



QUALIS
A2



**ANÁLISE ESPACIAL E IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS
PARA O CONTROLE DA HANSENÍASE NO CEARÁ, 2016-2025¹**

**SPATIAL ANALYSIS AND IDENTIFICATION OF PRIORITY AREAS FOR
HANSEN'S DISEASE IN CEARÁ, 2016-2025**

Yann Nobre VIANA

Universidade Federal do Ceará (UFC)

E-mail: yannnobre04@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-7719-6675>

Marcelo Araújo de VASCONCELOS

Universidade Federal do Ceará (UFC)

E-mail: marcelovasconcelos778@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-9502-9246>

Maria Socorro Carneiro LINHARES

Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

E-mail: socorro_carneiro@uvanet.br

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9292-1795>

Jacques Antonio Cavalcante MACIEL

Universidade Federal do Ceará (UFC)

E-mail: jacques.macielsobral@ufc.br

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2293-8433>

Juan Diego Costa CARVALHO

Universidade Federal do Ceará (UFC)

E-mail: juandcc2015@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0009-0004-0603-3388>

Benedita Beatriz Bezerra FROTA

Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

E-mail: bbb.frota@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-0316-5161>

Ivo Aurélio LIMA JÚNIOR

Universidade Federal do Ceará (UFC)

E-mail: ivoaureliolima@sobral.ufc.br

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4104-0565>

Rosane Sales LIMA

Universidade Federal do Ceará (UFC)

E-mail: rosane_sales1@hotmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0009-0008-8083-9290>

¹ COMO CITAR: (ABNT): VIANA, Y. N.; VASCONCELOS, M. A.; LINHARES, M. S. C.; MACIEL, J. A. C.; CARVALHO, J. D. C.; FROTA, B. B. B.; LIMA JÚNIOR, I. A. ; LIMA, R. S. Análise Espacial e Identificação de Áreas Prioritárias para o Controle da Hanseníase no Ceará, 2016-2025. **JNT Facit Business and Technology Journal**. Qualis A2. ISSN: 2526-4281, Mês de Setembro de 2026 - Ed. 77. VOL. 02. Págs. 419-435. Disponível: <http://revistas.faculdefacit.edu.br>. Acesso em: __/__/__.

RESUMO

Objetiva-se analisar a distribuição espacial da hanseníase no estado do Ceará entre 2016 e 2025. Estudo ecológico, quantitativo e descritivo, realizado nos 184 municípios do estado. Foram utilizados dados secundários de casos novos confirmados do SINAN/DATASUS e estimativas populacionais do IBGE. Calculou-se o coeficiente médio anual de detecção de casos novos de hanseníase por 100 mil habitantes, no período de 2016 a 2025 representados em mapas segundo parâmetros de endemicidade. A dependência espacial global foi avaliada através do Índice de Moran Global, adotando matriz de contiguidade *Queen* de primeira ordem, com significância estatística estimada por 999 permutações aleatórias ($p < 0,05$). A autocorrelação espacial local foi investigada pelos Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA), permitindo a identificação de *clusters* prioritários. O coeficiente médio anual de detecção variou de 0 a 82,60/100 mil habitantes, média (19,08) e mediana (15,94) com maiores taxas em Martinópolis (82,60), Varjota (66,93) e Antonina do Norte (66,69). A análise espacial demonstrou concentração dos maiores coeficientes nas regiões Norte e Sul. O Índice de Moran Global (0,251) indicou autocorrelação espacial positiva. A análise local identificou *clusters* alto-alto nas regiões Norte e Sul, e baixo-baixo no Nordeste do Estado. Os resultados evidenciaram distribuição espacial heterogênea da hanseníase no Ceará, demonstrando o potencial das análises espaciais para subsidiar estratégias de eliminação da doença.

Palavras-chave: Hanseníase. Análise Espacial. Epidemiologia Espacial. Vigilância em Saúde. Atenção Primária à Saúde.

ABSTRACT

This study aims to analyze the spatial distribution of Hansen's Disease in the state of Ceará between 2016 and 2025. It is a quantitative, descriptive ecological study conducted across the state's 184 municipalities. Secondary data on confirmed new cases from SINAN/DATASUS and population estimates from the IBGE were used. The average annual new case detection rate per 100,000 inhabitants was calculated and visualized using choropleth maps according to endemicity parameters. Global spatial dependence was assessed using Global Moran's I, employing a first-order Queen contiguity matrix, with statistical significance estimated via 999 random permutations ($p < 0.05$). Local spatial autocorrelation was investigated using Local Indicators of Spatial Association (LISA), enabling the identification of priority

clusters. The average annual detection rate ranged from 0 to 82.60 per 100,000 inhabitants (mean: 19.08; median: 15.94), with the highest rates observed in Martinópolis (82.60), Varjota (66.93), and Antonina do Norte (66.69). Spatial analysis revealed a concentration of the highest rates in the Northern and Southern regions. The Global Moran's I (0.251) indicated positive spatial autocorrelation. Local analysis identified high-high clusters in the Northern and Southern regions and low-low clusters in the northeastern part of the state. The results demonstrated a heterogeneous spatial distribution of Hansen's Disease in Ceará, highlighting the potential of spatial analysis to inform disease elimination strategies.

Keywords: Hansen's Disease. Spatial Analysis. Spatial Epidemiology. Health Surveillance. Primary Health Care.

INTRODUÇÃO

A hanseníase permanece como uma importante doença infecciosa crônica negligenciada e um persistente desafio para a saúde pública mundial, especialmente em países em desenvolvimento, como o Brasil, que ocupa historicamente posição de destaque entre as nações com maior número de casos novos registrados anualmente. Causada pelo *Mycobacterium leprae*, a doença apresenta evolução lenta, acomete principalmente a pele e os nervos periféricos e, quando não diagnosticada e tratada precocemente, pode provocar incapacidades físicas permanentes, repercussões psicossociais e impacto na qualidade de vida dos indivíduos acometidos (World Health Organization, 2023).

No cenário mundial, a hanseníase continua sendo considerada uma doença tropical negligenciada. Em 2024, foram registrados 172.717 casos novos, sendo Índia, Brasil e Indonésia responsáveis por aproximadamente 79,8% dos casos detectados globalmente. Nesse mesmo ano, foram notificados 9.397 casos em menores de 15 anos, indicador que evidencia transmissão ativa da doença. O Brasil destacou-se como o segundo país em número absoluto de casos novos, com 22.129 registros, reforçando a relevância da doença para a saúde pública nacional (World Health Organization, 2025).

No Brasil, apesar dos avanços alcançados nas políticas de controle e da ampliação das estratégias de vigilância em saúde, a hanseníase permanece endêmica em diversas regiões, sobretudo nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, onde fatores socioeconômicos, desigualdades territoriais e limitações no acesso aos serviços de saúde contribuem para a manutenção da cadeia de transmissão. O estado

do Ceará, inserido em uma região historicamente marcada por vulnerabilidades sociais e desigualdades no acesso aos serviços públicos, configura-se como território prioritário para o monitoramento epidemiológico da doença (Leite e Aragão, 2020; Brasil, 2026).

No estado do Ceará, a hanseníase permanece como importante problema de saúde pública, apresentando histórico de elevada endemicidade e importante concentração espacial de casos. Estudos ecológicos e de análise espacial realizados no estado identificaram agrupamentos geográficos da doença e associação com fatores socioeconômicos, demográficos e ambientais. A persistência de áreas com altas taxas de detecção sugere a influência das desigualdades sociais na manutenção da cadeia de transmissão, tornando necessária a implementação de estratégias direcionadas para os territórios mais vulneráveis (Braga *et al.*, 2020; Brasil, 2024).

Uma revisão sistemática internacional recente identificou que a distribuição da hanseníase não ocorre de maneira aleatória no território, apresentando forte associação com determinantes sociais, ambientais e econômicos. A revisão reuniu evidências de diferentes países endêmicos, incluindo Brasil, Índia, Bangladesh, Indonésia, Madagascar e Nigéria, evidenciando a concentração da doença em áreas urbanas periféricas caracterizadas por pobreza, baixa escolaridade, precariedade sanitária e elevada vulnerabilidade social. Os estudos também demonstraram que a utilização de ferramentas de análise espacial, incluindo o Índice de Moran (Moran's I), constitui importante estratégia para identificar clusters persistentes de transmissão e subsidiar intervenções em territórios prioritários (Oliveira *et al.*, 2025).

A Organização Mundial da Saúde reitera que o fortalecimento da vigilância, a detecção precoce de casos novos e a implementação de estratégias territorializadas são fundamentais para a eliminação da hanseníase como problema de saúde pública. Nesse contexto, a análise espacial constitui importante ferramenta epidemiológica para compreender os padrões de distribuição da doença, identificar aglomerados territoriais de risco e subsidiar a tomada de decisão baseada em evidências, especialmente em áreas de elevada endemicidade (World Health Organization, 2023).

A Atenção Primária à Saúde (APS) desempenha papel estratégico no enfrentamento da hanseníase, especialmente nas ações de suspeição e diagnóstico precoce, vigilância de contatos, acompanhamento terapêutico e monitoramento dos casos. Entretanto, persistem desafios relacionados à capacidade operacional dos serviços e à implementação contínua das ações de vigilância, o que reforça a importância da identificação de territórios prioritários para subsidiar o planejamento

das intervenções. Nesse contexto, a integração entre informações epidemiológicas e análises espaciais pode contribuir para orientar estratégias de vigilância mais direcionadas às particularidades territoriais (Lucas-Bertoldo et al., 2025; Moraes et al., 2024).

Diante desse cenário, compreender a dinâmica espacial da hanseníase torna-se essencial para orientar o planejamento das ações de vigilância e controle, especialmente em estados historicamente endêmicos, como o Ceará. Assim, este estudo teve como objetivo analisar a distribuição espacial da hanseníase e identificar áreas prioritárias para vigilância e controle no estado do Ceará entre 2016 e 2025.

MÉTODOS

Desenho do Estudo e Unidade de Análise

Trata-se de um estudo ecológico, de abordagem quantitativa, com análise espacial, realizado nos 184 municípios do estado do Ceará, considerados como unidades de análise. O período de estudo compreendeu os anos de 2016 a 2025, sendo calculado o coeficiente médio anual de detecção de casos novos de hanseníase, utilizado como indicador nas análises de distribuição e autocorrelação espacial da doença. A utilização do coeficiente médio anual referente ao período buscou conferir maior estabilidade ao indicador, reduzindo oscilações decorrentes do pequeno número de casos em municípios de menor população e permitindo uma representação mais consistente da distribuição espacial da hanseníase no território cearense.

Fontes de Dados e Variáveis

As informações utilizadas neste estudo foram obtidas por meio de bases de dados secundárias de domínio público, consultadas em junho de 2026. Os dados referentes à hanseníase foram extraídos do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), disponibilizado pelo Ministério da Saúde por intermédio do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Foram considerados os casos novos confirmados de hanseníase notificados nos 184 municípios do estado do Ceará, no período de 2016 a 2025.

As informações populacionais utilizadas como denominador para o cálculo do indicador foram obtidas junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), considerando-se as populações municipais correspondentes aos anos do período analisado. A variável de interesse foi o coeficiente médio anual de detecção de casos

novos de hanseníase, calculado para cada município no período de 2016 a 2025, conforme a seguinte expressão:

$$\text{Coeficiente médio anual de detecção} = \left(\frac{\frac{\text{Total de casos novos de 2016 a 2025}}{10}}{\frac{\text{Soma das populações de 2016 a 2025}}{10}} \right) \times 100.000$$

Análises Descritivas e Análise Espacial

Os dados epidemiológicos foram vinculados à base cartográfica municipal do estado do Ceará, utilizando-se o *shapefile* oficial dos 184 municípios, na projeção SIRGAS 2000/UTM, zona 24S. Inicialmente, foram realizadas análises descritivas do coeficiente médio anual de detecção de casos novos de hanseníase, por meio do cálculo dos valores mínimo e máximo, média e mediana.

A distribuição espacial da hanseníase foi representada por meio de mapa coroplético. Os coeficientes médios anuais de detecção foram classificados segundo os parâmetros de endemicidade em: baixo (< 2,00 casos por 100 mil habitantes), médio (2,00 a 9,99), alto (10,00 a 19,99), muito alto (20,00 a 39,99) e hiperendêmico ($\geq 40,00$ casos por 100 mil habitantes) (Brasil, 2016).

Análise de Autocorrelação Espacial

A autocorrelação espacial global do coeficiente médio anual de detecção de casos novos de hanseníase foi avaliada por meio do Índice Global de Moran (I), utilizando-se matriz de pesos espaciais baseada no critério de contiguidade Queen de primeira ordem. A significância estatística foi estimada mediante 999 permutações aleatórias, adotando-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

A autocorrelação espacial local foi investigada por meio dos Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA), permitindo a identificação de agrupamentos espaciais do tipo alto-alto, baixo-baixo, alto-baixo e baixo-alto. Os agrupamentos estatisticamente significativos foram representados em mapas de clusters e de significância, possibilitando a identificação de áreas com padrões locais de associação espacial do coeficiente médio anual de detecção (Moraes *et al.*, 2024).

Análise de Dados

As análises descritivas foram realizadas no software R, enquanto a elaboração dos mapas foi realizada no QGIS. As análises de autocorrelação espacial global e local,

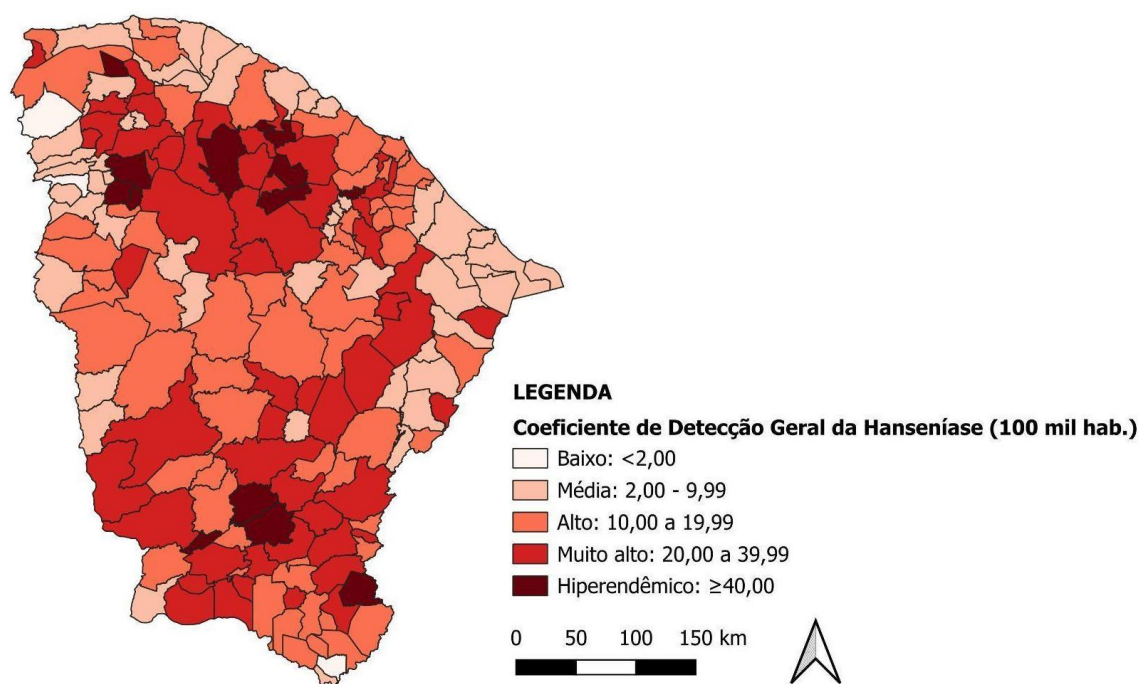
incluindo o Índice Global de Moran e os Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA), foram conduzidas no software GeoDa, versão 1.22.

Por utilizar dados secundários, agregados, de domínio público e sem identificação individual dos participantes, o estudo dispensou apreciação pelo Comitê de Ética em Pesquisa, conforme as dispôs.

RESULTADOS

Foram analisados os 184 municípios do estado do Ceará. O coeficiente médio anual de detecção de casos novos de hanseníase, no período de 2016 a 2025, variou de 0 a 82,60 casos por 100 mil habitantes, com média de 19,08 e mediana de 15,94 casos por 100 mil habitantes, evidenciando importante variabilidade entre os municípios.

Figura 1: Distribuição espacial do coeficiente médio anual de detecção de casos novos de hanseníase, Ceará, Brasil, 2016–2025.



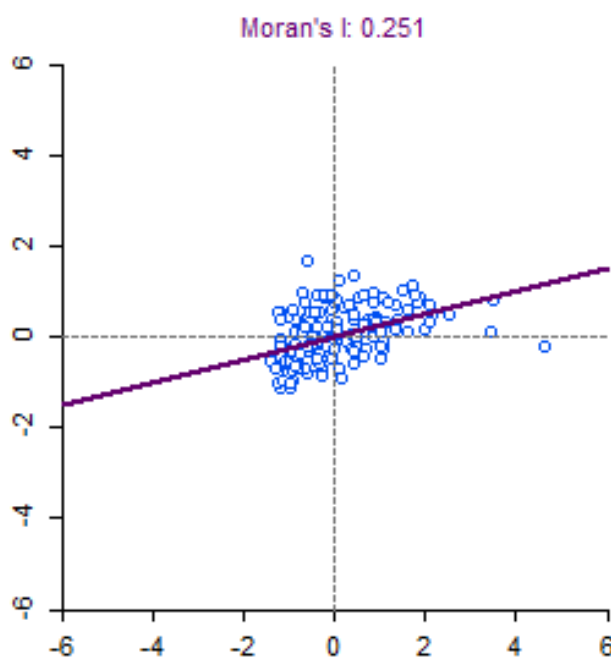
Fonte: Elaborada pelos autores por meio do software Qgis (2026).

A distribuição espacial do coeficiente médio anual de detecção de casos novos de hanseníase evidenciou importante heterogeneidade entre os municípios cearenses no período de 2016 a 2025. Foram identificados 14 municípios classificados como hiperendêmicos, destacando-se Martinópolis (82,60), Varjota (66,93) e Antonina do Norte (66,69 casos por 100 mil habitantes), que apresentaram os maiores coeficientes do período. Observou-se maior concentração de coeficientes elevados nas regiões Norte e Sul do estado, enquanto os menores valores predominaram na

porção Nordeste e no litoral cearense. Esse padrão evidencia diferenças territoriais na magnitude da detecção da hanseníase e permite identificar áreas prioritárias para as ações de vigilância e controle da doença.

A análise de autocorrelação espacial global do coeficiente médio anual de detecção de casos novos de hanseníase revelou dependência espacial positiva e estatisticamente significativa (Índice Global de Moran = 0,251; $p < 0,05$). Esse resultado indica que municípios com coeficientes semelhantes tendem a localizar-se próximos entre si, evidenciando um padrão de distribuição espacial não aleatório da hanseníase no estado do Ceará (Figura 2).

Figura 2: Diagrama de dispersão de Moran para o coeficiente médio anual de detecção de casos novos de hanseníase, Ceará, Brasil, 2016–2025.



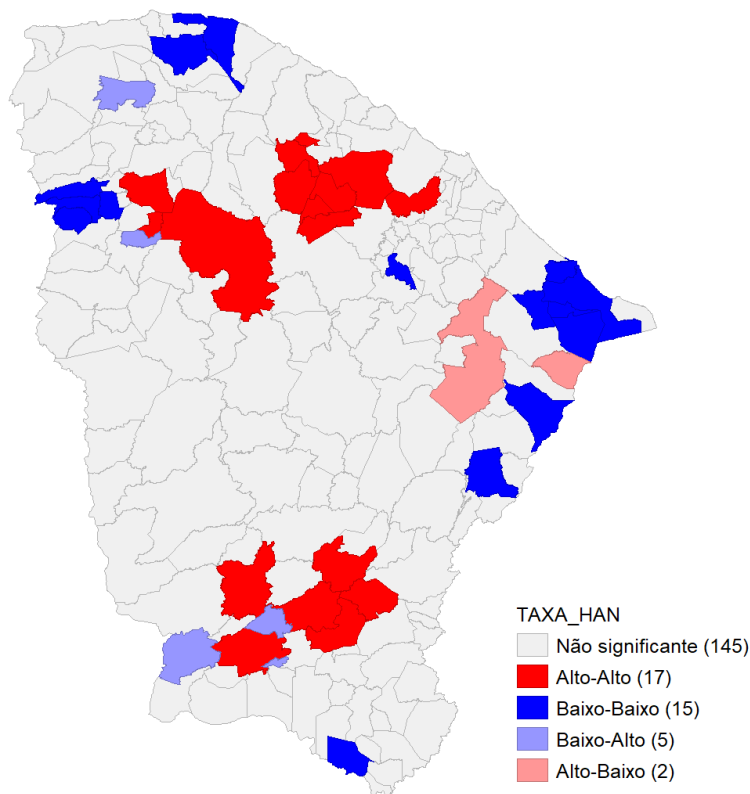
Fonte: Elaborada pelos autores por meio do software GeoDA (2026).

A análise local de autocorrelação espacial, realizada por meio dos Indicadores Locais de Associação Espacial (LISA), identificou *clusters* espacialmente significativos do coeficiente médio anual de detecção de casos novos de hanseníase no estado do Ceará. O principal *cluster* do tipo alto-alto foi observado na porção Norte do estado, estendendo-se até a Região Metropolitana de Fortaleza, abrangendo os municípios de Paramoti, General Sampaio, Tejuçuoca, Itapajé, Uruburetama, Apuiarés, Pentecoste, Maranguape e Varjota. Também foi identificado um *cluster* alto-alto na região Sul do Ceará, envolvendo os municípios de Cariús, Várzea Alegre, Iguatu e Cedro (Figura 3).

Por outro lado, na região Nordeste foi observado um agrupamento do tipo baixo-baixo, composto pelos municípios de Jaguaruana, Aracati, Palhano, Itaiçaba e Fortim, caracterizado por municípios com baixos coeficientes de detecção

circundados por municípios com comportamento semelhante. Outro agrupamento com a mesma configuração foi identificado na região Noroeste do estado, abrangendo os municípios de Ibiapina, São Benedito, Carnaubal e Graça (Figura 3).

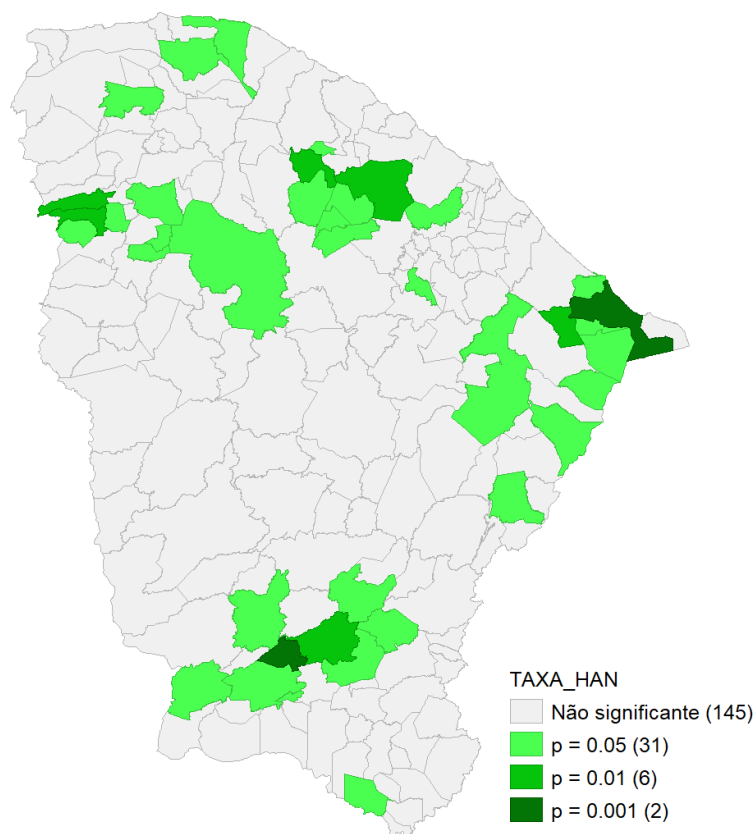
Figura 3: Mapa de clusters da autocorrelação espacial local do coeficiente médio anual de detecção de casos novos de hanseníase, Ceará, Brasil, 2016–2025.



Fonte: Elaborada pelos autores por meio do software GeoDA (2026).

As significâncias estatísticas da autocorrelação espacial, representadas graficamente por meio do LISA Map (Figura 4), evidenciam a distribuição local dos agrupamentos espaciais do coeficiente de detecção da hanseníase. Observa-se que os municípios destacados em tonalidades mais escuras correspondem às áreas com maior significância estatística, indicando maior evidência de autocorrelação espacial local. Por sua vez, os municípios representados por tonalidades mais claras apresentam menores níveis de significância. Dessa forma, o mapa permite identificar a distribuição espacial das áreas onde os padrões de agrupamento da hanseníase se mostraram estatisticamente significativos no período analisado.

Figura 4: Mapa de significância da autocorrelação espacial local do coeficiente médio anual de detecção de casos novos de hanseníase, Ceará, Brasil, 2016–2025.



Fonte: Elaborada pelos autores por meio do software GeoDA (2026).

Conforme apresentado na Figura 4, a análise da significância estatística da autocorrelação espacial local identificou municípios nos quais os padrões de associação espacial foram estatisticamente significativos. A maior evidência estatística ($p < 0,001$) foi observada nos municípios de Aracati, na região Nordeste, e Tarrafas, na região Sul do Ceará. Também foram identificados municípios com significância de $p < 0,01$, incluindo Palhano, Pentecoste, Itapajé, São Benedito, Cariús e Ibiapina. Esses municípios encontram-se distribuídos em diferentes regiões do estado, confirmando a ocorrência de padrões locais de autocorrelação espacial estatisticamente significativos (Figura 4).

DISCUSSÃO

Os achados deste estudo demonstram que a hanseníase apresenta distribuição espacial heterogênea e estruturada no Ceará, com diferenças expressivas na detecção entre os municípios e autocorrelação espacial global positiva ($I = 0,251$; $p < 0,05$). Esse resultado indica que municípios com padrões semelhantes de detecção tendem a se agrupar no território, sugerindo que a ocorrência da doença não se distribui de forma aleatória no estado. Essa configuração é consistente com evidências anteriores:

estudo realizado no Ceará entre 1991 e 1999 já havia identificado heterogeneidade espacial, autocorrelação significativa e concentração de maiores taxas em determinados eixos territoriais (Montenegro et al., 2004). Mais recentemente, uma análise espaço-temporal nacional, baseada em 795.802 casos registrados entre 2001 e 2023, demonstrou a persistência de clusters de alto risco principalmente nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, além de identificar a entrada de municípios cearenses em agrupamentos de risco nos períodos mais recentes (Ferreira et al., 2026). Em conjunto, esses achados reforçam que, apesar das mudanças observadas ao longo das últimas décadas, a hanseníase permanece territorialmente concentrada no Ceará e em outras áreas do Nordeste brasileiro.

A magnitude dos coeficientes observados em Martinópolis, Varjota e Antonina do Norte reforça a existência de territórios com concentração particularmente elevada de casos detectados. Entretanto, a interpretação epidemiológica desses valores não deve assumir uma correspondência direta entre maior detecção e maior transmissão. O coeficiente de detecção é influenciado simultaneamente pela ocorrência da doença e pela capacidade dos serviços de reconhecer, diagnosticar e notificar casos. Essa relação foi demonstrada em análise espacial realizada na Bahia, na qual municípios com melhor desempenho socioeconômico apresentaram maiores coeficientes de detecção, resultado interpretado pelos autores como possível expressão de maior capacidade diagnóstica (Souza et al., 2019).

Em Pernambuco, a análise conjunta de indicadores epidemiológicos e de qualidade dos serviços também revelou importante heterogeneidade territorial, demonstrando que a distribuição dos casos e o desempenho das ações de controle não necessariamente apresentam o mesmo padrão espacial (Barbosa et al., 2020). Assim, os elevados coeficientes identificados no Ceará provavelmente expressam combinações distintas entre carga epidemiológica, exposição populacional e sensibilidade das ações locais de detecção, dimensões que não podem ser separadas com o desenho analítico empregado neste estudo.

A presença de autocorrelação espacial global positiva no Ceará encontra correspondência em outros estados nordestinos e reforça que a ocorrência da hanseníase ultrapassa os limites administrativos de municípios isolados. Em Pernambuco, Silva et al. (2023) encontraram Índice Global de Moran de 0,33 ($p < 0,001$) para a detecção de casos novos entre 2011 e 2021, além de autocorrelação espacial para indicadores relacionados à transmissão ativa e ao diagnóstico tardio.

Em Alagoas, análise espaço-temporal de quase duas décadas também identificou múltiplos clusters de alto risco, envolvendo tanto a capital quanto

municípios do interior, com tendência crescente em uma das regiões de saúde de maior risco. Embora os valores dos índices não sejam diretamente comparáveis em razão das diferenças de período, composição dos indicadores e procedimentos de suavização e modelagem, a repetição de padrões de dependência espacial em diferentes estados sustenta a compreensão da hanseníase como agravo territorialmente concentrado no Nordeste, e não como um evento uniformemente distribuído na população (Silva et al., 2023; Damasceno et al., 2021).

Em escala local, os clusters alto-alto encontrados nas regiões Norte e Sul acrescentam uma dimensão importante à análise, porque indicam que os municípios com maiores coeficientes não ocorrem de forma isolada, mas estão inseridos em vizinhanças com comportamento epidemiológico semelhante. Na região Norte, o agrupamento formado por Paramoti, General Sampaio, Tejuçuoca, Itapajé, Uruburetama, Apuiarés, Pentecoste, Maranguape e Varjota sugere a existência de continuidade espacial do fenômeno; no Sul, padrão semelhante foi observado em Cariús, Várzea Alegre, Iguatu e Cedro.

A existência de mais de um núcleo alto-alto afasta a ideia de um único eixo estadual de concentração da doença e aponta para diferentes contextos territoriais de manutenção da detecção. Essa interpretação ganha força diante da análise nacional de Ferreira et al. (2026), que demonstrou simultaneamente persistência, desaparecimento e emergência de clusters ao longo do tempo e identificou novas entradas de municípios cearenses em agrupamentos de alto risco. Portanto, a priorização baseada apenas em municípios com coeficientes individualmente elevados pode ser insuficiente, sendo mais apropriada uma abordagem regional capaz de considerar também a situação epidemiológica dos municípios vizinhos (Ferreira et al., 2026; Damasceno et al., 2021).

A conformação desses padrões espaciais deve ser interpretada à luz das profundas desigualdades sociais relacionadas à hanseníase, ainda que o presente estudo não tenha incorporado variáveis socioeconômicas aos modelos espaciais.

Evidências individuais de grande escala demonstram que essa relação não se limita às associações observadas em estudos ecológicos. Em estudo publicado no *The Lancet Global Health*, utilizando dados de aproximadamente 23,9 milhões de indivíduos da Coorte de 100 Milhões de Brasileiros, Nery et al. (2019) demonstraram aumento do risco de hanseníase associado a diferentes dimensões de privação socioeconômica; indivíduos residentes nas regiões de maior pobreza do país, incluindo Norte e Nordeste, apresentaram risco substancialmente superior ao observado nas regiões menos pobres. Esses achados são consistentes com revisão

sistemática e metanálise que identificou associações entre hanseníase e baixa escolaridade, insegurança alimentar, piores condições habitacionais, pobreza e outros marcadores de vulnerabilidade.

Assim, embora não seja possível atribuir os clusters encontrados neste estudo a determinantes específicos, sua ocorrência em um estado marcado por desigualdades territoriais deve motivar investigações que integrem indicadores epidemiológicos, socioeconômicos e assistenciais em modelos espaciais explicativos (Nery et al., 2019; Pescarini et al., 2018).

Do ponto de vista da vigilância, a identificação de áreas alto-alto oferece oportunidade para intensificar intervenções dirigidas às populações efetivamente expostas, especialmente a investigação de contatos. Evidência proveniente da Coorte de 100 Milhões de Brasileiros, publicada no *JAMA Dermatology*, demonstrou que a incidência de hanseníase entre 42.725 contatos domiciliares de casos previamente diagnosticados foi muito superior à observada na população geral, alcançando 636,3 casos por 100 mil pessoas-ano.

O risco também foi maior entre contatos de casos multibacilares, reforçando a importância epidemiológica da exposição intradomiciliar. Esses resultados acrescentam significado operacional aos clusters encontrados no Ceará: áreas alto-alto podem constituir espaços estratégicos para ampliar o exame de contatos, a busca ativa e a detecção precoce, direcionando recursos para populações nas quais a probabilidade de identificação de casos adicionais tende a ser maior (Teixeira et al., 2020).

Em sentido oposto, os clusters baixo-baixo identificados nas regiões Nordeste e Noroeste do Ceará não devem ser interpretados automaticamente como territórios nos quais a transmissão esteja interrompida. O coeficiente de detecção depende da existência de casos, mas também da capacidade de encontrá-los; consequentemente, baixa detecção pode representar menor carga epidemiológica ou menor sensibilidade do sistema de vigilância. Essa distinção é particularmente relevante para a hanseníase em razão de seu longo período de incubação, da possibilidade de diagnóstico tardio e da dependência de suspeição clínica e investigação de contatos.

Estudos espaciais realizados no Nordeste demonstraram que indicadores relacionados à detecção, incapacidade física e qualidade das ações dos serviços podem apresentar padrões territoriais distintos, enquanto análises na Bahia mostraram que maior capacidade socioeconômica municipal pode estar associada a maior detecção, possivelmente pela melhor identificação dos casos. Dessa forma, os agrupamentos baixo-baixo encontrados no Ceará devem ser confrontados, em

investigações futuras, com indicadores como detecção em menores de 15 anos, grau 2 de incapacidade no diagnóstico, proporção de contatos examinados e cobertura das ações de vigilância antes de serem classificados como áreas de controle ou de silêncio epidemiológico (Barbosa et al., 2020; Souza et al., 2019).

A dimensão territorial identificada neste estudo também sugere que o enfrentamento da hanseníase não deve se restringir às intervenções biomédicas e assistenciais. Em análise envolvendo aproximadamente 12,9 milhões de famílias brasileiras, Pescarini et al. (2020) verificaram que, nos municípios de alta carga da doença, a participação no Programa Bolsa Família esteve associada à menor incidência de hanseníase, resultado que reforça a relevância potencial das políticas de proteção social em contextos hiperendêmicos.

Esse achado é particularmente importante para a interpretação de clusters persistentes, pois demonstra que territórios de maior carga podem demandar simultaneamente intensificação da vigilância epidemiológica e intervenções sobre vulnerabilidades sociais que favorecem a manutenção da doença. Nesse sentido, a análise espacial não deve funcionar apenas como instrumento cartográfico de identificação de “áreas quentes”, mas como ferramenta para orientar respostas territorializadas e intersetoriais, articulando vigilância, Atenção Primária à Saúde e políticas sociais nos espaços de maior prioridade epidemiológica (Pescarini et al., 2020; Nery et al., 2019).

Algumas limitações devem ser consideradas na interpretação desses achados. A utilização de dados secundários do SINAN pode envolver subnotificação, incompletude e diferenças na oportunidade e capacidade de diagnóstico entre os municípios. O delineamento ecológico, por sua vez, impede que os padrões observados em nível municipal sejam extrapolados para indivíduos e não permite estabelecer relações causais entre a distribuição espacial da doença e possíveis determinantes socioeconômicos ou assistenciais.

Além disso, o coeficiente médio anual sintetiza um período de dez anos e, embora reduza oscilações decorrentes de pequenos números, pode ocultar mudanças temporais relevantes na dinâmica municipal. Essa questão assume especial importância porque o período de 2016 a 2025 inclui os anos da pandemia de COVID-19, quando ocorreu importante redução da detecção da hanseníase no Brasil e em outros países, em contexto de descontinuidade das ações de vigilância e diagnóstico. Estudos espaço-temporais posteriores poderão avaliar se os clusters identificados permaneceram estáveis, emergiram ou desapareceram ao longo da série histórica. Ainda assim, a identificação de dependência espacial e de agrupamentos locais

significativos fornece evidências relevantes para a definição de territórios prioritários e estabelece uma base para investigações futuras que incorporem dimensões temporais, socioeconômicas e relacionadas aos serviços de saúde (Ferreira et al., 2026).

CONCLUSÃO

A hanseníase apresentou distribuição espacial heterogênea e não aleatória entre os municípios do Ceará no período de 2016 a 2025. A autocorrelação espacial global positiva e a identificação de clusters alto-alto nas regiões Norte e Sul evidenciaram a existência de territórios com concentração espacial de maiores coeficientes médios anuais de detecção, reforçando a necessidade de estratégias de vigilância orientadas não apenas por municípios isolados, mas também pela dinâmica epidemiológica das áreas vizinhas.

Os agrupamentos baixo-baixo identificados em outras porções do estado devem ser interpretados com cautela, uma vez que menores coeficientes de detecção podem refletir diferentes contextos epidemiológicos e operacionais. Dessa forma, sua interpretação deve ser complementada por indicadores relacionados à transmissão, ao diagnóstico oportuno e ao desempenho das ações de vigilância, evitando assumir os baixos valores, isoladamente, como evidência de controle da doença.

Os achados demonstram a contribuição da análise espacial para a identificação de territórios prioritários e para o direcionamento de ações de vigilância, como a investigação de contatos, a busca ativa e o diagnóstico precoce. A incorporação dessas ferramentas ao monitoramento epidemiológico pode contribuir para uma resposta mais territorializada à hanseníase no Ceará e subsidiar futuras investigações que integrem dimensões temporais, socioeconômicas e relacionadas à organização dos serviços de saúde.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Celivane Cavalcanti et al. Spatial analysis of epidemiological and quality indicators of health services for leprosy in hyperendemic areas in Northeastern Brazil. **Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**, São Paulo, v. 62, e93, 2020. DOI: 10.1590/S1678-9946202062093. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-9946202062093>.

BRAGA, Jamilly Coelho Teixeira et al. Distribuição espacial dos casos de hanseníase no município de Sobral, Ceará, de 2010 a 2017. **Revista Baiana de Saúde Pública**, Salvador, v. 44, n. 1, p. 111-125, 2020. DOI: 10.22278/2318-2660.2020.v44.n1.a3190. Disponível em: <https://doi.org/10.22278/2318-2660.2020.v44.n1.a3190>.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016**. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais cujos procedimentos metodológicos envolvam a utilização de dados diretamente obtidos com os participantes ou de informações identificáveis ou que possam acarretar riscos maiores do que os existentes na vida cotidiana. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 98, p. 44, 24 maio 2016. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2016/res0510_07_04_2016.html.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Diretrizes para vigilância, atenção e eliminação da hanseníase como problema de saúde pública: manual técnico-operacional**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2016. 58 p. ISBN 978-85-334-2348-0. Disponível em: <https://biblioteca.cofen.gov.br/wp-content/uploads/2022/01/diretrizes-vigilancia-atencao-eliminacao-hansenia.pdf>

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. **Guia de Vigilância em Saúde**. 6. ed. rev. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde e Ambiente. **Boletim Epidemiológico de Hanseníase: número especial**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, jan. 2026. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/especiais/2026/boletim-epidemiologico-de-hansenia-numero-especial-jan-2026.pdf/view>.

DAMASCENO, Dayanne Maria et al. High-risk transmission clusters of leprosy in an endemic area in the Northeastern Brazil: a retrospective spatiotemporal modelling (2001–2019). **Tropical Medicine & International Health**, v. 26, n. 11, p. 1438–1445, 2021. DOI: 10.1111/tmi.13657. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/tmi.13657>.

FERREIRA, Anderson Fuentes et al. Persistent and emerging high-risk clusters of leprosy detection in Brazil: a nationwide spatiotemporal analysis, 2001–2023. **Tropical Medicine & International Health**, v. 31, n. 4, p. 532–546, 2026. DOI: 10.1111/tmi.70104. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/tmi.70104>.

LEITE, Jéssica Cavalcante Bastos; ARAGÃO, Sânkia Maria Lopes. Hanseníase, um desafio diagnóstico: perfil epidemiológico do estado do Ceará. **Revista de APS**, Juiz de Fora, v. 23, supl. 2, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/aps/article/view/33783>.

LUCAS-BERTOLDO, Simone Oliveira et al. Controle e monitoramento da hanseníase na Atenção Primária à Saúde: evidências na literatura. **Revista Gestão & Saúde**, Brasília, DF, v. 16, e58012, 2025. DOI: 10.26512/1679-09442025v16e58012. Disponível em: <https://doi.org/10.26512/1679-09442025v16e58012>.

MONTENEGRO, Ana Cláudia Dorta et al. Spatial analysis of the distribution of leprosy in the State of Ceará, Northeast Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v. 99, n. 7, p. 683–686, 2004. DOI: 10.1590/S0074-02762004000700003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0074-02762004000700003>.

MORAIS, Cirliane de Araújo et al. Análise espacial dos indicadores epidemiológicos de hanseníase e de serviços da Atenção Primária à Saúde bucal do Norte e Nordeste do Brasil, 2012 a 2021. *Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, Uberlândia, v. 20, e2092, 2024. DOI: 10.14393/Hygeia2072288. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/Hygeia2072288>.

NERY, Joilda Silva et al. Socioeconomic determinants of leprosy new case detection in the 100 Million Brazilian Cohort: a population-based linkage study. *The Lancet Global Health*, v. 7, n. 9, p. e1226-e1236, 2019. DOI: 10.1016/S2214-109X(19)30260-8. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(19\)30260-8](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(19)30260-8).

OLIVEIRA, Nathan Guilherme de et al. Factors associated with the spatial distribution of leprosy: a systematic review of the published literature. *Geospatial Health*, v. 20, n. 2, 2025. DOI: 10.4081/gh.2025.1394. Disponível em: <https://doi.org/10.4081/gh.2025.1394>.

PESCARINI, Julia Moreira et al. Socioeconomic risk markers of leprosy in high-burden countries: a systematic review and meta-analysis. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, v. 12, n. 7, e0006622, 2018. DOI: 10.1371/journal.pntd.0006622. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006622>.

PESCARINI, Julia M. et al. Conditional Cash Transfer Program and leprosy incidence: analysis of 12.9 million families from the 100 Million Brazilian Cohort. *American Journal of Epidemiology*, v. 189, n. 12, p. 1547-1558, 2020. DOI: 10.1093/aje/kwaa127. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/aje/kwaa127>.

SILVA, Maria Luiza Ferreira Imburana da et al. Padrões espaciais dos casos novos de hanseníase em um estado nordestino do Brasil, 2011–2021. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, São Paulo, v. 26, e230014, 2023. DOI: 10.1590/1980-549720230014.2. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-549720230014.2>.

SOUZA, Carlos Dornels Freire de; LUNA, Carlos Feitosa; MAGALHÃES, Mônica de Avelar Figueiredo Mafra. Spatial modeling of leprosy in the state of Bahia and its social determinants: a study of health inequities. *Anais Brasileiros de Dermatologia*, v. 94, n. 2, p. 182-191, 2019. DOI: 10.1590/abd1806-4841.20197554. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20197554>.

TEIXEIRA, Camila Silveira Silva et al. Incidence of and factors associated with leprosy among household contacts of patients with leprosy in Brazil. *JAMA Dermatology*, v. 156, n. 6, p. 640-648, 2020. DOI: 10.1001/jamadermatol.2020.0653. Disponível em: <https://doi.org/10.1001/jamadermatol.2020.0653>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global leprosy (Hansen disease) update, 2022: new paradigm – control to elimination. *Weekly Epidemiological Record*, Geneva, v. 98, n. 37, p. 409-430, 2023. Disponível em: <https://iris.who.int/handle/10665/372992>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global leprosy (Hansen disease) update, 2024: beyond zero cases – what elimination of leprosy really means. *Weekly Epidemiological Record, Geneva*, v. 100, n. 37, p. 365-384, 2025. Disponível em: <https://iris.who.int/handle/10665/382656>.