitantes.

A **Tabela 21.1** evidencia tendência temporal crescente das taxas de mortalidade no Brasil entre 2000 e 2024, com VPAM de 4,36% (IC95%: 4,29;5,05; p <0,0001). Observou-se que todas as macrorregiões brasileiras apresentaram incremento significativo ao longo da série histórica, demonstrando expansão sustentada das taxas no território nacional. A Região Nordeste apresentou o maior crescimento anual médio, alcançando VPAM de 6,87% (IC95%: 5,95;7,74; p <0,0001), seguida pelas regiões Centro-Oeste (4,57%; IC95%: 4,15;5,03), Norte (4,47%; IC95%: 4,08;5,31), Sul (4,47%; IC95%: 3,62;4,40) e Sudeste (3,99%; IC95%: 3,62;4,40), todas estatisticamente significativas.

Em nível estadual, verificou-se maior intensidade de crescimento em estados da Região Nordeste. A Paraíba apresentou a maior VPAM do país (9,10%; IC95%: 8,35;10,16; p <0,0001), seguida por Piauí (8,41%; IC95%: 7,22;10,09), Maranhão (8,04%; IC95%: 7,19;9,31) e Ceará (7,84%; IC95%: 6,83;8,94). Também foram observados incrementos relevantes em Bahia (6,66%), Alagoas (6,51%), Amapá (6,04%), Sergipe (5,44%), Rio Grande do Sul (5,44%) e Rondônia (5,31%), todos com tendência crescente significativa. Por outro lado, Amazonas (3,18%), Roraima (3,22%), São Paulo (3,43%) e Pernambuco (3,46%) apresentaram as menores magnitudes de crescimento, embora mantendo significância estatística ao longo do período analisado. O Espírito Santo foi a única Unidade Federativa que apresentou tendência estacionária, sem variação temporal significativa das taxas de mortalidade (VPAM = 1,08%; IC95%: -0,44;2,36; p = 0,1297).

O Índice de Moran Global demonstrou forte autocorrelação espacial positiva, com significância estatística (I = 0,699; p-valor = 0,0010). A distribuição espacial dos óbitos evidenciou aglomerados do tipo alto-alto concentrados predominantemente em municípios da região Sudeste, Sul e em áreas interioranas do Nordeste. Por outro lado, os agrupamentos baixo-baixo foram observados principalmente na região Norte, abrangendo grande parte da Amazônia Legal, além de grande parte do Nordeste e Centro-Oeste. Municípios classificados como não significativos apresentaram distribuição dispersa em diferentes regiões do país.

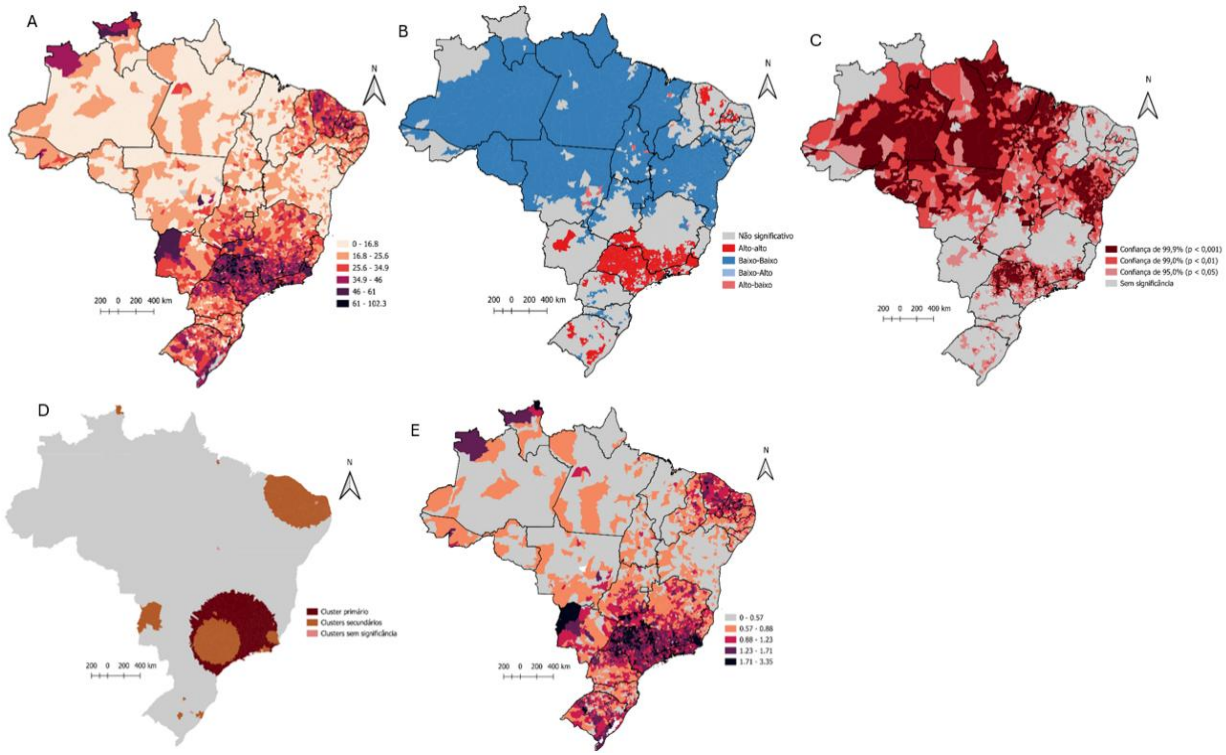
**Tabela 21.1** Variação Percentual Anual Média (VPAM) da mortalidade por pneumonias no Brasil e suas respectivas Regiões e Unidades Federativas, 2000-2024

| Região/Estado | Período | VPAM (IC95%) | p-valor | Tendência |
|---|---|---|---|---|
| **Brasil** | **2000 - 2024** | **4,36 (4,29;5,05)** | **<0.0001** | **Crescente** |
| **Centro-Oeste** | **2000 - 2024** | **4,57 (4,15;5,03)** | **<0.0001** | **Crescente** |
| Goiás | 2000 - 2024 | 4,86 (4,34;5,50) | <0.0001 | Crescente |
| Mato Grosso | 2000 - 2024 | 3,89 (3,07;4,65) | <0.0001 | Crescente |
| Mato Grosso do Sul | 2000 - 2024 | 4,19 (3,50;4,99) | <0.0001 | Crescente |
| Distrito Federal | 2000 - 2024 | 4,94 (3,99;5,91) | <0.0001 | Crescente |
| **Norte** | **2000 - 2024** | **4,47 (4,08;5,31)** | **<0.0001** | **Crescente** |
| Acre | 2000 - 2024 | 5,21 (4,31;6,38) | <0.0001 | Crescente |
| Amazonas | 2000 - 2024 | 3,18 (2,64;3,80) | <0.0001 | Crescente |
| Amapá | 2000 - 2024 | 6,04 (5,07;7,38) | <0.0001 | Crescente |
| Pará | 2000 - 2024 | 5,05 (4,35;5,87) | <0.0001 | Crescente |
| Rondônia | 2000 - 2024 | 5,31 (4,32;6,66) | <0.0001 | Crescente |
| Roraima | 2000 - 2024 | 3,22 (2,02;4,67) | <0.0001 | Crescente |
| Tocantins | 2000 - 2024 | 4,36 (3,68;5,57) | <0.0001 | Crescente |
| **Nordeste** | **2000 - 2024** | **6,87 (5,95;7,74)** | **<0.0001** | **Crescente** |
| Alagoas | 2000 - 2024 | 6,51 (5,08;7,90) | <0.0001 | Crescente |
| Bahia | 2000 - 2024 | 6,66 (5,82;7,53) | <0.0001 | Crescente |
| Ceará | 2000 - 2024 | 7,84 (6,83;8,94) | <0.0001 | Crescente |
| Maranhão | 2000 - 2024 | 8,04 (7,19;9,31) | <0.0001 | Crescente |
| Paraíba | 2000 - 2024 | 9,10 (8,35;10,16) | <0.0001 | Crescente |
| Pernambuco | 2000 - 2024 | 3,46 (2,56;4,51) | <0.0001 | Crescente |
| Piauí | 2000 - 2024 | 8,41 (7,22;10,09) | <0.0001 | Crescente |
| Rio Grande do Norte | 2000 - 2024 | 4,98 (3,39;8,33) | <0.0001 | Crescente |
| Sergipe | 2000 - 2024 | 5,44 (4,01;7,44) | <0.0001 | Crescente |
| **Sudeste** | **2000 - 2024** | **3,99 (3,62;4,40)** | <0.0001 | **Crescente** |
| Espírito Santo | 2000 - 2024 | 1,08 (-0,44;2,36) | 0,1297 | Estacionária |
| São Paulo | 2000 - 2024 | 3,43 (2,92;3,92) | <0.0001 | Crescente |
| Rio de Janeiro | 2000 - 2024 | 5,16 (4,63;5,59) | <0.0001 | Crescente |
| Minas Gerais | 2000 - 2024 | 4,68 (4,22;5,19) | <0.0001 | Crescente |
| **Sul** | **2000 - 2024** | **4,47 (3,62;4,40)** | **<0.0001** | **Crescente** |
| Paraná | 2000 - 2024 | 4,64 (4,21;5,20) | <0.0001 | Crescente |
| Rio Grande do Sul | 2000 - 2024 | 5,44 (4,01;7,44) | <0.0001 | Crescente |
| Santa Catarina | 2000 - 2024 | 4,80 (3,74;6,37) | <0.0001 | Crescente |

A **Figura 21.1** representa os mapas produzidos a partir dos resultados, sendo A e B os encontrados nas análises do GeoDa, sendo o primário os aglomerados e o segundo as suas significâncias.

Os mapas C e D ilustraram o risco relativo (RR) e os aglomerados espaciais das taxas de mortalidade no Brasil, identificados por meio da análise de varredura espacial (*scan*). A análise espaço-temporal identificou 17 aglomerados ao longo do período estudado, dos quais 13 apresentaram significância estatística (p <0,05).

**Figura 21.1** Taxas de mortalidade por pneumonias, 2000-2024 (A), Mapa de Moran (B) e mapa LISA da mortalidade por pneumonias (C), risco relativo (D) e aglomerados espaciais de pneumonias (E), por municípios do Brasil, 2000-2024




**Legenda:** Imagens obtidas nos meses de Maio (A, B, C, D, E).

A **Tabela 21.2** apresenta os resultados gerados na análise espaço-temporal no *software* SaTScan 10.3.3. O cluster primário concentrou-se no período de 2015–2024 e apresentou ampla abrangência territorial, envolvendo 1.563 municípios distribuídos principalmente nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e parte do Sul do país. O aglomerado incluiu municípios do Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo, evidenciando um padrão de disseminação de elevada magnitude no território nacional. Esse cluster apresentou 417.598 casos observados frente a 256.432,08 esperados e risco relativo (RR) de 1,87.

Um segundo aglomerado, também no período de 2015–2024, envolveu 756 municípios localizados predominantemente na região Nordeste, abrangendo Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Piauí, Pernambuco e Maranhão. O cluster apresentou 92.688 casos observados e 63.949,20 esperados, com RR de 1,48 e LLR de 5.951,54 (p <0,001), indicando persistência de áreas de maior risco na faixa setentrional nordestina. Ainda nesse período, identificou-se um aglomerado espacial focal no estado do Pará, composto por quatro municípios, apresentando RR de 1,74 (p <0,001), sugerindo concentração localizada do evento.

**Tabela 21.2** Dados dos aglomerados espaciais dos óbitos por pneumonias no Brasil encontrados na análise espaço-temporal

| Aglomerados | Período | Nº de municípios | UF | Raio (KM) | Casos observados | Casos esperados | RR | p-valor |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2015-2024 | 1.563 | ES, GO, MG, MS, PR, RJ, SP | 547,04 | 417.598 | 256.432,08 | 1,87 | <0,0001 |
| 2 | 2015-2024 | 756 | CE, MA, PB, PE, PI, RN | 501,41 | 92.688 | 63.949,20 | 1,48 | <0,0001 |
| 3 | 2015-2024 | 4 | PA | 13,40 | 11.147 | 6.434,46 | 1,74 | <0,0001 |
| 4 | 2005-2009 | 644 | MG, PR, SP | 289,30 | 64.878 | 53.503,45 | 1,22 | <0,0001 |
| 5 | 2005-2009 | 20 | RJ | 67,06 | 20.497 | 17.445,61 | 1,18 | <0,0001 |
| 6 | 2005-2009 | 51 | RJ, ES, MG | 77,06 | 2.637 | 1.991,34 | 1,32 | <0,0001 |
| 7 | 2005-2009 | 3 | MS | 144,26 | 394 | 259,49 | 1,52 | <0,0001 |
| 8 | 2005-2009 | 2 | RS | 19,59 | 414 | 282,17 | 1,47 | <0,0001 |
| 9 | 2005-2009 | 1 | RS | 0 | 224 | 132,79 | 1,69 | <0,0001 |
| 10 | 2005-2009 | 1 | RR | 0 | 58 | 21,79 | 2,66 | 0,000077 |
| 11 | 2005-2009 | 1 | MG | 0 | 131 | 73,08 | 1,79 | 0,00053 |
| 12 | 2005-2009 | 14 | CE | 44,42 | 757 | 603,72 | 1,25 | 0,00088 |
| 13 | 2005-2009 | 8 | RS | 34,54 | 754 | 606,90 | 1,24 | 0,0035 |
| 14 | 2005-2009 | 1 | MG | 0 | 95 | 53,27 | 1,78 | 0,077 |
| 15 | 2005-2004 | 1 | TO | 0 | 12 | 1,96 | 6,11 | 0,310 |
| 16 | 2005-2009 | 1 | RN | 0 | 46 | 21,59 | 2,13 | 0,689 |
| 17 | 2005-2009 | 1 | RS | 0 | 68 | 38,17 | 1,78 | 0,941 |

No período de 2005-2009, observou-se maior fragmentação espacial dos aglomerados, com predomínio de *clusters* regionais de menor extensão territorial. O principal agrupamento desse intervalo temporal envolveu 644 municípios distribuídos entre São Paulo, Minas Gerais e Paraná, apresentando RR de 1,22 (p <0,001). Outro *cluster* relevante concentrou-se no estado do Rio de Janeiro, abrangendo 20 municípios e RR de 1,18 (p <0,001). Adicionalmente, identificaram-se aglomerados envolvendo municípios do Rio de Janeiro, Espírito Santo e Minas Gerais (RR = 1,32; p <0,001), bem como *clusters* menores em Mato Grosso do Sul e no Rio Grande do Sul, todos com significância estatística e risco relativo superior à unidade.

Também foram detectados aglomerados de pequena magnitude espacial compostos por um a 14 municípios, distribuídos em estados como Ceará, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Rio Grande do Norte, Roraima e Tocantins. Entre esses, destacaram-se clusters com elevados riscos relativos em Roraima (RR = 2,66) e Tocantins (RR = 6,11), embora o agrupamento identificado em Tocantins não tenha apresentado significância estatística. Da mesma forma, alguns clusters localizados em Minas Gerais, Rio Grande do Norte e Rio Grande do Sul apresentaram valores de p superiores a 0,05, não sendo considerados estatisticamente significativos.

O presente estudo evidenciou que a mortalidade por pneumonias apresentou tendência crescente no Brasil entre 2000 e 2024, além de importante heterogeneidade espacial, com concentração de elevadas taxas e aglomerados de risco principalmente nas regiões Sudeste e Nordeste. Esses achados reforçam que as pneumonias permanecem como importante causa de morte no país, especialmente em populações vulneráveis, e demonstram que sua distribuição está associada a fatores demográficos, sociais e territoriais (BELOCH *et al.*, 2026).

A predominância de óbitos entre indivíduos com 80 anos ou mais (47,39%) corrobora evidências que apontam o envelhecimento populacional como principal determinante da mortalidade por pneumonias (BARBAGELATA *et al*., 2020). O Brasil vivencia acelerada transição demográfica, com crescimento expressivo da população idosa (IBGE, 2025), o que amplia a carga das doenças respiratórias, dado que idosos apresentam maior susceptibilidade a infecções pela imunossenescência, multimorbidades e redução da capacidade funcional respiratória (NIKOLICH-ŽUGICH, 2018). Estudos brasileiros confirmam que as maiores taxas de mortalidade por pneumonia concentram-se nessa faixa etária (SANTOS *et al*., 2025).

O predomínio de óbitos entre mulheres relaciona-se à feminização do envelhecimento: embora homens apresentem maior incidência e letalidade por doenças respiratórias, as mulheres predominam nas faixas etárias mais avançadas devido à maior expectativa de vida BARBAGELATA *et al*., 2020; IBGE, 2025).

A associação entre baixa escolaridade e mortalidade por pneumonias reflete a influência dos determinantes sociais da saúde, uma vez que menores níveis educacionais limitam o acesso à informação, dificultam a navegação pelos serviços de saúde e restringem oportunidades socioeconômicas, aumentando a vulnerabilidade a agravos infecciosos (SHAHID *et al*., 2022). A elevada proporção de óbitos entre viúvos, por sua vez, pode ser parcialmente explicada pela ausência de suporte social e familiar, fator que influencia negativamente a busca por assistência e a adesão ao tratamento (HOLT-LUNSTAD *et al*., 2015).

A predominância de óbitos em ambiente hospitalar (86,15%) indica evolução para formas graves da doença, padrão esperado considerando que a pneumonia é uma das principais causas de hospitalização entre idosos no Brasil

(TORRES *et al.*, 2021). A elevada proporção de registros classificados como pneumonia por microrganismo não especificado evidencia limitações diagnósticas ainda presentes nos sistemas de vigilância e registros de mortalidade (WHO, 2024).

A análise temporal revelou tendência crescente em todas as regiões brasileiras (VPAM nacional de 4,36%), sugerindo que fatores demográficos e epidemiológicos têm superado os avanços nas estratégias de prevenção e assistência. O aumento da prevalência de doenças crônicas não transmissíveis e os efeitos diretos e indiretos da pandemia de Covid-19 contribuem para essa elevação (BENDER, 2024; OPAS, 2023).

Embora o Sudeste tenha concentrado as maiores taxas ao longo da série histórica, o Nordeste apresentou o maior crescimento (VPAM de 6,87%), o que pode refletir desigualdades socioeconômicas, dificuldades de acesso oportuno aos serviços de saúde e mudanças na estrutura etária regional (MALTA *et al.*, 2016). O crescimento mais expressivo nos estados da Paraíba, Piauí, Maranhão e Ceará resulta da interação entre envelhecimento populacional acelerado, persistência de desigualdades sociais e, em parte, ao aprimoramento da cobertura e qualidade do SIM nessas regiões (IBGE, 2024; NASCIMENTO *et al.*, 2023; MARINHO *et al.*, 2022).

A análise espacial demonstrou forte dependência espacial (Índice de Moran Global I = 0,699; p = 0,001), indicando que municípios próximos tendem a compartilhar padrões semelhantes de mortalidade, influenciados por fatores socioeconômicos, ambientais e assistenciais (NICOMEDES *et al*., 2026). O *cluster* primário (2015–2024) abrangeu 1.563 municípios do Sudeste e estados adjacentes (RR = 1,87), refletindo a interação entre envelhecimento, alta densidade populacional, urbanização e exposição à poluição atmosférica (DIAS *et al.*, 2025). O *cluster* nordestino (756 municípios; RR = 1,48) reforça a tendência temporal crescente da região, com vulnerabilidade social, baixa cobertura vacinal e desigualdades regionais como fatores determinantes (SANTOS *et al.*, 2024). O *cluster* identificado no Pará (RR = 1,74), embora restrito a quatro municípios, sinaliza vulnerabilidades específicas relacionadas ao isolamento geográfico e às barreiras estruturais da assistência à saúde na Amazônia Legal (MIRANDA *et al.*, 2024).

A análise temporal dos clusters revela expansão espacial do risco, com maior fragmentação entre 2005-2009 (RR entre 1,18 e 1,52) e ampliação territorial significativa em 2015–2024, refletindo o impacto acumulado do envelhecimento e da transição epidemiológica com crescente prevalência de doenças crônicas (MENDES *et al.*, 2023).

Os padrões identificados fornecem subsídios para intervenções em saúde pública, destacando-se: vigilância territorial de áreas de alto risco; vacinação contra influenza e pneumococo em grupos vulneráveis (BRASIL, 2025); fortalecimento da Atenção Primária para rastreamento, diagnóstico precoce e manejo adequado (BASILIO *et al.*, 2025); e planejamento regional dos serviços com foco na equidade no acesso e na cobertura preventiva.

## CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo evidenciaram que a mortalidade por pneumonias apresentou tendência crescente no Brasil entre 2000 e 2024, com aumento significativo das taxas em todas as regiões e unidades federativas do país. Observou-se ainda importante heterogeneidade espacial, caracterizada pela formação de aglo-

merados de alto risco concentrados principalmente nas regiões Sudeste, Sul e Nordeste, demonstrando que a distribuição da mortalidade não ocorre de forma aleatória no território nacional.

Além disso, verificou-se maior ocorrência de óbitos entre idosos com 80 anos ou mais, indivíduos com baixa escolaridade, pessoas viúvas e pacientes cujo óbito ocorreu em ambiente hospitalar, evidenciando a influência de fatores demográficos, sociais e assistenciais na determinação desse agravo. A persistência de áreas de elevado risco e a expansão espacial dos aglomerados ao longo do período analisado sugerem a atuação conjunta do envelhecimento populacional, das desigualdades socioeconômicas e das condições de acesso aos serviços de saúde sobre os padrões observados.

Dessa forma, os achados reforçam a necessidade do fortalecimento das ações de vigilância epidemiológica, da ampliação das estratégias de prevenção, especialmente da vacinação contra agentes respiratórios, e do desenvolvimento de políticas públicas direcionadas aos territórios e populações mais vulneráveis. Ademais, o monitoramento contínuo da mortalidade por pneumonias, associado à análise espacial e temporal, pode contribuir para o planejamento de intervenções mais efetivas e para a redução da carga desse importante problema de saúde pública no Brasil.

# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ALMEIDA, J.V.D.R. *et al.* Mortalidade por pneumonia: uma jornada de altos e baixos no Brasil (2018-2022). Revista Ibero-Americana de Estratégia e Saúde, v. 10, 2024. doi: 10.51891/rease.v10i4.13514.

BARBAGELATA, E. *et al.* Diferenças de gênero em pneumonia adquirida na comunidade. Minerva Medica, v. 111, p. 153, 2020. doi: 10.23736/S0026-4806.20.06448-4.

BASILIO, B.N.C. *et al.* Tendência temporal e desigualdades na letalidade hospitalar. Revista Eletrônica Científica do Curso de Enfermagem, v. 16, 2025. doi: 10.56238/levv16n55-045.

BELOCH, E. *et al.* Padrão de internações hospitalares por pneumonia em idosos no Brasil: estudo ecológico. Jornal Brasileiro de Doenças Infecciosas, v. 30, 2026. doi: 10.1016/j.bjid.2026.105053.

BENDER, R. *et al.* Incidência e carga de mortalidade global, regional e nacional de infecções respiratórias inferiores não relacionadas à COVID-19 e etiologias, 1990-2021: uma análise sistemática do Estudo Global de Carga de Doenças 2021. The Lancet Infectious Diseases, v. 24, p. 974, 2024. doi: 10.1016/S1473-3099(24)00176-2

BRASIL. Ministério da Saúde. Casos de pneumonia dobram no Brasil e médicos reforçam a importância da vacinação e do diagnóstico precoce. Brasília, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/hubrasil/pt-br/comunicacao/noticias/casos-de-pneumonia-dobram-no-brasil-e-medicos-reforcam-a-importancia-da-vacinacao-e-do-diagnostico-precoce. Acesso em: 3 jun. 2026.

CANUTO, I.M.B. *et al.* Spatial scanning for the identification of risk areas for fetal death: an ecological study in Pernambuco. Revista da Escola de Enfermagem da USP, v. 59, 2025. doi: 10.1590/1980-220X-REEUSP-2025-0248en.

CHEN, Y. Reconstruction and normalization of LISA for spatial analysis. PLoS One, v. 19, e0303456, 2024. doi: 10.1371/journal.pone.0303456.

DIAS, N.L.C. *et al.* Respiratory infections in adults and inequality: an analysis of deaths and their socioeconomic determinants in Brazil. Hygiene, v. 5, p. 34, 2025. doi: 10.3390/hygiene5030034.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ - FIOCRUZ. Pneumonia. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2026. Disponível em: https://agencia.fiocruz.br/pneumonia. Acesso em: 2 jun. 2026.

FURMAN, C.D. *et al.* Pneumonia in older adults. Current Opinion in Infectious Diseases, v. 34, p. 135, 2021. doi: 10.1097/QCO.0000000000000718.

GEDAMU, W.T. *et al*. A spatial autocorrelation analysis of road traffic crash by severity using Moran's I spatial statistics: a comparative study of Addis Ababa and Berlin cities. Accident Analysis and Prevention, v. 198, 2024. doi: 10.1016/j.aap.2024.107535.

GOMES, L. Fatores de risco e medidas profiláticas nas pneumonias adquiridas na comunidade. Jornal de Pneumologia, v. 27, p. 97, 2001.

HOLT-LUNSTAD, J. *et al.* Loneliness and social isolation as risk factors for mortality: a meta-analytic review. Perspectives on Psychological Science, v. 10, p. 227, 2015. doi: 10.1177/1745691614568352.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Projeções da população: Brasil e unidades da federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/. Acesso em: 2 jun. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Expectativa de vida chega a 76,6 anos em 2024. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br. Acesso em: 2 jun. 2026.

LEITÃO, A.R.C. *et al.* Panorama da dengue na Amazônia brasileira. Aurum Publicações, 2025. doi: 10.63330/aurumpub.009-009.

LIM, W.S. Pneumonia: overview. Encyclopedia of Respiratory Medicine, p. 185, 2021. doi: 10.1016/B978-0-12-801238-3.11636-8.

MALTA, D.C. *et al.* Social inequalities in the prevalence of self-reported chronic non-communicable diseases in Brazil: national health survey 2013. International Journal for Equity in Health, v. 15, 2016. doi: 10.1186/s12939-016-0427-4.

MENDES, A.C.L. *et al.* Pneumonia in children under 5 years: temporal trends and spatial patterns of hospitalizations in Brazil. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 20, p. 5328, 2023. doi: 10.4269/ajtmh.21-0664.

MARINHO, M.F. *et al.* Desafios para a investigação de óbitos e melhoria da qualidade da informação sobre mortalidade no Brasil. Revista Brasileira de Epidemiologia, v. 25, 2022. doi: 10.1590/1980-549720190005.supl.3/.

MIRANDA, A.L.C. *et al.* Demographic, social, and clinical aspects associated with access to COVID-19 health care in Pará Province. Scientific Reports, v. 14, p. 9461, 2024. doi: 10.1038/s41598-024-59461-1.

NASCIMENTO, J.P.G. *et al.* Análise do número de internações, custos e taxa de mortalidade na população idosa por pneumonia no Brasil de 2013 a abril de 2023: um estudo comparativo. Jornal Brasileiro de Doenças Infecciosas, v. 27, 2023. doi: 10.1016/j.bjid.2023.103116.

NICOMEDES, N.P. *et al.* Padrões espaciais de mortalidade por doenças respiratórias e sua relação com indicadores socioambientais no Brasil. Revista de Biociências, v. 42, e42012, 2026. doi: 10.14393/BJ-v42n0a2026-78449.

NIKOLICH-ŽUGICH, J. The twilight of immunity: emerging concepts in aging of the immune system. Nature Immunology, v. 19, p. 10, 2018. doi: 10.1038/s41590-017-0006-x.

OLIVEIRA, I.V.G. *et al.* Mortalidade materna no Nordeste do Brasil, 2009-2019: distribuição espacial, tendência e fatores associados. Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 32, 2023. doi: 10.1590/S2237-96222023000300009.PT.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE - OPAS. Atualização epidemiológica: doenças respiratórias e impactos pós-pandemia. Washington: OPAS, 2023.

SANTOS, L.L. *et al.* Mortalidade por pneumonia em idosos acima de 80 anos, Brasil (2014 a 2024). Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences, v. 7, p. 1615, 2025. doi: 10.36557/2674-8169.2025v7n10p1615-1626.

SHAHID, R. *et al.* Impacto da baixa alfabetização em saúde nos desfechos de saúde dos pacientes: um estudo de coorte multicêntrico. BMC Health Services Research, v. 22, 2022. doi: 10.1186/s12913-022-08527-9.

SIQUEIRA, P.C. *et al.* Análise da completude das fichas de notificação de COVID-19 na população indígena no Espírito Santo, 2020. Epidemiologia e Serviços de Saúde, v. 34, e20240176, 2025. doi: 10.1590/S2237-96222025v34e20240176.pt.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Pneumonia. Geneva: WHO, 2026. Disponível em: https://www.who.int/health-topics/pneumonia. Acesso em: 2 jun. 2026.