

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA HANSENÍASE EM MUNICÍPIO HIPERENDÊMICO DO NORDESTE BRASILEIRO: ESTUDO ECOLÓGICO, 2013-2018****SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS OF LEPROSY IN A HYPERENDEMIC MUNICIPALITY IN NORTHEASTERN BRAZIL: AN ECOLOGICAL STUDY, 2013-2018****Puatie Elbrena**Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, Brasil  
[puatieelbrena@hotmail.com](mailto:puatieelbrena@hotmail.com)**Ingrid Geovanna Bezerra Pinheiro**Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, Brasil  
[ingrid\\_g15@hotmail.com](mailto:ingrid_g15@hotmail.com)**Tháise Vieira de Andrade**Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, Brasil  
[thaisevieira1508@gmail.com](mailto:thaisevieira1508@gmail.com)**Acácio William Faustino de Andrade**Universidade Federal do Vale do São Francisco e Secretaria Estadual de Saúde de Pernambuco, PE, Brasil  
[acacioandrade89@hotmail.com](mailto:acacioandrade89@hotmail.com)**David Souza Silva**Prefeitura de Petrolina e Secretaria Municipal de Saúde, Petrolina, PE, Brasil  
[davidsilvafarma@gmail.com](mailto:davidsilvafarma@gmail.com)**Eliene Aparecida Cerqueira Marcos**Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, Brasil  
[elieneacmarcos@gmail.com](mailto:elieneacmarcos@gmail.com)**Diogo Uester Silva Matos**Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, Brasil  
[diogo.uester@discente.univasf.edu.br](mailto:diogo.uester@discente.univasf.edu.br)**Tháís Silva Matos**Universidade de Pernambuco, Petrolina, PE, Brasil  
[thais.matos@upe.br](mailto:thais.matos@upe.br)**Carlos Dornels Freire de Souza**Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, Brasil  
[carlos.dornels@univasf.edu.br](mailto:carlos.dornels@univasf.edu.br)**Rodrigo Feliciano do Carmo**Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, Brasil  
[rodrigo.carmo@univasf.edu.br](mailto:rodrigo.carmo@univasf.edu.br)**RESUMO**

O objetivo deste estudo foi analisar a distribuição espaço-temporal da hanseníase no município de Petrolina, estado de Pernambuco, Brasil. Trata-se de um estudo ecológico envolvendo todos os casos de hanseníase notificados em residentes no período de 2013 a 2018. Para a análise do comportamento temporal, foi utilizado um modelo de regressão por pontos de inflexão. Foram utilizadas abordagens de varredura espacial e espaço-temporal para a identificação de aglomerados espaciais de alto risco no município. Foram notificados 1.458 casos de hanseníase no período, expressando uma média anual de 243 casos e uma taxa de detecção de 71,96 por 100 mil habitantes. A tendência foi considerada estacionária (APC -3,2; p=0,5). Ao examinar a evolução espaço-temporal da doença, observou-se um aumento no número de bairros com registro da doença entre 2013 e 2018. A análise de varredura espaço-temporal identificou dois aglomerados significativos. Um deles entre 2014 e 2016, com um risco relativo de 2,63 (p<0,001), englobando 10 bairros, e o segundo aglomerado no período de 2013 a 2015, sendo composto por um bairro (RR=3,15; p<0,001). Foram detectados aglomerados de

Recebido em 05/12/2023

Aceito para publicação em: 06/03/2024.

---

alto risco e taxas de prevalência de alta endemicidade a hiperendemicidade na área urbana de Petrolina, atrelados às características de vulnerabilidade social desses espaços.

**Palavras-chave:** Análise espacial. Doenças Negligenciadas. Epidemiologia. Hanseníase.

## ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the spatio-temporal distribution of leprosy in the municipality of Petrolina, State of Pernambuco, Brazil. This is an ecological study that included all cases of leprosy reported in residents between 2013 and 2018. An inflection point regression model was used to analyze the temporal behavior. Spatial scanning and space-time approaches were used to identify high-risk spatial clusters in the community. A total of 1,458 leprosy cases were reported during the period, with an annual average of 243 cases and a detection rate of 71.96 per 100,000 population. The trend was considered stationary (APC -3.2;  $p=0.5$ ). When examining the spatio-temporal evolution of the disease, there was an increase in the number of neighborhoods with records of the disease between 2013 and 2018. The spatio-temporal scan analysis identified two significant clusters. One between 2014 and 2016, with a relative risk of 2.63 ( $p<0.001$ ), comprising 10 neighborhoods, and the second cluster in the period from 2013 to 2015, consisting of one neighborhood (RR=3.15;  $p<0.001$ ). High-risk clusters and prevalence rates ranging from high endemicity to hyperendemicity were detected in the urban area of Petrolina, associated with the social vulnerability characteristics of these spaces.

**Keywords:** Spatial analysis. Neglected Diseases. Epidemiology. Leprosy.

---

## INTRODUÇÃO

A hanseníase é uma doença crônica, contagiosa, causada pela bactéria *Mycobacterium leprae*, um bacilo resistente álcool-ácido, que possui afinidade pelas células da pele e nervos periféricos, podendo resultar em incapacidades físicas (Rees; Young, 1985). Apesar dos avanços científicos em áreas como imunologia, diagnóstico e tratamento, bem como melhorias na qualidade de vida ao longo dos anos, a hanseníase permanece como uma doença milenar (Segurado; Cassenote; Luna, 2016).

A Organização Mundial de Saúde (OMS) classifica a hanseníase como uma doença tropical negligenciada que afeta principalmente a população economicamente vulnerável, sem receber os investimentos significativos necessários para pesquisa e inovação (Organização Mundial da Saúde, 2021). Além disso, configura-se como um problema para a saúde pública em 23 países prioritários onde a doença é endêmica. No ano de 2018, foram registrados 208.619 novos casos de hanseníase em 161 países (Organização Mundial de Saúde, 2018). O Brasil se configura como um dos 23 países prioritários para o controle dessa doença e, juntamente com a Índia e a Indonésia, contribuiu para aproximadamente 80% dos novos casos registrados em 2018 (Organização Mundial de Saúde, 2018).

O Brasil lidera as estatísticas nas Américas, respondendo por 93% dos novos casos registrados em 2018, apresentando uma prevalência de 1,48 casos por 10 mil habitantes (Brasil, 2020). Entre os anos de 2014 e 2018 apresentou uma taxa de incidência média de 13,64 casos novos/100 mil habitantes (Organização Mundial de Saúde, 2018; Fernandes *et al.*, 2022). A variabilidade na distribuição da doença em todo o território nacional (Brasil, 2020), enfatiza a necessidade da utilização de análise espaço-temporal.

O uso do geoprocessamento em dados georreferenciados possibilita a identificação precisa de áreas onde as doenças transmissíveis se concentram e se sobrepõem (Ribeiro *et al.*, 2014). Essa abordagem permite uma compreensão holística da saúde das pessoas em diferentes cenários, ao mesmo tempo em que simplifica a gestão dos problemas de saúde da população (Ibiapina; Bernardes, 2019).

Estudos científicos têm sido conduzidos para explorar o geoprocessamento como um conjunto complexo de técnicas e métodos teóricos e computacionais (Bonifácio; Lopes, 2019). Estas técnicas têm como objetivo a coleta, entrada, armazenamento, tratamento e processamento de dados voltados para a geração de novas informações espaciais ou georreferenciadas sobre doenças transmissíveis, como a hanseníase, conforme indicado pela Organização Mundial da Saúde (Organização Mundial da Saúde, 2014).

O geoprocessamento, juntamente com suas análises espaço-temporais, representa uma ferramenta valiosa para o planejamento de iniciativas de vigilância, assistência em saúde e políticas sociais. Estas ferramentas desempenham um papel importante na redução das disparidades sociais, concentrando esforços de saúde em comunidades vulneráveis (Chiaravalloti-Neto, 2017). Além disso, contribuem significativamente para o controle da disseminação da hanseníase, sendo reconhecidas como sistemas de apoio à tomada de decisões (Organização Mundial da Saúde, 2014; Rodrigues *et al.*, 2020).

O estado de Pernambuco historicamente possui alta endemicidade para hanseníase, apresentando um padrão espacial heterogêneo na distribuição da doença entre seus municípios. Entre 2011 e 2021 foram registrados 25.008 novos casos de hanseníase no estado, representando uma taxa de detecção geral de 16,51 casos/100.000 habitantes (Silva, 2023). Entre as regiões com maiores registros no estado, destaca-se a região do Sertão do São Francisco, onde localiza-se o município de Petrolina, considerado hiperendêmico para a doença (Gomes *et al.*, 2023; Silva *et al.*, 2023).

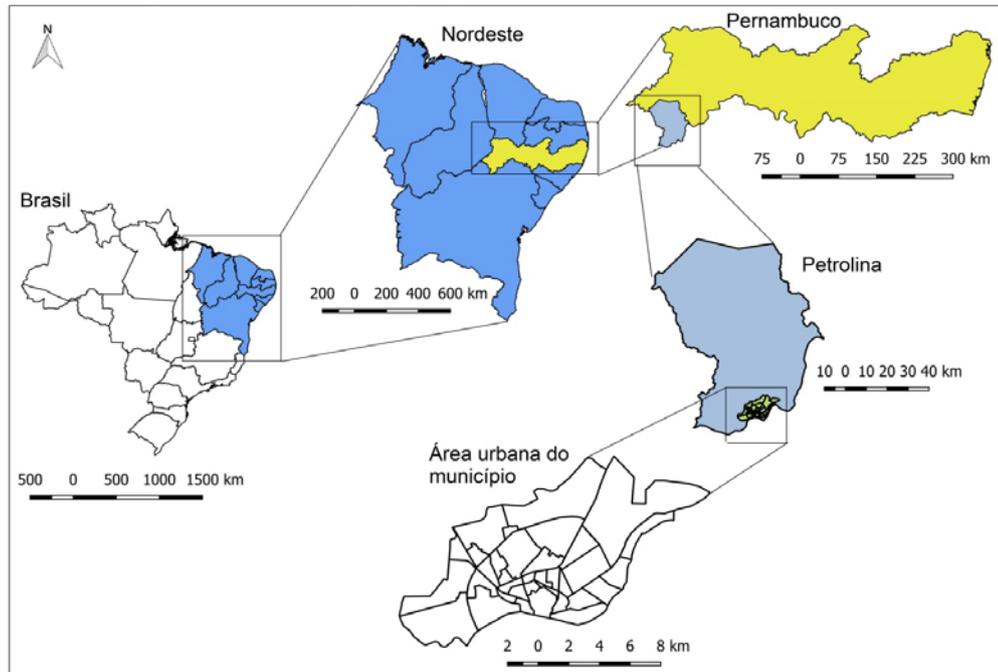
Portanto, diante da endemicidade da hanseníase no estado de Pernambuco e da grande incidência de casos no município de Petrolina, somadas à influência das disparidades sociais e econômicas que aumentam o risco de adoecimento coletivo, aliados a escassez de estudos que explorem simultaneamente a análise temporal e espacial, o estudo objetivou analisar a distribuição espaço-temporal da hanseníase no município de Petrolina, estado de Pernambuco, Brasil.

## **MÉTODOS**

### ***Desenho do estudo, população, local e período***

Este é um estudo ecológico que abrange todos os casos de hanseníase notificados em residentes no município de Petrolina, no período de 2013 a 2018. Petrolina está localizada no estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil, situando-se a 712 km da capital Recife (Figura 1). Possui uma população de 386.791 mil habitantes e ocupa uma área de 4.561,87 km<sup>2</sup>, sendo considerada a cidade com maior unidade territorial do estado (IBGE, 2023). Em termos de divisão administrativa, a área urbana do município é composta por 34 bairros. A área urbanizada corresponde aproximadamente à 86.4 km<sup>2</sup>, com 72.7% apresentando esgotamento sanitário apropriado. O Produto Interno Bruto (PIB) municipal foi estimado em 19.980,35 reais (R\$) em 2020 (IBGE, 2023). A cidade detém o 7º maior Produto Interno Bruto (PIB) de Pernambuco e é a terceira maior em termos populacionais em seu estado (IBGE, 2023)

Figura 1 – Localização geográfica: Petrolina, Pernambuco, Brasil



Fonte: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

### Variáveis e Coleta de dados

Neste estudo, foram analisados os coeficientes anuais de detecção de novos casos de hanseníase para cada 100 mil habitantes, bem como o coeficiente de detecção no período de 2013 a 2018. Os dados necessários para calcular esses indicadores foram retirados do SINAN - Sistema Nacional de Agravos de Notificação. O SINAN tem como finalidade o registro e processamento de dados sobre agravos notificados em todo o território nacional. Ele oferece informações essenciais para analisar o perfil da morbidade, contribuindo significativamente para a tomada de decisões em níveis municipal, estadual e federal. É importante destacar que foram incluídos apenas o número de novos casos por bairro de residência, sem qualquer informação sobre os nomes ou endereços dos pacientes. Além disso, as informações populacionais foram obtidas junto ao IBGE após a coleta. As seguintes equações foram utilizadas:

- a) Coeficiente de detecção anual de casos novos de hanseníase na população geral:

$$\frac{\text{Número de casos de hanseníase no bairro e ano}}{\text{População residente no bairro e ano}} \times 100.000 \text{ habitantes}$$

- b) Coeficiente de detecção de casos novos de hanseníase do período (2013-2018):

$$\frac{\text{Média de casos registrados no período no bairro}}{\text{População do meio do período (2016)}} \times 100.000 \text{ habitantes}$$

## **Análise de dados**

Os dados foram analisados em duas etapas:

### *Etapa 1- Análise de tendência temporal*

Para realizar a análise do comportamento temporal, foi empregado o modelo de regressão por pontos de inflexão (*joinpoint regression model*). Este modelo testa a hipótese de que uma linha de múltiplos segmentos é mais indicada estatisticamente para descrever a evolução temporal dos casos, quando comparada com uma linha reta ou uma linha com menos segmentos. Cada tendência foi classificada como estacionária, crescente ou decrescente (Li; Du, 2020). Após isso, o percentual de variação anual (APC, *Annual Percent Change*) foi calculado, considerando um intervalo de confiança de 95% e um nível de significância de 5%.

Os parâmetros utilizados nas análises incluíram um mínimo de zero pontos de inflexão e um máximo de dois pontos de inflexão. Além disso, foi aplicado o teste de Monte Carlo (com 4499 permutações) e a autocorrelação dos erros foi levada em conta com base nas datas dos dados analisados. Essas configurações foram essenciais para realizar uma avaliação robusta das tendências observadas nos dados.

### *Etapa 2- Análise espacial e identificação de áreas de risco*

Inicialmente, as taxas foram corrigidas usando o modelo bayesiano empírico local. Esse procedimento teve como objetivo reduzir a variabilidade das estimativas, restringindo as flutuações aleatórias causadas por eventos raros e populações pequenas em risco. Essa estratégia foi utilizada em outros estudos envolvendo doenças infecciosas, como tuberculose (de Paiva *et al.*, 2022), hanseníase (Souza *et al.*, 2018), leishmaniose (Andrade; Souza; Carmo *et al.*, 2020) e dengue (do Carmo *et al.*, 2020).

Em seguida, foram identificados os aglomerados espaciais de alto risco, considerando apenas os dados dos casos de residentes na zona urbana do município. Para isso, foi empregada a estatística de varredura espacial, que se baseia na razão de máxima verossimilhança entre as áreas geográficas. A hipótese alternativa dessa análise é que há um risco significativamente maior dentro da janela quando comparada com o exterior (Kulldorff, 1997).

As análises incluíram tanto abordagens espaço-temporais, utilizando o modelo de distribuição de probabilidade de Poisson e janelas máximas ajustadas em até 50% da população (Kulldorff, 1997). Para obter os valores de p, foram realizadas simulações de Monte Carlo, com 999 permutações, e adotou-se um nível de significância de 5%. Além disso, o estudo calculou o risco relativo (RR) para cada aglomerado espacial identificado.

Para conduzir as análises espaciais, foram utilizados os softwares *Joinpoint Regression 4.5.0.1* (National Cancer Institute, EUA), *Terra View 4.2.2* (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil) e *QGis 2.14.11* (Open Source Geospatial Foundation, EUA). As informações cartográficas necessárias para criar os mapas foram obtidas através dos dados do IBGE.

## **Aspectos éticos**

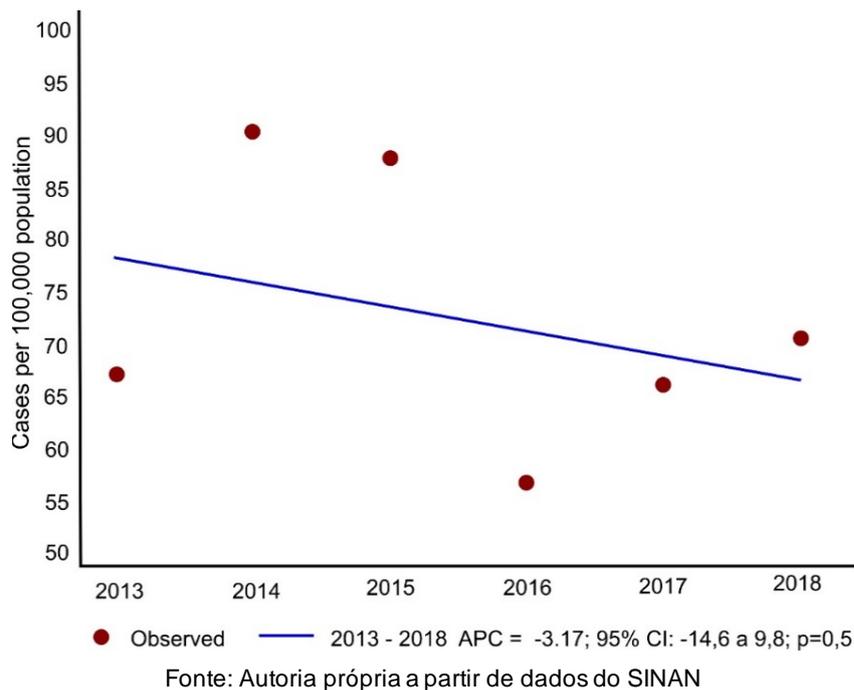
Este estudo empregou dados secundários de domínio público provenientes do Sistema Nacional de Agravos e Notificações. Portanto, devido à natureza dos dados e à ausência de informações identificáveis, não se fez necessária a obtenção de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa para a condução deste estudo.

## **RESULTADOS**

No período em análise (2013 a 2018), foram notificados 1.458 casos de hanseníase em residentes do município de Petrolina/Pernambuco, expressando uma média anual de 243 casos e uma taxa de detecção de 71,96 por 100 mil habitantes. No período analisado, a menor taxa de detecção foi observada em 2016, com 56,56 por 100 mil habitantes, enquanto a maior foi registrada em 2014, com

90,18 por 100 mil habitantes. Apesar das flutuações apresentadas no período analisado, e da reta de regressão apontar declínio visual, a tendência foi considerada estacionária (APC -3,2; IC 95% -14,6 a 9,8;  $p=0,5$ ), uma vez que não houve significância estatística (Figura 2).

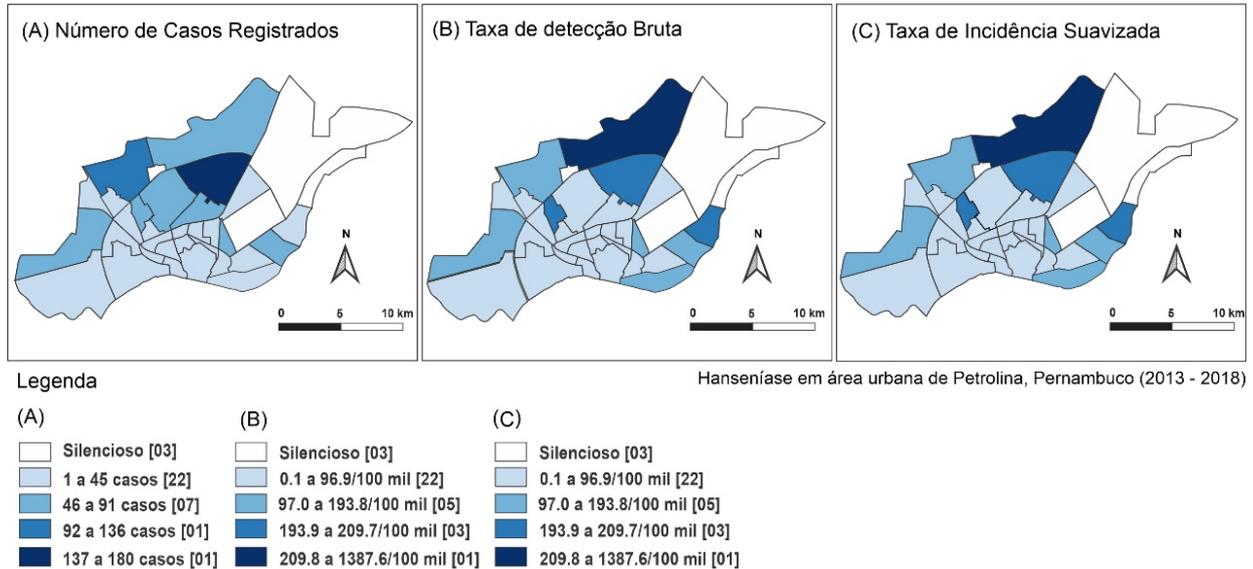
Figura 2 – Evolução temporal da Hanseníase. Petrolina. Pernambuco, Brasil, 2013-2018



Dos casos notificados, 74,41% ( $n=1.085$ ) deles eram residentes na zona urbana do município. Dentre esses casos, 93,45% ( $n=1.014$ ) possuíam endereços do bairro, permitindo o georreferenciamento para análise espacial. Em termos absolutos, os bairros Dom Avelar ( $n=181$ ), João de Deus ( $n=102$ ), São Gonçalo ( $n=89$ ) e Vila Eduardo ( $n=87$ ) apresentaram o maior número de casos. Por outro lado, alguns bairros não registraram nenhum caso durante o mesmo período: Boa Esperança, Serrote do Urubu e Zona Militar, juntamente com o bairro Henrique Leite (Figura 3).

Quando analisados por taxa de detecção, os bairros Topázio (387,65 por 100 mil habitantes), Carneiro (250,0 por 100 mil habitantes), Pedro Raimundo (217,47 por 100 mil habitantes) e Dom Avelar (202,02 por 100 mil habitantes) apresentaram as maiores taxas. Após a aplicação do modelo bayesiano empírico local para suavização dos dados, a classificação dos bairros por taxa de detecção permaneceu inalterada (Figura 3).

Figura 3 – Análise espacial exploratória da Hanseníase. Petrolina. Pernambuco, Brasil, 2013-2018

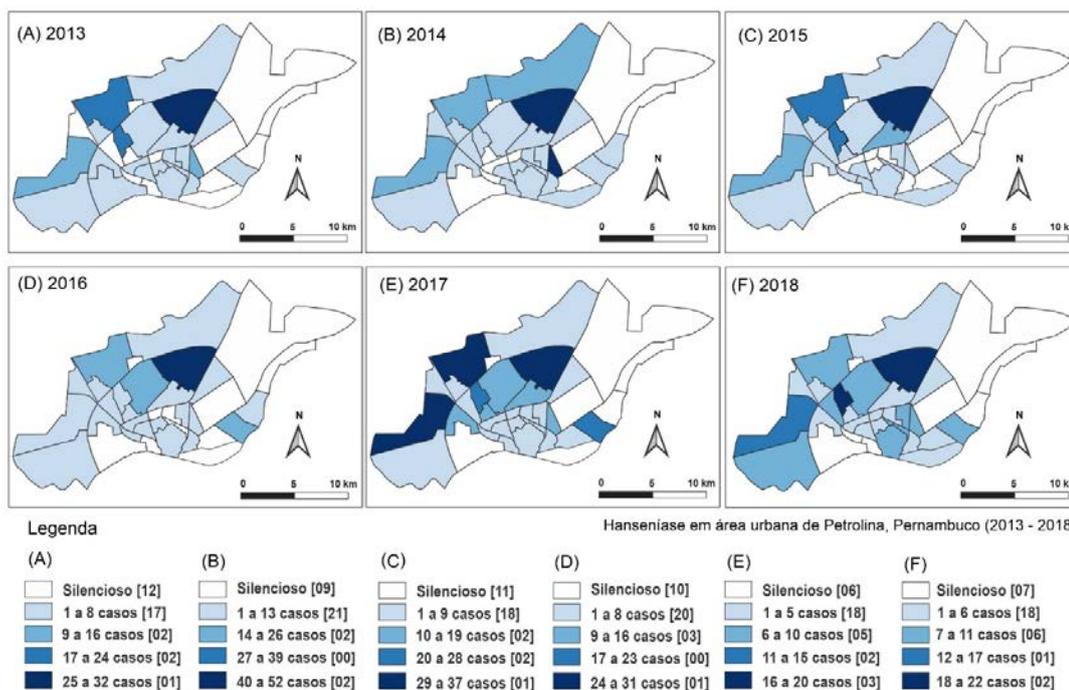


Fonte: Autoria própria

Ao examinar a evolução espaço-temporal da doença, observou-se que no primeiro ano do estudo (2013), 64,70% dos bairros (n=22) notificaram casos. Esse percentual aumentou para 79,41% (n=27) no último ano da análise (2018), indicando uma expansão na distribuição espacial da doença ao longo do tempo. O bairro Dom Avelar se destacou ao apresentar um dos maiores números de casos em todos os anos do período estudado, com uma média de 30,16 casos anuais. O pico foi registrado em 2014, quando ocorreram 40 casos nesse bairro específico. No mesmo ano, o bairro Vila Eduardo notificou 52 casos, embora não tenha figurado entre os bairros de maior incidência ao longo da série histórica (Figura 4).

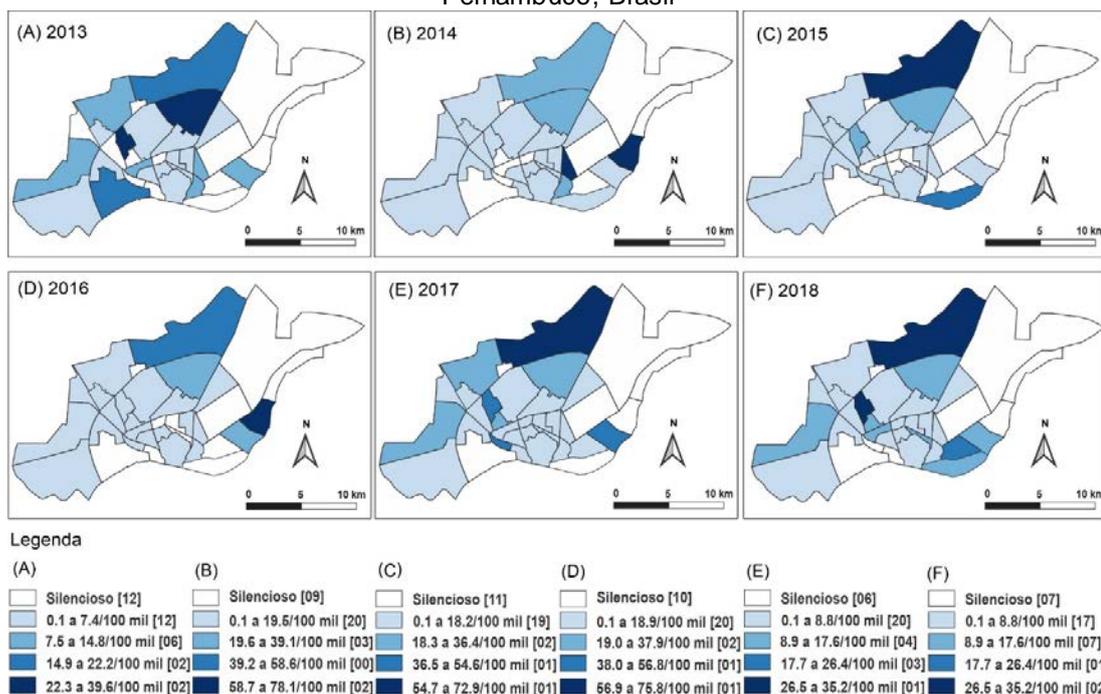
Na análise da evolução das taxas de detecção, observou-se uma variação nos bairros com as maiores taxas ao longo da série histórica. No entanto, o bairro Topázio se destacou, atingindo seu pico em 2015 com uma taxa de 72,86 por 100 mil habitantes (Figura 5).

Figura 4 – Evolução espaço-temporal dos casos da Hanseníase (2013-2018). Petrolina, Pernambuco, Brasil



Fonte: Autoria própria

Figura 5 – Evolução espaço-temporal por taxa de detecção da Hanseníase (2013-2018). Petrolina, Pernambuco, Brasil



Na análise estatística de varredura puramente espacial, foram identificados sete aglomerados, dos quais seis foram estatisticamente significativos. Dentre esses, três aglomerados eram compostos por apenas um bairro: clusters dois (Pedro Raimundo), quatro (Vila Eduardo) e seis (Cohab São Francisco) (Figura 6A). No aglomerado três, que envolvia seis bairros, foram observadas sobreposições com os clusters quatro e cinco. O cluster um, composto por dois bairros, expôs o maior risco relativo (RR 3,17;  $p < 0,001$ ), seguido pelos clusters dois e quatro, com RR 2,91 ( $p < 0,001$ ) e 2,37 ( $p < 0,001$ ), respectivamente (Tabela 1A).

Tabela 1 – Clusters de alto risco para a ocorrência de Hanseníase em área urbana no município de Petrolina (2013-2018), Pernambuco, Brasil

<b>(A) Análise Estatística de Varredura Puramente Espacial (2013 -2018)</b>							
Cluster	Nº de Bairros	Bairros	Período	Raio (km)	Nº casos	RR	P Valor
1	2	Topázio Dom Avelar	2013-2018	2.38	207	3.17	<0.001*
2	1	Pedro Raimundo	2013-2018	-	79	2.91	<0.001*
3	6	Jatobá Cidade Universitária Carneiro Zona Militar Pedra do bode Vila Eduardo	2013-2018	2.48	149	1.93	<0.001*
4	1	Vila Eduardo	2013-2018	-	87	2.37	<0.001*
5	2	Carneiro Jatobá	2013-2018	1.50	51	1.80	0.014*
6	1	Cohab São Francisco	2013-2018	-	89	1.49	0.048*
7	1	João de Deus	2013-2018	-	102	1.33	0.333
<b>(B) Análise Estatística de Varredura Espaço-Temporal</b>							
Cluster	Nº de Bairros	Bairros	Período	Raio (km)	Nº casos	RR	P Valor
1	11	Serrote do Urubu Boa Esperança Carneiro Loteamento Recife Zona Militar Henrique Leite Jatobá Dom Avelar Topázio Cidade Universitária Vila Eduardo	2014-2016	6.32	218	2.63	<0.001*
2	1	Pedro Raimundo	2013-2015	-	43	3.15	<0.001*
3	1	São Gonçalo	2013-2015	-	47	1.58	0.780

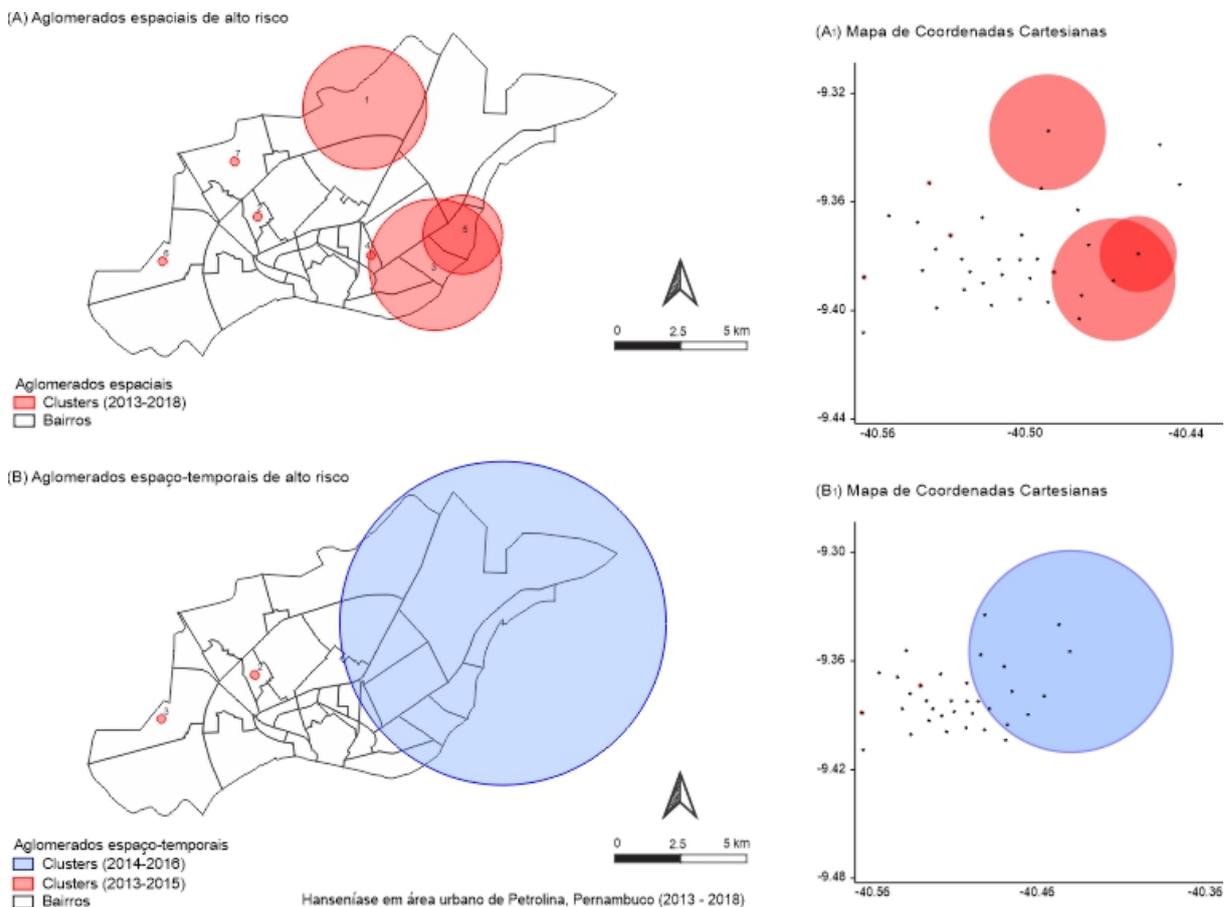
Legenda: \* Significância ( $p < 0,05$ ). RR- Risco Relativo.

Fonte: Autoria própria.

Ao analisar o comportamento da doença por meio da varredura espaço-temporal, foram identificados dois clusters significativos. Um deles ocorreu no período entre (2014 - 2016), com um risco relativo de 2,63 ( $p < 0,001$ ), englobando 11 bairros (Serrote do Urubu, Boa Esperança, Carneiro, Loteamento

Recife, Zona Militar, Henrique Leite, Jatobá, Dom Avelar, Topázio, Cidade Universitária e Vila Eduardo). O segundo cluster aconteceu no período de (2013 - 2015), sendo composto apenas pelo bairro de Pedro Raimundo, com um risco relativo de 3,15 ( $p < 0,001$ ). Um terceiro cluster foi identificado no bairro São Gonçalo (2013-2015), no entanto, não apresentou significância estatística (Figura 6B) (Tabela 1B).

Figura 6 – Estatística de varredura puramente espacial e espaço-temporal na identificação de áreas de risco para Hanseníase (2013-2018). Petrolina, Pernambuco, Brasil



Fonte: Autoria própria.

## DISCUSSÃO

Essa pesquisa analisou a distribuição espaço-temporal da hanseníase no município de Petrolina, estado de Pernambuco, Brasil. Os resultados expressam a manutenção da doença no município e uma distribuição heterogênea, bem como mudanças no padrão espacial ao longo do período de estudo (2013 - 2018).

Estudos revelam uma correlação entre o aumento de novos casos de hanseníase e fatores como a elevação da densidade populacional e condições socioeconômicas desfavoráveis (Pescarini *et al.*, 2018; Souza *et al.*, 2019, 2020; Machado *et al.*, 2022). Em um estudo realizado na cidade de

Juazeiro-BA, que analisou a distribuição espacial da hanseníase em menores de 15 anos, concluiu que a distribuição não ocorre de modo aleatório no município, estando a hanseníase situada em áreas mais vulneráveis do território (Souza; Franca Rocha; Lima, 2014). Um outro estudo realizado no município de Lagoa da Pedra no estado do Maranhão, que traçou o perfil epidemiológico da hanseníase entre os anos de 2015 e 2020, destaca que o contexto socioeconômico da população, que é marcado por desigualdades sociais, influencia no alto número de casos diagnosticados da doença (da Silva Vieira *et al.*, 2020).

Os padrões espaço-temporais identificados nesta pesquisa indicam a hanseníase como um desafio contínuo para a saúde pública na cidade. Há de se destacar, que a partir da medida que o número de notificações no ano de 2014 no bairro Vila Eduardo aumentavam, as notificações anuais no Dom Avelar diminuíram de forma sucessiva. Além disso, a análise temporal apontou tendência estacionária da incidência da doença no período analisado. Essa situação indica que os serviços de saúde locais enfrentam dificuldades para realizar o controle da endemia de forma efetiva e contribui para se levantar dúvidas quanto a verdadeira situação epidemiológica da hanseníase, cuja prevalência pode ser mais elevada do que a registrada. A efetividade dos programas de atenção a hanseníase está atrelada ao trabalho de busca ativa de casos novos, diagnóstico precoce e acompanhamento dos pacientes e seus contatos, realizado pelas equipes de saúde (Pedrosa *et al.*, 2018; Blok *et al.*, 2021).

As diferenças nos resultados dos indicadores destacados entre os bairros ressaltam a necessidade de uma avaliação minuciosa das intervenções em cada localidade, considerando tanto os aspectos econômicos quanto os fatores de risco relacionados à redução da incidência de hanseníase em Petrolina. Essa abordagem possibilitará uma compreensão mais aprofundada das discrepâncias identificadas nos resultados, contribuindo para o reforço das medidas de controle e prevenção. É crucial que tais ações levem em conta as especificidades de cada setor da cidade.

Três bairros que não tiveram diagnósticos no período, possivelmente são casos de subnotificação, evidenciando falhas nos serviços, que acabam resultando em diagnóstico tardio. Em uma cidade e que parte da população vive da fruticultura, 74,41% dos casos notificados foram na região urbana, destacando possível existência de área silenciosa nos projetos irrigados, sendo provavelmente associado a moradores mais negligenciados e com piores condições de moradia e acesso limitado aos serviços de saúde (de Souza Melo *et al.*, 2018; Nery *et al.*, 2019; Lopes *et al.*, 2021). Padrões similares têm sido observados em outros municípios como em Castanhal-AM e Rondonópolis-MT, que reportaram 90,0% e 95,1% dos casos em área urbana, respectivamente (Barreto *et al.*, 2014; Marciano *et al.*, 2018).

Há de se destacar, que a rápida expansão urbana frequentemente contribui para o surgimento de disparidades sociais e econômicas, agravadas pela concentração populacional em áreas urbanas densamente povoadas e pela falta de infraestrutura básica em regiões onde a ocupação ocorre de forma acelerada (da Silva Silva; Alvarenga; Vale, 2020). Esse cenário desafiador pode resultar em condições de vida precárias para a população local, com acesso limitado a serviços essenciais, como água potável, esgoto e moradia adequada, desencadeando propagação de doenças, sobretudo as negligenciadas e transmissíveis. Estudos nacionais e internacionais demonstram a dinâmica da hanseníase em áreas urbanas expostas à vulnerabilidade social (Chen *et al.*, 2019; Albuquerque *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2020b).

Em Petrolina, a análise da associação espacial dos casos de hanseníase e sua distribuição ao longo do tempo destaca a natureza social da doença. As áreas com maior incidência estão principalmente localizadas em regiões periféricas da cidade, que têm uma história de desigualdade social. A fruticultura irrigada tem provocado um aumento no fluxo migratório de indivíduos de outras regiões em busca de emprego e melhores condições de vida. Esse crescimento acelerado do município tem ocasionado a formação de bolsões de miséria em bairros periféricos da cidade, que não dispõem de infraestrutura adequada, aumentando o risco de infecção por doenças infecciosas negligenciadas. Comunidades com baixas condições socioeconômicas, reduzida renda per capita, baixa escolaridade, condições precárias de moradia, saneamento inadequado, dentre outros determinantes sociais estão

associadas à maior quantidade de infectados, isto é, à manutenção da cadeia de transmissão da doença (Monteiro *et al.*, 2015; Souza *et al.*, 2020b).

A análise de varredura identificou aglomerados espaço-temporais estatisticamente significativos, revelando um alto risco relativo para a ocorrência de hanseníase. Foram encontrados sete aglomerados, sendo seis deles estatisticamente significantes. Essas áreas abrangiam os bairros com maior número de casos da hanseníase. Esses resultados indicam a suscetibilidade dessas populações ao desenvolvimento da doença (Schreuder; Noto; Richardus, 2016; Pinto *et al.*, 2017).

A formação de aglomerados espaço-temporais em Petrolina evidencia a presença de grupos populacionais vulneráveis à hanseníase ao longo do espaço e do tempo. Portanto, o uso de ferramentas que identificam esses aglomerados espaço-temporais é fundamental para criar estratégias mais direcionadas às áreas com maior incidência da doença (Souza *et al.*, 2020a; Albuquerque *et al.*, 2020).

A principal limitação deste estudo se refere a seu delineamento ecológico, que não permite a generalização de seus resultados para o nível individual. Uma adicional limitação deste estudo está relacionada à utilização de dados secundários, que ocasionalmente estão indisponíveis ou incompletos, principalmente no que concerne aos endereços. O preenchimento incorreto dos bairros pode ocasionar um viés nos resultados que precisa ser reconhecido. Por fim, as taxas das séries temporais foram calculadas com base em estimativas populacionais, as quais podem não representar completamente a totalidade da população nos períodos e nos bairros analisados. Enfatiza-se ainda a importância de novos estudos que ajudem a compreender os fatores explicativos para a distribuição espacial da doença, bem como compreender o modo que os serviços de saúde se organizam diante da realidade social das suas comunidades.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que a hanseníase está distribuída de modo heterogêneo no espaço urbano do município de Petrolina, com aglomerados espaciais de alto de risco de transmissão da doença, com destaque para os bairros periféricos. Esses achados reforçam o perfil da doença, associado principalmente a populações mais vulneráveis economicamente, que normalmente vivem em bolsões de pobreza em regiões periféricas da cidade. Além disso, o padrão temporal estacionário da doença no município, reforça que as ações de enfrentamento a doença não têm sido eficazes. Os achados deste estudo reforçam a necessidade de maior intensificação dos programas de busca ativa da hanseníase no município, especialmente em bairros periféricos. Recomenda-se que o poder público municipal, através do programa de controle da hanseníase possa desenvolver ações nesses bairros, a fim de detectar e tratar os indivíduos doentes e, desse modo, interromper a cadeia epidemiológica de transmissão da doença no município.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, A.R.D. *et al.* Epidemiological, temporal and spatial dynamics of leprosy in a municipality in northeastern Brazil (2008-2017): an ecological study. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 53, p. e20200246, 2020. <https://doi.org/10.1590/0037-8682-0246-2020>
- ANDRADE, A.W.F.; SOUZA, C.D.F.; CARMO, R.F. Analysis of spatial clustering, time trend, social vulnerability and risk of human visceral leishmaniasis in an endemic area in Brazil: an ecological study. **Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 114, n. 8, p. 575-584, 2020. <https://doi.org/10.1093/trstmh/traa024>
- BARRETO, J.G. *et al.* Spatial analysis spotlighting early childhood leprosy transmission in a hyperendemic municipality of the Brazilian Amazon region. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 8, n. 2, p. e2665, 2014. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002665>

- BLOK, D.J. *et al.* The long-term impact of the leprosy post-exposure prophylaxis (LPEP) program on leprosy incidence: a modelling study. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 15, n. 3, p. e0009279, 2021. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009279>
- BONIFÁCIO, S.R.; LOPES, E.L. Mapeamento de agravos de saúde: uma aplicação da técnica de georreferenciamento com o uso do software Google Earth. **International Journal of Health Management Review**, v. 5, n. 2, 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Condições Crônicas e Infecções Sexualmente Transmissíveis. **Boletim epidemiológico de hanseníase** [Internet]. Brasília: MS; 2020. Disponível em: <http://www.aids.gov.br/pt-br/pub/2020/boletim-epidemiologico-de-hanseniase-2020> Acesso em: 02 ago. 2023.
- CHEN, L. *et al.* Spatial-temporal dynamics of leprosy in Wuhan, China, 1950–2017. **Leprosy Review**, v. 90, n. 1, p. 46-56, 2019. <https://doi.org/10.47276/lr.90.1.46>
- CHIARAVALLLOTI-NETO, F. O Geoprocessamento e saúde pública. **Arquivos de Ciências da Saúde**, v. 23, n. 4, p. 1, 2017. <https://doi.org/10.17696/2318-3691.23.4.2016.661>
- DA SILVA SILVA, G.R.; ALVARENGA, A.V.M; VALE, D.H.A. ESTIGMA: PERMANÊNCIA CULTURAL DA HANSENÍASE. **Revista da Academia de Ciências do Piauí**, v. 1, n. 1, 2020. <https://doi.org/10.29327/261865.1.1-7>
- DA SILVA VIEIRA, S.M. *et al.* Perfil epidemiológico da Hanseníase entre os anos 2015 e 2020, no município de Lago da Pedra, estado do Maranhão. **Hansenologia Internationalis: hanseníase e outras doenças infecciosas**, v. 45, p. 1-20, 2020. <https://doi.org/10.47878/hi.2020.v45.36814>
- DE PAIVA, J.P.S. *et al.* Time trend, social vulnerability, and identification of risk areas for tuberculosis in Brazil: An ecological study. **PLoS ONE**, v. 17, n. 1, p. e0247894, 2022. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247894>
- DE SOUZA MELO, M.A. *et al.* Percepção dos profissionais de saúde sobre os fatores associados à subnotificação no Sistema Nacional de Agravos de Notificação (Sinan). **Revista de Administração em Saúde**, v. 18, n. 71, 2018. <https://doi.org/10.23973/ras.71.104>
- DO CARMO, R.F. *et al.* Spatiotemporal dynamics, risk areas and social determinants of dengue in Northeastern Brazil, 2014–2017: an ecological study. **Infectious diseases of poverty**, v. 9, p. 1-16, 2020. <https://doi.org/10.1186/s40249-020-00772-6>
- FERNANDES, A.V. *et al.* Perfil epidemiológico da hanseníase no estado de Pernambuco, 2014 a 2018. **The Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 26, p. 102312, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.bjid.2021.102312>
- GOMES, A.T.M. *et al.* Distribuição espacial e análise epidemiológica da Hanseníase nos 53 municípios da Rede Interestadual de Saúde do Vale do Médio São Francisco. **Research, Society and Development**. v. 12, n. 2, p. e17612240085, 2023. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i2.40085>
- IBIAPINA, E.; BERNARDES, A. O mapa da saúde e o regime de visibilidade contemporâneo. **Saúde e Sociedade**, v. 28, p. 322-336, 2019. <https://doi.org/10.1590/s0104-12902019170982>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Panorama - Cidades. [Internet]. Brasília (DF); 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/petrolina/panorama>. Acesso em: 26 fev. 2024.
- KULLDORFF, M. A spatial scan statistic. **Communications in Statistics-Theory and methods**, v. 26, n. 6, p. 1481-1496, 1997. <https://doi.org/10.1080/03610929708831995>
- LI, H.Z.; DU, L.B. Application of Joinpoint regression model in cancer epidemiological time trend analysis. **Zhonghua yu Fang yi xue za zhi [Chinese Journal of Preventive Medicine]**, v. 54, n. 8, p. 908-912, 2020.

- LOPES, F.D.C. *et al.* Hanseníase no contexto da Estratégia Saúde da Família em cenário endêmico do Maranhão: prevalência e fatores associados. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, p. 1805-1816, 2021. <https://doi.org/10.1590/1413-81232021265.04032021>
- MACHADO, L.M.G. *et al.* Spatio-temporal analysis of leprosy risks in a municipality in the state of Mato Grosso-Brazilian Amazon: results from the leprosy post-exposure prophylaxis program in Brazil. **Infectious Diseases of Poverty**, v. 11, n. 1, p. 21, 2022. <https://doi.org/10.1186/s40249-022-00943-7>
- MARCIANO, L.H.S.C. *et al.* Epidemiological and geographical characterization of leprosy in a Brazilian hyperendemic municipality. **Cadernos de saúde pública**, v. 34, p. e00197216, 2018. <https://doi.org/10.1590/0102-311x00197216>
- MONTEIRO, L.D. *et al.* Padrões espaciais da hanseníase em um estado hiperendêmico no Norte do Brasil, 2001-2012. **Revista de Saúde Pública**, v. 49, p. 84, 2015. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00075314>
- NERY, J.S. *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. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(19\)30260-8](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(19)30260-8)
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Global leprosy update, 2018: moving towards a leprosy free world** [Internet]. Genebra: OMS; 2019. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/who-wer9435-36> . Acesso em: 17 set. 2023.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Cluster analysis of the overall detection rate of leprosy in Brazil for the triennium 2011-2013** [Internet]. 2014. Disponível em: <https://www.who.int/news/item/09-09-2014-cluster-analysis-of-the-overall-detection-rate-of-leprosy-in-brazil-for-the-triennium-2011-2013> . Acesso em: 17 set. 2023.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Towards zero leprosy. Global leprosy (Hansen's Disease) strategy 2021-2030** [Internet]. Genebra: OMS; 2021. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789290228509> . Acesso em: 17 set. 2023.
- PEDROSA, V.L. *et al.* Leprosy among schoolchildren in the Amazon region: A cross-sectional study of active search and possible source of infection by contact tracing. **PLoS neglected tropical diseases**, v. 12, n. 2, p. e0006261, 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006261>
- PESCARINI, J.M. *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, p. e0006622, 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006622>
- PINTO, A.C.V.D. *et al.* Profile of leprosy in children under 15 years of age monitored in a Brazilian referral center (2004-2012). **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 92, p. 580-582, 2017. <https://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20175676>
- REES, R. J.; YOUNG, D. B. The microbiology of leprosy. In: HASTINGS, R. C.; OPROMOLLA, D. V. A. L. Leprosy. 1985. Capítulo 3, p. 35-52. Edimburgo: Churchill Livingstone.
- RIBEIRO, M.A. *et al.* Georreferenciamento: ferramenta de análise do sistema de saúde de Sobral-Ceará. **SANARE-Revista de Políticas Públicas**, v. 13, n. 2, 2014.
- RODRIGUES, R.N. *et al.* Áreas de alto risco de hanseníase no Brasil, período 2001-2015. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 73, p. e20180583, 2020.
- SCHREUDER, P.A.M.; NOTO, S.; RICHARDUS, J.H. Epidemiologic trends of leprosy for the 21st century. **Clinics in dermatology**, v. 34, n. 1, p. 24-31, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2015.11.001>

SEGURADO, A.C.; CASSENOTE, A.J.; LUNA, E.A. Saúde nas metrópoles-Doenças infecciosas. **Estudos avançados**, v. 30, p. 29-49, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142016.00100003>

SILVA, M.L.F.I. *et al.* Spatial patterns of new leprosy cases in a northeastern state of Brazil, 2011–2021. **Rev Bras Epidemiol**. v. 26, p. e230014, 2023. <https://doi.org/10.1590/1980-549720230014>

SOUZA, C.; FRANCA ROCHA, W.J.S.; LIMA, R.S. Distribuição espacial da endemia hansênica em menores de 15 anos em Juazeiro-Bahia, entre 2003 e 2012. **Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, Uberlândia, v. 10, n. 19, p. 35–49, 2014. <https://doi.org/10.14393/Hygeia1027120>

SOUZA, C.D.F. *et al.* Spatial study of leprosy in Bahia, Brazil, 2001-2012: an approach based on the local empirical Bayesian model. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 27, 2018. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742018000400013>

SOUZA, C.D.F.; LUNA, C.F.; MAGALHÃES, M.A.F.M. Transmissão da hanseníase na Bahia, 2001-2015: modelagem a partir de regressão por pontos de inflexão e estatística de varredura espacial. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 28, 2019. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742019000100015>

SOUZA, C.D.F. *et al.* Spatial modeling of leprosy in the state of Bahia, Brazil,(2001-2015) and social determinants of health. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 8, p. 2915-2926, 2020a. <https://doi.org/10.1590/1413-81232020258.21522018>

SOUZA, C.D.F.; MAGALHÃES, M.A.F.M.; LUNA, C.F. Hanseníase e carência social: definição de áreas prioritárias em estado endêmico do Nordeste brasileiro. **Revista brasileira de epidemiologia**, v. 23, p. e200007, 2020b. <https://doi.org/10.1590/1980-549720200007>