



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS  
CAMPUS DE ARAGUAÍNA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANIDADE ANIMAL E SAÚDE  
PÚBLICA NOS TRÓPICOS**

**KAREN CRISTINE CARVALHO LIMA FERREIRA**

**SÉRIE TEMPORAL DA HANSENÍASE NO TOCANTINS NO PERÍODO DE 2013 A 2022  
E VALORES PREDITIVOS PARA 2023 A 2025**

KAREN CRISTINE CARVALHO LIMA FERREIRA

**SÉRIE TEMPORAL DA HANSENÍASE NO TOCANTINS NO PERÍODO DE 2013 A 2022  
E VALORES PREDITIVOS PARA 2023 A 2025**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Sanidade Animal e Saúde Pública nos Trópicos como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Sanidade Animal e Saúde Pública nos Trópicos.

Orientadora: Prof. Dra. Bruna Alexandrino

Co-orientadora: Prof. Dra. Katyane de Sousa Almeida

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

- F383s    Ferreira, Karen Cristine Carvalho Lima.  
          Série temporal da hanseníase no Tocantins no período de 2013 a 2022 e valores preditivos para 2023 a 2025. / Karen Cristine Carvalho Lima Ferreira. – Araguaina, TO, 2023.  
          42 f.  
  
          Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaina - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Sanidade Animal e Saúde Pública nos Trópicos, 2023.  
          Orientadora : Bruna Alexandrino  
          Coorientadora : Katyane de Sousa Almeida  
  
          1. Epidemiologia.. 2. Modelo matemático.. 3. Modelo ARIMA.. 4. Mycobacterium. I. Título

**CDD 636.089**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

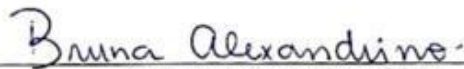
KAREN CRISTINE CARVALHO LIMA FERREIRA

SÉRIE TEMPORAL DA HANSENÍASE NO TOCANTINS NO PERÍODO DE 2013 A  
2022 E VALORES PREDITIVOS PARA 2023 A 2025

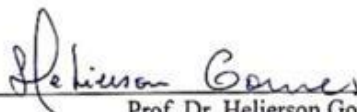
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sanidade Animal e Saúde Pública nos Trópicos da Universidade Federal do Norte do Tocantins – Campos Universitário de Araguaína, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Sanidade Animal e Saúde Pública nos Trópicos.

Data da Aprovação: 20/11/2023.

Banca examinadora:



\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Bruna Alexandrino  
UFNT - Universidade Federal do Norte do Tocantins



\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Helierison Gomes  
UFNT - Universidade Federal do Norte do Tocantins



\_\_\_\_\_  
Prof. Dra. Profa. Dra. Katyane de Sousa Almeida  
UFNT - Universidade Federal do Norte do Tocantins

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por me permitir realizar mais um sonho, me sustentado em meio às dificuldades e não me deixado desistir.

Dedico este trabalho a toda minha família, em especial ao meu esposo Raphael que me incentivou desde o início, sempre me apoiando e orientando; minha filha Luísa, meus pais Willion e Jane Régia, minha irmã Natália e minha sobrinha Ana Beatriz.

Aos meus amigos de trabalho, Iranilda, Amanda, Edjango, Regina e Thalyta por todo apoio e compreensão.

Agradeço ao MSc. Alessandro que colaborou com este trabalho, sua ajuda foi fundamental. As Professoras Dra. Helciléia e Dra. Katyane que fizeram parte da banca de qualificação, todas as sugestões e críticas foram válidas para o enriquecimento deste trabalho.

A minha orientadora Dra. Bruna Alexandrino por toda paciência, sabedoria e por não ter desistido de mim, apesar de todas minhas dificuldades durante o mestrado, incluindo a doce surpresa de uma gravidez no meio do percurso, mas muito bem vinda, muito obrigada.

## RESUMO

A hanseníase é uma doença crônica, infectocontagiosa, causada pelo *Mycobacterium leprae*, transmitida por meio do contato prolongado com um indivíduo infectado com uma das formas multibacilares, e que não esteja em tratamento. O Tocantins, localizado na região norte do Brasil, é o estado mais novo criado e se destaca pelo número crescente de casos de hanseníase. Este estudo teve como objetivo analisar a série temporal no período de 2013 a 2022 e realizar previsões de ocorrência de hanseníase no estado do Tocantins no período de 2023 a 2025. Para a pesquisa foram utilizados dados disponíveis na plataforma do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Foram registrados 13.406 casos de hanseníase no período de 2013 a 2022, com média anual de 1.340 casos. Na série temporal foi possível confirmar que a hanseníase no estado do Tocantins ocorre com padrão endêmico, com tendência linear e redução sazonal nos meses de julho e dezembro. Com os resultados obtidos foi possível desenhar um modelo matemático ARIMA (1,0,1)(0,1,1) para a enfermidade, no qual a previsão de casos para o estado do Tocantins em 2023 são 965 casos, em 2024 esse valor será de 1.046 casos e 2025 espera-se 1.096 casos da doença no estado, permanecendo com padrão endêmico e linear, mostrando um aumento nos números de casos. Essa previsão foi baseada nas ações que são realizadas atualmente no combate a doença, caso outras medidas possam ser adotadas esse cenário pode mudar, tanto com aumento no número de casos quanto a diminuição dos mesmos.

**Palavras-chave:** epidemiologia, modelo ARIMA, *Mycobacterium*.

## ABSTRACT

Leprosy is a chronic, infectious disease caused by *Mycobacterium leprae*, transmitted through prolonged contact with an individual infected with one of the multibacillary forms who is not undergoing treatment. Tocantins, located in the northern region of Brazil, is the newest state created and stands out for its growing number of leprosy cases. The aim of this study was to analyze the time series from 2013 to 2022 and forecast the occurrence of leprosy in the state of Tocantins from 2023 to 2025. The study used data available on the Notifiable Diseases Information System (SINAN) platform. A total of 13,406 leprosy cases were recorded between 2013 and 2022, with an annual average of 1,340 cases. In the time series, it was possible to confirm that leprosy in the state of Tocantins occurs in an endemic pattern, with a linear trend and seasonal reduction in the months of July and December. With the results obtained, it was possible to design an ARIMA (1,0,1)(0,1,1) mathematical model for the disease, in which the forecast of cases for the state of Tocantins in 2023 is 965 cases, in 2024 this figure will be 1,046 cases and in 2025 1,096 cases of the disease are expected in the state, remaining in an endemic and linear pattern, showing an increase in the number of cases. This forecast was based on the actions currently being taken to combat the disease. If other measures can be adopted, this scenario could change, either with an increase in the number of cases or a decrease in them.

**Keywords:** epidemiology, ARIMA model, *Mycobacterium*.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### CAPÍTULO II

Figura 1 – Decomposição da série temporal dos casos de hanseníase no estado do Tocantins, Brasil, 2013 – 2022. Série original, tendência, sazonal e erro aleatório.....	31
Figura 2 – Teste de regressão linear para a série temporal de casos de hanseníase no estado do Tocantins, Brasil, 2013-2022.....	32
Figura 3 – Análise da quebra estrutural da série temporal de casos de hanseníase no estado do Tocantins, Brasil, 2013-2022.....	33
Figura 4 – Decomposição da série temporal em ocorrência mensal dos casos de hanseníase no estado do Tocantins, Brasil, 2013-2022.....	34
Figura 5 – Análise de sazonalidade de casos de hanseníase no estado do Tocantins, Brasil, 2013-2022.....	35
Figura 6 – Correlograma da série temporal de casos de hanseníase no estado do Tocantins. Brasil. 2013-2022.....	36
Tabela 1. População estimada, incidência e prevalência da hanseníase no período de 2013 a 2022, no estado do Tocantins.....	31
Tabela 2. Previsão do número de casos de hanseníase no estado do Tocantins, Brasil, de 2023 a 2025 utilizando o modelo preditivo ARIMA(1,0,1)(0,1,1).....	37



## LISTA DE SIGLAS

ACF	Função de Auto Correlação
ARIMA	Modelo Auto-regressivo Integrado de Média Móvel
BAAR	Bacilo Álcool- ácido Resistente
BCG	Bacilo de Calmette e Guérin
GIF	Grau de Incapacidade Física
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intervalo de Confiança
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
MB	Multibacilar
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial da Saúde
OMP	Olhos, Mãos, Pés
ONU	Organização das Nações Unidas
PB	Paucibacilar
PQT	Poliquimioterapia
PNCH	Programa Nacional de Controle da Hanseníase
PPA	Plano Plurianual
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SUS	Sistema Único de Saúde

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>10</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Objetivo geral.....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>12</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 Aspectos históricos da hanseníase.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2 Agente etiológico e aspectos clínicos da hanseníase.....</b>	<b>14</b>
<b>3.3 Aspectos epidemiológicos da hanseníase.....</b>	<b>16</b>
<b>3.4 Diagnóstico da hanseníase.....</b>	<b>17</b>
<b>3.5 Tratamento e prevenção da hanseníase.....</b>	<b>18</b>
<b>3.6 Saúde única.....</b>	<b>19</b>
<b>3.7 Modelos Preditivos.....</b>	<b>19</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO II - MODELO PREDITIVO PARA HANSENÍASE NO TOCANTINS.....</b>	<b>27</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>27</b>
<b>ABSTRAT.....</b>	<b>27</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
<b>2.1 Coleta de dados.....</b>	<b>29</b>
<b>2.2 Análise da série temporal e previsão estatística.....</b>	<b>29</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>30</b>
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>38</b>

<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>41</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>41</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A hanseníase é uma doença infectocontagiosa causada pela bactéria *Mycobacterium leprae*, sendo considerada uma das doenças mais antigas do mundo (Anchieta *et al.*, 2019). Trata-se de um bacilo álcool-ácido resistente (BAAR) transmitido de pessoa a pessoa por via respiratória e que tem grande afinidade pelas células cutâneas e nervosas periféricas, resultando em lesões de natureza dermatoneurológicas (Secco *et al.*, 2017; Souza *et al.*, 2020). Possui um longo período de incubação, variando de dois a oito anos, podendo chegar até 10 anos (Santos *et al.*, 2020).

Esta enfermidade apresenta grande potencial de produzir danos com incapacidades físicas e psicológicas significativas e muitas vezes irreversíveis (Faria; Calábria, 2017), existindo, portanto, grande preocupação em controlar sua transmissão (Secco *et al.*, 2017). Alterações neurais relativas à infecção por *M. leprae* podem gerar problemas, como diminuição da capacidade de trabalho, limitação da vida social, diminuição da participação na comunidade e distúrbios psicológicos (Nascimento *et al.*, 2020).

A doença ainda persiste como problema de saúde pública em vários países no mundo, inclusive no Brasil, embora tenham sido alcançadas melhorias no controle da hanseníase nas últimas décadas (Monteiro *et al.*, 2019). Esta enfermidade faz parte do grupo de doenças tropicais negligenciadas, com elevada endemicidade em países com desigualdades sociais, como Índia, Brasil e Indonésia (Nascimento *et al.*, 2020). O Brasil ocupa o segundo lugar entre os países com maior número de casos no mundo, atrás apenas da Índia (Brasil, 2023). Em 2021, 106 países reportaram à Organização Mundial da Saúde (OMS) 140.594 casos novos da doença no mundo, que aumentou em 10,2% comparado com 2020. A Índia é o país que mais reportou casos novos em 2021, cerca de 53,6% do total global. Na região das Américas, houve 19.826 (14,1%) casos notificados desses 18.318 (92,4%) ocorreram no Brasil (Brasil, 2023).

No Brasil a distribuição da doença é heterogênea, com os casos novos concentrados nas regiões mais pobres do país (Norte, Centro-Oeste e Nordeste). Apesar dos avanços no controle da hanseníase nacionalmente nos últimos anos, nessas regiões, os coeficientes de detecção continuam altos (Monteiro *et al.*, 2015). Em 2021, o Tocantins ocupou a segunda posição em relação a casos novos de hanseníase entre os estados brasileiros, com 47,97 casos novos por 100 mil habitantes; sendo que, sua capital, Palmas, registrou uma taxa de 79,78 casos por 100 mil habitantes, a maior entre as capitais do país (Brasil, 2023).

A gestão de recursos financeiros para o combate da hanseníase é fundamental para que

a doença possa ser eliminada, atualmente existe o Programa Nacional de Controle da Hanseníase (PNCH) (MS, 2023), em que são feitos repasses financeiros aos estados para o combate e eliminação do agravo, que através do Plano Plurianual (PPA) são organizadas as ações municipais que serão realizadas ao longo do ano e o repasse financeiro para o custeio.

Apesar dos esforços despendidos por meio de políticas públicas voltadas ao combate da hanseníase, percebe-se ainda um alto índice de pessoas diagnosticadas anualmente no estado do Tocantins. Visando o combate e o controle efetivo da doença deve-se considerar os padrões gerais de sua ocorrência, bem como analisar os dados de forma eficiente (Antunes; Cardoso, 2015).

O uso de ferramentas estatísticas vêm ganhando relevância em diferentes áreas como economia, educação, pesquisas básicas, desenvolvimento de fármacos, agronegócio, dentre outras. Ainda, por meio de sua utilização é possível utilizar bancos de dados já existentes para produção de informações relevantes para a tomada de decisões e realização de previsões. Nesse contexto, modelos preditivos são ferramentas importantes que aplicam a análise estatística com o objetivo de tratar e transformar dados inicialmente sem aplicabilidade direta em informações úteis. De forma simplificada, ele consiste em uma função matemática que, quando aplicada a uma massa de dados, é capaz de identificar padrões e oferecer uma previsão do que pode ocorrer. Dessa forma, em um mundo cada vez mais informatizado não é difícil perceber a importância, bem como, o potencial da utilização dos modelos preditivos no campo da saúde, que inclui a distribuição de recursos de forma mais consciente.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar a série temporal de 2013 a 2022 e prever a ocorrência dos casos de hanseníase no estado do Tocantins no período de 2023 a 2025.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Descrever o padrão de ocorrência da hanseníase no estado do Tocantins;
- Criar um modelo matemático para prever o número de casos de hanseníase no estado do Tocantins para o período 2023 a 2025.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Aspectos históricos da Hanseníase

A hanseníase é considerada uma das doenças mais antigas, datada há mais de 600 a.c.. Os primeiros registros da doença se deram na Índia, China e Egito antigo (Silva *et al.*, 2021). Ao longo dos anos, após vários estudos realizados, descobriu-se a etiologia da hanseníase pelo médico norueguês Gerhard Henrik Armauer Hansen no final do século XIX (Faria, 2015), ao analisar material de lesões cutâneas descobriu o *Mycobacterium leprae*, bacilo causador da doença (Gilmore; Roller; Dyer, 2023).

Acredita-se que a hanseníase chegou ao Brasil proveniente da Holanda, França, Espanha e Portugal ainda no início do processo de colonização. Os primeiros casos da doença foram notificados no ano de 1600, na cidade do Rio de Janeiro (Santos, 2003). Relatos históricos indicam que por volta de 1700 já existiam mais de 300 doentes no país e em 1763 foi construído o Hospital dos Lázaros para atendimento aos hansenianos (Faria; Calábria, 2017).

Desde então, a doença se espalhou pelo interior do Brasil, conseqüentemente novos casos foram descobertos, necessitando de atenção, surgindo assim os ‘asilos para leprosos’, com internação compulsória dos pacientes diagnosticados. Esses asilos na época eram as únicas medidas assistenciais existentes ao doente (Santos, 2003). A hanseníase era de caráter endêmico na maioria das regiões brasileiras porque se alastrava de forma progressiva e incontrolável, de maneira que as condições de vida da população favoreciam esta situação (Faria, 2015).

O primeiro órgão federal criado com a finalidade de combater a hanseníase no país foi a Inspetoria de Lepra e Doenças Venéreas, em 1920. Entre as medidas adotadas estava a construção de leprosários em vários estados brasileiros assumindo o isolamento como principal medida profilática (Januário *et al.*, 2021). Já no início da década de cinquenta, alguns estados não utilizavam mais a internação compulsória (Eidt, 2004).

Em 1962, o primeiro ministro, Tancredo Neves tornou público o Decreto Federal de número 968, de 07/05/1962 dando fim ao isolamento compulsório (Brasil, 1962). A partir desse decreto os doentes poderiam sair dos asilos e leprosários se quisessem, e a continuação do tratamento poderia ser feito nos centros de saúde. Porém muitos escolheram continuar ali, após décadas de reclusão, eles não tinham para onde ir, e nem como se sustentar na sociedade com o dinheiro da aposentadoria que recebiam (Ferreira, 2019).

A partir de 1960 com a criação do Serviço Nacional de Lepra, houve uma modificação nos métodos preventivos e nas políticas de controle da hanseníase, baseando-se na

descentralização do atendimento e aumento da cobertura populacional (Ferreira, 2019). O tratamento era ambulatorial com a medicação sulfona, controle de comunicantes e educação sanitária (Velloso; Andrade, 2002). Com o término do Serviço Nacional de Lepra em 1964, a responsabilidade do programa passou do nível federal para os estados (Eidt, 2004).

O ano de 1976 ficou marcado com o fim da denominação lepra, em que foi substituído por hanseníase, com o intuito de minimizar o estigma e propiciar a integração do doente com a sociedade, conforme recomendação da Conferência Nacional para Avaliação da Política de Controle da Hanseníase, em Brasília (Brasil, 1976). Ainda nessa conferência foram recomendadas a formação e a valorização de pessoal auxiliar, a prevenção de incapacidades e a transformação das colônias existentes em cooperativas agrícolas (Passos; Araújo, 2020). Nesse mesmo ano foi criada uma portaria da Divisão Nacional de Dermatologia Sanitária que estabeleceu uma política de controle da hanseníase, com foco em ações de educação em saúde, a aplicação da vacina de Bacilo de Calmette e Guérin, denominada de BCG nos comunicantes, a detecção de casos novos, tratamento dos doentes, assim como a prevenção e o tratamento das incapacidades físicas (Brasil, 1983).

No início o tratamento para hanseníase era baseado na monoterapia com a utilização da dapsona. Mais tarde passou a utilizar uma combinação de dapsona e rifampicina, no entanto devido a problemas de resistência à dapsona (Cunha *et al.*, 2015), a OMS passou a recomendar a poliquimioterapia (PQT), no início da década de 1980, um esquema terapêutico apropriado para cada forma clínica da hanseníase (OMS, 1980). Atualmente segue a recomendação da OMS de 2018, na qual é utilizado a poliquimioterapia com rifampicina, dapsona e clofazimina, em que o tempo de duração do tratamento baseia-se na forma clínica da doença (OMS, 2018).

### **3.2 Agente etiológico e aspectos clínicos da hanseníase**

A hanseníase é uma doença crônica, infectocontagiosa e granulomatosa, cujo agente etiológico é a bactéria denominada por *Mycobacterium leprae*, um bacilo álcool-ácido resistente (BAAR), conhecido como causador da doença de Hansen (Brasil, 2017). Em 2008 descobriu-se uma nova espécie de micobactéria capaz de causar a doença, denominado *Mycobacterium lepromatosis*. Esse bacilo é o causador da forma clínica lepromatosa difusa, endêmica no México e nos países das Caraíbas (Han *et al.*, 2009). São as únicas espécies de micobactéria que infectam nervos periféricos, especificamente as células de Schwann (Souza *et al.*, 2020). O bacilo é altamente infectante, porém apresenta baixa patogenicidade, devido a maior parte da população possuir defesas imunológicas naturais (Passos; Araújo, 2020).



As principais manifestações clínicas são o aparecimento de manchas de bordas irregulares, podendo ser esbranquiçadas, acastanhadas ou avermelhadas, com alterações de sensibilidade ao calor e/ou dolorosa, e/ou tátil (Brasil, 2017). Podem surgir formigamentos, choques e câimbras nos braços e pernas, pápulas, tubérculos, nódulos, diminuição ou queda dos pelos, podendo ser localizada ou difusa, podendo acometer queda dos pelos nas sobrancelhas, como também no local da lesão de pele; vermelhidão na pele com diminuição ou ausência de suor no local (Alemu belachew; Naafs, 2019). Em estágios mais avançados, o doente pode apresentar dor, choque ou espessamento de nervos periféricos, diminuição ou perda de sensibilidade nas áreas dos nervos afetados, diminuição ou perda da força muscular, edema de mãos e pés com cianose e ressecamento da pele, febre, artralgia e ressecamento das mucosas nasal e ocular (Brasil, 2017).

Quanto ao número de lesões a hanseníase pode ser denominada de paucibacilar (PB) quando apresenta até cinco lesões de pele com baciloscopia de raspado intradérmico negativo, quando disponível (Mi; Liu; Zhang, 2020), e os indivíduos apresentam uma melhor resposta imune e sua carga bacteriana é reduzida consequentemente sua capacidade de infectar outros indivíduos também é reduzida (Faria; Calábria, 2017); e multibacilar (MB) quando o número de lesões é superior a cinco (Brasil, 2017). Essa forma clínica é mais agressiva, os indivíduos apresentam uma resposta imunológica reduzida, com elevada capacidade de infectar outras pessoas. Existe ainda dentro da hanseníase indivíduos que não apresentam lesão de pele, classificado como forma neural pura, nesse caso, o quadro clínico é de difícil diagnóstico pois assemelha-se a outras neuropatias (Brasil, 2019).

De acordo com a classificação de Madri (1953), referente as manifestações clínicas da doença, a enfermidade pode ser classificadas em quatro formas, descritas a seguir:

1. Indeterminada (PB). O paciente apresenta geralmente apenas uma lesão, de cor mais clara que o restante da pele, apresentando ligeira diminuição da sensibilidade térmica e/ou dolorosa (Lastória; Abreu, 2012). A biópsia de pele e a baciloscopia negativa não afastam o diagnóstico clínico. Essa forma clínica é considerada forma inicial e em alguns casos evolui espontaneamente para a cura, podendo surgir no prazo de três a cinco anos (Brasil, 2017).

2. Tuberculóide (PB). É considerada a mais benigna, e aparece em pessoas com alta resistência ao bacilo. Pode acometer crianças e até bebês de colo, as manifestações clínicas se dão por poucas lesões ou até única em face ou tronco, com limites definidos, um pouco elevado e com ausência de sensibilidade, ocorre comprometimento de troncos nervosos, ocasionando dor, fraqueza e atrofia muscular (Brasil, 2019). Com menor frequência, pode-se apresentar

como um único nervo espessado com perda total de sensibilidade no seu território de inervação. Exames complementares raramente são necessários para o diagnóstico (Brasil, 2017).

3. Dimorfa ou conhecida também como borderline (MB). Apresenta várias lesões cutâneas avermelhadas ou esbranquiçadas, com bordas elevadas, mal delimitadas na periferia. Existe a perda parcial a total de sensibilidade, podendo ter acometimento mais extenso de nervos, ocasionando as neurites agudas (Faria; Calábria, 2017). É a forma mais comum de apresentação da doença, e ocorre após um longo período de incubação e a baciloscopia frequentemente é positiva (Brasil, 2019).

4. Virchowiana (MB). O paciente não apresenta manchas visíveis, múltiplas e simétricas, a forma clínica é caracterizada por máculas hipocrômicas, eritematosas ou acastanhadas. Durante a evolução da doença podem aparecer pápulas e nódulos escuros e endurecidos (Lastória; Abreu, 2012). As queixas de câimbras e formigamentos em mãos e pés são comuns. O diagnóstico pode facilmente ser confirmado pela baciloscopia de lóbulos das orelhas e cotovelos (Brasil, 2017).

A doença lepromatosa difusa é uma forma única e grave de hanseníase causada pelo *M. lepromatosis*, caracterizada por infiltração cutânea difusa, não nodular. Na fase avançada as lesões podem tornar-se ulceradas, essencialmente nas extremidades inferiores, podendo levar a infecção bacteriana secundária fatal e sepse (Maymone *et al.*, 2020).

### 3.3 Aspectos epidemiológicos da Hanseníase

A transmissão da doença ocorre principalmente pelas vias aéreas superiores, por meio do contato próximo e prolongado com um indivíduo infectado nas formas multibacilares, e que não esteja em tratamento (Faria; Calábria, 2017). O ser humano é a principal fonte de infecção, sendo o tatu considerado um reservatório zoonótico para *M. leprae* (Maymone *et al.*, 2020) e há registros do *M. lepromatosis* em esquilos vermelhos na Escócia (Scollard, 2016). O período de incubação da doença é em média de dois a oito anos, havendo registros em que esse período pode ser menor ou até mesmo superior a dez anos (Santos, 2020).

Com a eficácia da PQT nos anos 80, a OMS passou a cogitar a erradicação da hanseníase, mas só no ano 2000 que foi declarada eliminada como um problema de saúde pública internacional (Maymone *et al.*, 2020). Desde 1995, o Brasil vem tentando eliminar a hanseníase, e para isto foram estabelecidas metas em parceria ao Ministério da Saúde e os estados a fim de reduzir a prevalência a menos de um doente para cada 10.000 habitantes, as metas eram voltadas para o diagnóstico em tempo oportuno, o tratamento baseado na PQT/OMS

em todos os casos, e reduzir de 15 a 20% ao ano o coeficiente de prevalência (Ferreira, 2019).

A hanseníase faz parte da Lista Nacional de Notificação Compulsória de Doenças, Agravos e Eventos de Saúde Pública, sendo obrigatório que os profissionais de saúde reportem os casos do agravo no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Esses dados são importantes pois através deles podem ser identificados diferentes padrões de ocorrência da doença, as áreas de maior vulnerabilidade e as fragilidades na vigilância dessa endemia no Brasil (Brasil, 2023).

No ano de 2021, 106 países informaram a OMS 140.594 casos novos da doença no mundo, onde a taxa de detecção de casos novos aumentou 10,2% em comparação com 2020. A Índia continua sendo o país que mais reporta casos novos. Na região das Américas, houve 19.826 (14,1%) casos notificados; desses, 18.318 (92,4%) ocorreram no Brasil (Brasil, 2023).

A partir da estratégia Global para hanseníase de 2016-2022, o Ministério da Saúde (MS) intensificou as ações para aumentar a detecção de casos novos, com foco na prevenção de incapacidades e fortalecimento do sistema de vigilância para hanseníase (Brasil, 2021), integrando-o às ações de atenção à saúde. Como reflexo dessas ações, em 2018 houve 28.660 casos (Brasil, 2020) e em 2019 esse número foi de 27.864 casos de hanseníase (Brasil, 2021).

O Brasil continua ocupando o segundo lugar entre os países com maior número de casos no mundo, seguido da Indonésia. Índia e Brasil foram os únicos países que diagnosticaram mais de 1.000 casos novos com grau de incapacidade física (GIF) 2 no momento do diagnóstico (Brasil, 2023). Em 2021, no Brasil, o estado que apresentou a maior taxa de detecção geral foi o Mato Grosso, com 58,76 casos novos por 100 mil habitantes, e o Tocantins ocupou a segunda posição entre os estados, com 47,97 casos novos por 100 mil habitantes (Brasil, 2023). Segundo Farias e Calábria (2017) a hanseníase está associada às desigualdades sociais e à pobreza; afetando as regiões mais pobres do país, onde sua ocorrência é feita de forma heterogênea, atingindo populações socioeconomicamente desfavorecidas (Monteiro *et al.*, 2019).

No Tocantins são considerados fatores determinantes para a hanseníase a expansão geográfica e conseqüentemente o processo de migração e urbanização (Anchieta *et al.*, 2019). A manutenção de um estado endêmico tem correlação a fatores socioeconômicos e ambientais (Monteiro *et al.*, 2015).

### **3.4 Diagnóstico da Hanseníase**

O diagnóstico da hanseníase baseia-se na história clínica, epidemiológica e exame dermatoneurológico. Em algumas situações os exames complementares podem ser necessários

para auxiliar no diagnóstico (Sarode *et al.*, 2020). Em crianças, o diagnóstico deve ser mais criterioso, devido a dificuldade de aplicação e interpretação dos testes de sensibilidade (Brasil, 2017).

A baciloscopia é considerada um exame complementar e o resultado positivo classifica o caso como MB, porém o resultado negativo não exclui o diagnóstico clínico da hanseníase, e nem classifica o doente obrigatoriamente como PB (Alemu belachew; Naafs, 2019). O exame histopatológico também é utilizado nos casos de difícil diagnóstico, em que mesmo após a avaliação clínica e baciloscópica não se consegue fechar o diagnóstico. É uma ferramenta importante no diagnóstico diferencial da hanseníase em relação a outras doenças dermatológicas (Brasil, 2022).

A avaliação neurológica é realizada no início do tratamento, a cada três meses, durante o tratamento se não tiver sido realizada e na alta (Brasil, 2019). Essa avaliação é importante para identificar neurites precocemente, identificar incapacidades físicas e auxiliar no diagnóstico de casos com sinais cutâneos discretos da doença positiva (Brasil, 2017). A avaliação neurológica inclui história, ocupação e atividades diárias, queixas do paciente, inspeção, palpação dos nervos, teste de força muscular e sensibilidade positiva (Brasil, 2019).

No formulário de avaliação neurológica simplificada é avaliado o GIF, sendo uma medida que indica a existência de perda de sensibilidade ou deformidade visível em consequência de lesão neural (Brasil, 2017). É um indicador epidemiológico no qual determina a precocidade do diagnóstico e o sucesso das atividades que visam a interrupção da cadeia de transmissão (Brasil, 2019).

O escore dos olhos, mãos e pés (OMP) é um instrumento complementar de avaliação da incapacidade no paciente, que fica dentro do formulário de avaliação neurológica simplificada (Brasil, 2019). Nele é feito a soma dos graus de incapacidades atribuídos a cada segmento direito e esquerdo e determinada a soma máxima que varia de 0 a 12, esse instrumento expressa a extensão do dano neural, em que quanto maior a soma da avaliação, maior grau de incapacidade (Brasil, 2022).

### **3.5 Tratamento e prevenção da Hanseníase**

O tratamento da Hanseníase no Brasil é baseado nas diretrizes da OMS de 2018, recomendando o uso da PQT que utiliza a rifampicina, dapsona e clofazimina e o tempo de duração do tratamento baseado na forma clínica da doença (OMS, 2018). O paciente paucibacilar realizará o tratamento por seis meses e o multibacilar realizará o tratamento por

doze meses (Maymone *et al.*, 2020).

O tratamento é iniciado após a confirmação clínica da doença, quando a primeira dose da PQT é administrada de forma supervisionada pelo profissional de saúde, que ao final disponibiliza ao paciente a medicação para os 28 dias subsequentes (Brasil, 2017).

O encerramento da PQT é baseado no tempo de tratamento e no número de doses de acordo com a classificação clínica, sempre com avaliação neurológica simplificada, avaliação do grau de incapacidade física e orientação para os cuidados pós-alta (Brasil, 2019).

O paciente que, no momento da alta por cura, apresente reações ou deficiências sensitivomotoras e/ou incapacidades, deverá ser monitorado, com agendamento de acordo com cada caso e, aqueles que apresentarem novas lesões de pele e/ou de dores nos trajetos dos nervos periféricos e/ ou piora da função sensitiva e/ou motora, devem retornar de imediato à unidade de saúde para avaliação (Brasil, 2022).

### **3.6 Saúde Única**

A saúde única pode ser definida como uma abordagem integrada entre o homem, animal e meio ambiente e tem como propósito estabelecer um equilíbrio entre essa tríade (Soares, 2020). O conceito de saúde única é antigo, teve origem no final do século de XIX com o patologista alemão Rudolf Virchow, mas só passou a ser mais utilizado nas duas últimas décadas (Ellwanger; Chies, 2021).

Através da saúde única entendeu-se que as diferentes questões de saúde e bem-estar humano não podem ser tratados de forma separada e que deve existir um equilíbrio entre os seres vivos e o meio ambiente (Deps; Rosa, 2021).

### **3.7 Série Temporal e Modelos Preditivos**

A série temporal, denominada também de série histórica, pode ser definida como uma sequência de dados coletados durante um período, em intervalos regulares de tempo. A sequência de uma série temporal baseia-se primeiramente, em moldar o fenômeno estudado, em seguida, descrever o comportamento, fazer estimativas e por fim, avaliar os fatores que influenciaram o comportamento da série (Cardoso, 2001). O objetivo da análise de série temporal geralmente é entender ou modelar algo que se deseja estudar mais a fundo, e prever os valores futuros de uma série baseado no histórico dessa série (Andrade; Antunes, 2023).

Para realizar uma série temporal existem três etapas principais, em que podem ser utilizadas mais de uma vez, sendo elas: especificação, ajuste do modelo e diagnóstico de modelos (Antunes; Cardoso, 2015). Na especificação do modelo é estudado a melhor técnica a ser adotada para realização da série; o ajuste do modelo baseia-se em encontrar as melhores estimativas para a série temporal; o diagnóstico de modelos serve para avaliar a qualidade do modelo desenvolvido (Oliveira, 2022).

Uma série temporal pode ser composta por quatro componentes: tendência (Tt), ciclo (Ct), sazonalidade (St) e erro aleatório (Et). A tendência pode ser definida como um movimento prolongado, podendo ser decrescente, crescente ou estacionária (Cryer; Chan, 2008); o ciclo é caracterizado por um aumento ou queda relacionado a determinado tempo; a sazonalidade é um componente da série difícil de ser estimado e definido como algo que ocorre regularmente em períodos fixos de tempo; e o erro aleatório é definido como flutuações irregulares, que não são importantes em si mesmas (Antunes; Cardoso, 2015).

A primeira etapa da série temporal é a decomposição que serve para encontrar e identificar quais componentes estão presentes nos dados que estão sendo estudados, em que é possível observar cada componente separadamente (Costa, 2019). Em seguida é realizada análise de regressão linear para avaliar os componentes tendência e sazonalidade separadamente. Séries que possuem sazonalidade é importante utilizar análise de regressão por ser um método bastante eficiente (Mainardi; Bidoia, 2020).

O modelo autoregressivo integrado de média móvel (ARIMA) é um modelo que se ajusta aos dados da série temporal estudada para interpretação e previsão de dados futuros (Earnest *et al.*, 2005). O modelo ARIMA utiliza três polinômios sendo eles (p,d,q), em que p é o polinômio autorregressivo, d é a diferenciação e q é o polinômio de média móvel (Sax; Eddelbuettel, 2018). Este modelo possui uma maior capacidade de previsão se for realizado com uma menor duração, mediante possuir característica de retroceder a média quando se aumenta o tempo de previsão (Costa, 2019).

Modelos preditivos são ferramentas extremamente importantes em diferentes cenários do mundo contemporâneo. De forma simplificada, eles consistem em uma função matemática que, quando aplicada a uma massa de dados, é capaz de identificar padrões e prever eventos futuros (Santos *et al.*, 2020).

Ao longo dos anos modelos preditivos foram aperfeiçoados e são utilizados com o intuito de desenvolver estratégias que possam combater determinados problemas de saúde,

visando compreender os fatores determinantes para controle, prevenção e até mesmo aspectos ambientais ou socioeconômicas no processo saúde- doença (Giannini *et al.*, 2012).

Na era digitalizada com o *Big Data*, analisar um grande volume de dados com auxílio de modelos preditivos, permite resultados cada vez mais eficazes (Noya-Rabelo; Azevedo; Souza, 2021). Basicamente, existem dois tipos de modelos preditivos, os supervisionados e não supervisionados. Nos modelos preditivos supervisionados os dados de entrada e saída são inseridos e o modelo busca identificar as relações entre eles (Reger *et al.*, 2018). No modelo não supervisionado o sistema é alimentado apenas com dados de entrada, na sequência, o modelo identificará os padrões existentes nos dados utilizados e dessa forma é possível identificar tendências como benéficas ou não, dependendo do contexto de aplicação da técnica (Santos *et al.*, 2019).

Todavia, para que as análises preditivas sejam eficazes, é necessário ter um volume significativo de dados válidos, completos e sem erros. Ainda, é preciso utilizar um modelo preditivo adequado para os tipos de dados disponíveis e levar em consideração os objetivos dos pesquisadores (Giannini *et al.*, 2012).

## REFERÊNCIAS

ANCHIETA, J. J. S.; COSTA, L. M. M.; CAMPOS, L. C.; VIEIRA, M. R.; MOTA, O. S.; MORAIS NETO, O. L.; SOUZA, M. R.; GUIMARÃES, R. A. Análise da tendência dos indicadores da hanseníase em estado brasileiro hiperendêmico, 2001 – 2015. **Revista de saúde pública**, [s. l.], v. 53, n. 61, p. 1–15, 2019.

ANDRADE, F. R.; ANTUNES, J. L. F. Tempo e memória na análise de séries temporais. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 32, n. 1, p. 1–5, 2023.

ANTUNES, J. L.; CARDOSO, M. R. A. Uso da análise de séries temporais em estudos epidemiológicos. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, [s. l.], v. 24, n. 3, p. 565–576, 2015.

ASSUMPCÃO, D.; FERRAZ, R. O.; BORIM, F. S. A.; NERI, A. L.; BERGAMO FRANCISCO, P. M. S. Pontos de corte da circunferência da cintura e da razão cintura/estatura para excesso de peso: estudo transversal com idosos de sete cidades brasileiras, 2008-2009. **Epidemiologia e serviços de saúde : revista do Sistema Único de Saúde do Brasil**, [s. l.], v. 29, n. 4, p. e2019502, 2020.

BELACHEW, W. A.; NAAFS, B. Position statement: LEPROSY: Diagnosis, treatment and follow-up. **Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology**, [s. l.], v. 33, n. 7, p. 1205–1213, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Conferência Nacional para Avaliação da Política de Controle da Hanseníase**. Brasília, 1976, 131 p. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/0118conf\\_hanseníase.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/0118conf_hanseníase.pdf). Acesso: 02 de novembro de 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Legislação sobre o Controle de Doenças da Área de Dermatologia Sanitária**. Brasília, 1983, 40 p. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2022/06/1075869/ms5.pdf>. Acesso: 08 de novembro de 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas da Hanseníase**. Brasília. 2022. 152 p. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/h/hanseníase/publicacoes/protocolo-clinico-e-diretrizes-terapeuticas-da-hanseníase-2022>. Acesso: 15 de fevereiro de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico de Hanseníase**. Brasília. Jan. 2023. 56 p. Disponível em: [https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/especiais/2023/boletim\\_hanseníase-2023\\_internet\\_completo.pdf](https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/especiais/2023/boletim_hanseníase-2023_internet_completo.pdf). Acesso: 12 de fevereiro de 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Estratégia Nacional para Enfrentamento da Hanseníase 2019-2022**. Brasília. 2021. 115 p. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/estrategia\\_nacional\\_enfrentamento\\_hanseníase\\_2019.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/estrategia_nacional_enfrentamento_hanseníase_2019.pdf). Acesso: 17 de julho de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia de vigilância em saúde**. Brasília. 2019. 725 p. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_vigilancia\\_saude\\_3ed.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_3ed.pdf). Acesso: 15 de julho de 2022.



BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia prático sobre a hanseníase.** Brasília. 2017. 68 p. Disponível em: [https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_pratico\\_hanseniose.pdf](https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_pratico_hanseniose.pdf). Acesso: 28 de março de 2022.

COSTA, E. S. Análise da Série Temporal de Precipitação Total Mensal do Município de Cruz das Almas-BA. 2019. Monografia (monografia para bacharel em ciências exatas e tecnológicas)- Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB Bacharelado em Ciências Exatas e Tecnológicas, 2019.

CRYER, J. D.; CHAN, K. S. **With Applications in R.** 2008.

CUNHA, C.; PEDROSA, V. L.; DIAS, L. C.; BRAGA, A.; CHRUSCIK-TALHARI, A.; SANTOS, M.; PENNA, G. O.; TALHARI, S.; TALHARI, C. A historical overview of leprosy epidemiology and control activities in Amazonas , Brazil. **Review Article**, v. 48, n. September 2014, p. 55–62, 2015.

DEPS, P.; ROSA, P. S. One Health and Hansen’s disease in Brazil. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, p. 1-6, 2021.

EARNEST, A.; CHEN, M. I.; NG, D.; SIN, L. Y. Using autoregressive integrated moving average ( ARIMA ) models to predict and monitor the number of beds occupied during a SARS outbreak in a tertiary hospital in Singapore. **BioMed Central**, v. 8, p. 1–8, 2005.

EIDT, L. M. Breve história da hanseníase: sua expansão do mundo para as Américas, o Brasil e o Rio Grande do Sul e sua trajetória na saúde pública brasileira. **Saúde e Sociedade**, v. 13, n. 2, p. 76–88, 2004.

ELLWANGER, J. H.; CHIES, J. A. B. Saúde Única (One Health): uma abordagem para entender, prevenir e controlar as doenças infecciosas e parasitárias. **Revista Bio Diverso**, v. 2: Ciência na pandemia, p. 42-65, 2021.

FARIA, L. A hanseníase e sua história no Brasil: a história de um “flagelo nacional”. [s. l.], p. 1491–1495, 2015.

FARIA, L.; CALÁBRIA, L. K. Aspectos históricos e epidemiológicos da hanseníase em Minas Gerais. **Revista de Medicina e Saúde de Brasília**, v. 6, n. 3, p. 406–424, 2017.

FERREIRA, I. N. Um breve histórico da hanseníase. **Revista Multidisciplinar**, v. 16, 2019.

GIANNINI, T. C.; SIQUEIRA, M. F.; ACOSTA, A. L.; BARRETO, F. C. C.; SARAIVA, A. M.; SANTOS, I. A. Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies Current challenges of species distribution predictive modelling. v. 63, n. 3, p. 733–749, 2012.

GILMORE, A.; ROLLER, J.; DYER, J. A. Leprosy (Hansen’s disease): An Update and Review. **SCIENCE OF MEDICINE | FEATURE SERIES**, p. 39–44, 2023.

HAN, X. Y.; SIZER, K. C.; THOMPSON, E. J.; KABANJA, J.; LI, J.; HU, P.; GÓMEZ-VALERO, L.; SILVA, F. J. Comparative sequence analysis of Mycobacterium leprae and the new leprosy-causing Mycobacterium lepromatosis. **Journal of Bacteriology**, v. 191, n. 19, p. 6067–6074, 2009.

JANUÁRIO, P. R.; RIBEIRO, L. A.; LANCEIRO, L. M.; NUNCIARONI, A. T.; CORRÊA,

V. A. F. O cuidado na hanseníase e os impactos na formação em Enfermagem: Relato de experiência. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. e52210616099, 2021.

LASTÓRIA, J. C.; ABREU, M. A. M. M. Hanseníase: diagnóstico e tratamento. **Dermatologia**, v. 17, n. 4, p. 5–8, 2012.

LATORRE, M. R. D. O.; CARDOSO, M. R. A. Análise de séries temporais em epidemiologia : uma introdução sobre os aspectos metodológicos. v. 4, p. 145–152, 2001.

MAINARDI, P. H.; BIDOIA, E. D. Modelos Estatísticos Fatoriais : Conceitos e Aplicações Factorial Statistical Models : Concepts and Applications Resumo. v. 11, p. 32–49, 2020.

MAYMONE, M. B.C.; LAUGHTER, M.; VENKATESH, S.; DACSO, M.M.; RAO, P. N.; STRYJEWSKA, B. M.; HUGH, J.; DELLAVALLE, R. P.; DUNNICK, C. A. Leprosy: Clinical aspects and diagnostic techniques. **Journal of the American Academy of Dermatology**, v. 83, n. 1, p. 1–14, 2020.

MAYMONE, M. B. C.; VENKATESH, S.; LAUGHTER, M.; ABDAT, R.; HUGH, J.; DACSO, M. M.; RAO, P. N.; STRYJEWSKA, B. M.; DUNNICK, C. A. Leprosy: Treatment and management of complications. **Journal of the American Academy of Dermatology**, [s. l.], v. 83, n. 1, p. 17–30, 2020.

MI, Z.; LIU, H.; ZHANG, F. Advances in the Immunology and Genetics of Leprosy. **Frontiers in Immunology**, v. 11, n. April, p. 1–15, 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/h/hanseníase/publicacoes>. Acesso em: 01 nov. 2023.

MONTEIRO, L. D.; MELLO, F. R. M.; MIRANDA, T. P.; HEUKELBACH, J. Hansen's disease in children under 15 years old in the state of Tocantins, Brazil, 2001-2012: Epidemiological patterns and temporal trends. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, 2019.

MONTEIRO, L. D.; MELLO, F. R. M.; BRITO, A. L.; ALENCAR, C.H.; HEUKELBACH, J. Padrões espaciais da hanseníase em um estado hiperendêmico no Norte do Brasil, 2001-2012. **Revista de Saúde Pública**, v. 49, p. 49–84, 2015.

NASCIMENTO, Danelle da Silva *et al.* Limitação de atividade e restrição à participação social em pessoas com hanseníase: análise transversal da magnitude e fatores associados em município hiperendêmico do Piauí, 2001 a 2014. **Epidemiologia e serviços de saúde : revista do Sistema Único de Saúde do Brasil**, v. 29, n. 3, p. e2019543, 2020.

NOYA-RABELO, M. M.; AZEVEDO, D. F. C.; SOUZA, O. F. Modelos Preditivos para Aprimorar nosso Conhecimento : É Necessário?. **Minieditorial Sociedade Brasileira de Cardiologia**, v. 117, n. 4, p. 624–625, 2021.

OMS. **Estratégia Global de Hanseníase 2021–2030 – “Rumo à zero hanseníase”**. 2021. 30 p.

OLIVEIRA, E. F. Análise de séries temporais para previsão de demanda no inss. 2022. Especialista em Ciência de Dados, **Escola Nacional de Administração Pública**, Brasília, Setembro-2022.

PASSOS, Á. L. V.; ARAÚJO, L. F. Representações sociais da hanseníase: um estudo psicossocial com moradores de um antigo hospital-colônia. **Interações (Campo Grande)**, p. 93–105, 2020.

REGER, G. M.; MCCLURE, M. L.; RUSKIN, D.; CARTER, S. P.; REGER, M. A. Integrating Predictive Modeling Into Mental Health Care : An Example in Suicide Prevention. **Technology in Mental Health**, n. 8, p. 1–4, 2018.

SANTOS, H. G.; NASCIMENTO, C. F.; IZBICKI, R.; DUARTE, Y. A. O.; CHIAVEGATTO FILHO, A. D. P. Machine learning para análises preditivas em saúde: exemplo de aplicação para predizer óbito em idosos de São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, n. 7, p. 1–20, 2019.

SANTOS, V. S. M. Pesquisa documental sobre a história da hanseníase no Brasil. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 10, n. suppl 1, p. 415–426, 2003.

SANTOS, A. J. F.; FERREIRA, J. M.; BAPTISTA, F.; SILVA, M. A. G.; ALEXANDRINO, B.; RIBEIRO, A. P. C.; TAVARES, R. M.; ALMEIDA, K. S. Modeling and analysis of a time series of equine infectious anemia cases in the state of Tocantins , Brazil , between 2007 and 2019 Modelagem e análise da série temporal dos casos de anemia infecciosa equina em equídeos no estado do Tocantins , Brasil. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 41, n. 6, p. 3145–3154, 2020.

SANTOS, Á. N.; COSTA, A. K. A. N.; SOUZA, J. E. R.; ALVES, K. A. N.; OLIVEIRA, K. P. M. M.; PEREIRA, Z. B. Perfil epidemiológico e tendência da hanseníase em menores de 15 anos. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, p. 1–8, 2020.

SARODE, G.; SARODE, S.; ANAND, R.; PATIL, S.; JAFER, M.; BAESHEN, H.; AWAN, K. H. Epidemiological aspects of leprosy. **Disease-a-Month**, v. 66, n. 7, 2020.

SAX, C.; EDDELBUETTEL, D. Seasonal Adjustment by X-13ARIMA-SEATS in R. **Journal of Statistical Software**, v. 87, n. 11, 2018.

SCOLLARD, D. M. Infection with Mycobacterium lepromatosis. **American Society of Tropical Medicine and Hygiene**, 2016.

SILVA, J. M. S.; NASCIMENTO, D. C.; MOURA, J. C. V.; ALMEIDA, V. R. S.; FREITAS, M. Y. G. S.; SANTOS, S. D.; MELO, A. M. S.; SILVA, D. A. C.; DIAS, J. S.; SILVA, I. R. S. Atenção às pessoas com hanseníase frente a pandemia da covid-19: uma revisão narrativa. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 13, n. 2, p. e6124, 2021.

SECCO, R. G. C. D.; FRANÇA, K.; CASTILLO, D.; ALHARBI, M.; LOTTI, T.; FIORANELLI, M.; ROCCIA, M. G. A synopsis of the history of Hansen’s disease. **Wiener Medizinische Wochenschrift**, v. 167, p. 27–30, 2017.

SOARES, T. F. Meio Ambiente e Saúde Única: o que podemos esperar? **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.8, n. 4, p. 74-80, 2020.

SOUZA, C. D. F.; MEDRONHO, R. A.; SANTOS, F. G. B.; MAGALHÃES, M. A. F. M.; LUNA, C. F. Spatial modeling of leprosy in the State of Bahia, Brazil, (2001-2015) and social determinants of health. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 25, n. 8, p. 2915–2926, 2020.

VELLOSO, A. P.; ANDRADE, V. Hanseníase: curar para eliminar. Porto Alegre, 2002.

## CAPÍTULO II- MODELO PREDITIVO PARA HANSENÍASE NO TOCANTINS.

### RESUMO

O Tocantins é considerado um estado endêmico para hanseníase, e apesar de ter ações voltadas para a eliminação desta enfermidade, o número de casos tem sido crescente ao longo dos anos. Para entender a dinâmica dessa doença no estado do Tocantins e descrever seu padrão de ocorrência foi realizada uma análise da série temporal dos casos de hanseníase entre 2013 a 2022 e realizada as previsões de ocorrência dos casos nos anos de 2023 a 2025, visando aprimorar ações de combate a esse agravo. A série temporal foi elaborada com dados provenientes do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), que foram utilizados para avaliar tendência, ciclicidade e sazonalidade dos casos utilizando o software R Studio versão 1.1.463. Essa análise mostrou que a doença é endêmica no estado do Tocantins, não possui surtos epidêmicos, com redução sazonal da doença nos meses de julho e dezembro. O modelo autorregressivo integrado por média móvel teve boa acurácia (valor de Theil's  $U < 1$ ) e previu a ocorrência de aproximadamente 965 casos de hanseníase em 2023, 1.046 casos em 2024 e 1.096 casos em 2025. No SINAN é possível verificar os dados de janeiro a março de 2023 e o quantitativo observado está dentro do intervalo de confiança (IC 95%) previsto no estudo, confirmando que o modelo obtido tem boa capacidade preditiva. Este fato subsidia o Programa Estadual de Controle da Hanseníase do Tocantins a criar mecanismos para melhor prevenir esta enfermidade no estado.

**Palavras-chave:** epidemiologia, modelo matemático, modelo ARIMA, *Mycobacterium leprae*.

### ABSTRAT

Tocantins is considered an endemic state for leprosy, and despite actions aimed at eliminating this disease, the number of cases has been increasing over the years. In order to understand the dynamics of this disease in the state of Tocantins and describe its pattern of occurrence, an analysis was made of the time series of leprosy cases between 2013 and 2022 and forecasts were made of the occurrence of cases in the years 2023 to 2025, with the aim of improving actions to combat this disease. The time series was prepared with data from the Notifiable Diseases Information System (SINAN), which was used to evaluate the trend, cyclicity and seasonality of cases using the R Studio software version 1.1.463. This analysis showed that the disease is endemic in the state of Tocantins, with no epidemic outbreaks, with a seasonal reduction in the disease in July and December. The autoregressive integrated moving average model (ARIMA(1,0,1)(0,1,1)) predicted the occurrence of approximately 965 cases of leprosy in 2023, 1,046 cases in 2024 and 1,096 cases in 2025. It is possible to check data from January to March 2023 on SINAN and the number observed is within the confidence interval (95% CI) predicted in the study, demonstrating that the model obtained has good predictive capacity. This fact helps the Tocantins State Leprosy Control Program to create mechanisms to better prevent this disease in the state.

**Keywords:** epidemiology, mathematical model, ARIMA model, *Mycobacterium leprae*.

## 1 INTRODUÇÃO

A hanseníase é uma doença milenar que ainda gera grande impacto físico, social e psicológico (Ferreira, 2019). Causada pelo *Mycobacterium leprae*, atinge principalmente a pele e os nervos periféricos, podendo ocasionar lesões neurais gerando incapacidades físicas (Assumpção *et al.*, 2020). É considerada doença com alta prevalência em regiões onde a população está inserida em situações desfavoráveis, nas quais as condições de habitação e alimentação são precárias (Brasil, 2019). Esta enfermidade é curável, e tanto o tratamento quanto o acompanhamento são disponibilizados pelo Sistema Único de Saúde (SUS) (Brasil, 2021).

O Brasil, alinhado aos compromissos internacionais propostos pela Organização Mundial de Saúde (OMS) e pela Organização das Nações Unidas (ONU), traçou a Estratégia Nacional para o Enfrentamento da Hanseníase 2021-2030, um Brasil sem hanseníase (Brasil, 2021), no qual as metas são interromper a cadeia de transmissão da doença, reduzir o número de casos novos em adultos e reduzir em 55% a taxa de novos casos de hanseníase em menores de 15 anos de idade até 2023, reduzir em 30% o número de casos novos com grau de incapacidade física (GIF) 2 no diagnóstico até 2030 (Brasil, 2023).

Alcançar esses objetivos é um desafio, visto que a hanseníase possui distribuição heterogênea, com alta prevalência nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste (Novato; Grangeiro; Mello, 2020), sendo o Tocantins considerado um estado endêmico para a doença (Monteiro *et al.*, 2015). Em 2021, Mato Grosso liderou o ranking de estados brasileiros com maior número de novos casos de hanseníase (58,76 casos por 100 mil habitantes), e o Tocantins ocupou a segunda posição, com 47,97 novos casos por 100 mil habitantes (Brasil, 2023).

A utilização de modelos estatísticos é algo antigo e que vem sendo aperfeiçoado ao longo do tempo e sua utilização está cada vez mais frequente e necessária nas mais diversas áreas (Mainardi; Bidoia, 2020). A análise de série temporal é uma ferramenta importante para organizar as informações quantitativas de momentos específicos, permitindo avaliar fatores que podem influenciar o comportamento de determinada doença ao longo do tempo (Cardoso, 2015), como ocorre o padrão da doença em determinada região, se é endêmica, cíclica ou sazonal.

Estes dados acabam servindo de base para a utilização de modelos preditivos que tem como característica a aplicação de algoritmos para gerar previsões, sendo utilizada na área da

saúde para estimar o risco de determinada enfermidade (Santos *et al.*, 2019). Diante dos resultados obtidos nos modelos, é possível que os órgãos responsáveis como o Ministério da Saúde e o Programa Estadual de Controle da Hanseníase estimem se haverá necessidade de maior suporte de verbas para melhorar as estratégias podendo ser aplicadas em medidas de combate e prevenção. Deste modo, este estudo teve como objetivo analisar a série temporal de 2013 a 2022 e prever a ocorrência dos casos de hanseníase no estado do Tocantins no período de 2023 a 2025.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Coleta de dados

O estudo foi realizado no estado do Tocantins, localizado na região norte do Brasil. É o estado mais novo do país, composto por 139 municípios, com uma área territorial de 277.622km<sup>2</sup> (Monteiro *et al.*, 2015) e uma população de 1.935.575 habitantes (IBGE, 2022). Para a pesquisa foram utilizados dados mensais sobre a ocorrência de hanseníase, referentes ao período de janeiro de 2013 a dezembro de 2022, extraídos da plataforma do Ministério da Saúde, no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Para calcular a incidência foi coletado a população estimada do estado do Tocantins no período de 2013 a 2022 no site do IBGE e utilizado a fórmula:

$$\text{Incidência} = \frac{\text{Número de casos novos em determinado período} \times \text{constante}}{\text{Número de pessoas expostas ao risco no mesmo período}}$$

O valor da constante foi de 100.000 mil.

### 2.2 Análise da série temporal e previsão estatística

Os dados foram consolidados em uma planilha do Microsoft Excel 2010 salva em formato CSV e transformados em uma série temporal usando o software R Studio versão 1.1.463.

A fórmula utilizada para realizar análise da série temporal foi:

$$Z_t = T_t + S_t + E_t$$

onde  $Z_t$  são os dados observados no período  $t$ ,  $T_t$  é a tendência no período  $t$ ,  $S_t$  é a sazonalidade no período  $t$  e  $E_t$  é a parte não capturada no período  $t$ , chamado erro ou resíduo aleatório.

A série temporal ( $Z_t$ ) dos casos de hanseníase no estado do Tocantins foi decomposta usando a função ‘*decompose()*’, no qual seus três componentes pudessem ser visualizados de forma individual. O componente tendência ( $T_t$ ) foi analisado por regressão linear usando a

função ‘Im()’ nativa do software R. As funções ‘efp()’ e ‘sctest()’ do pacote estatístico ‘struchange’ (Zeileis *et al*, 2002) foram utilizados para analisar se houve quebra estrutural no processo da série temporal em estudo pelo método estatístico ‘OLS-CUSUM’. A ocorrência mensal dos casos de hanseníase foi avaliado utilizando a função ‘monthplot()’ nativa do software R. A existência do componente sazonal (St) na série temporal foi analisada pelas funções ‘seas()’ e ‘qs()’ próprias do pacote estatístico ‘seasonal’ do programa ‘X-13 ARIMA SEATS’ (Sax; Eddelbuettel, 2018)

O modelo autoregressivo integrado por média móvel (ARIMA) foi escolhido com base na metodologia de Box e Jenkins (Barros *et al.*, 2018) para séries temporais estacionárias onde:

- Especificação: análise da classe geral de estruturas ARIMA (p,d,q)(P,D,Q), onde “p” é a ordem do polinômio autorregressivo não sazonal, “P” é a ordem do polinômio sazonal, “d” é a ordem da diferenciação não sazonal, “D” é a ordem da diferenciação sazonal, “q” é a ordem do polinômio de média móvel não sazonal e “Q” é a ordem do polinômio de média móvel sazonal.
- Identificação: os valores p e q foram definidos com base na função de autocorrelação (ACF).
- Estimativa: os padrões do modelo identificado foram testados estatisticamente quanto à importância com a função ‘t\_test()’, pertencente ao pacote BETS.
- Diagnóstico: foram realizados uma análise de resíduos e testes de verificação (Ljung-Box) para avaliar se o modelo sugerido é adequado para previsões usando as funções ‘tsdiag()’, ‘Box.test()’ e ‘shapiro.test()’, todas nativas do software R Studio.
- Previsão: foi utilizado para prever os casos de hanseníase no estado do Tocantins a função, ‘forecast()’ do pacote estatístico forecast (Hyndman *et al.*, 2019).

Os dados de 2013 a 2021 foram utilizados como treinamento e os dados de 2022 foram utilizados como teste, considerando o valor da estatística de Theil’s U, onde o resultado deve ser menor que um para que o modelo tenha uma boa capacidade preditiva.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram notificados 13.406 casos de hanseníase no estado do Tocantins no período de 2013 a 2022 com uma média de 1.340 casos/ano. O ano de maior incidência da doença foi em 2018, mesmo ano em que teve maior número de casos no Tocantins (Tabela 1).

Tabela 1. População estimada, incidência e prevalência da hanseníase no período de 2013 a

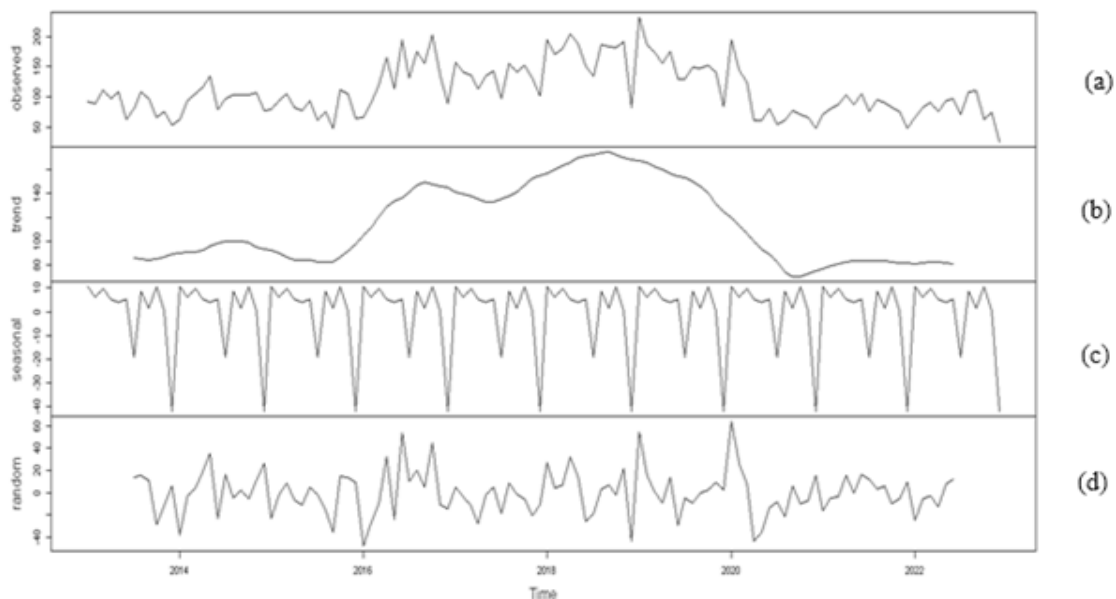
## 2022, no estado do Tocantins

Ano	População estimada	Incidência/100.000	Prevalência
2013	1.467.474	71,27	1046
2014	1.485.318	79,98	1188
2015	1.503.482	66,77	1004
2016	1.520.448	108,12	1644
2017	1.537.350	104,33	1604
2018	1.555.229	131,62	2047
2019	1.572.866	118,06	1857
2020	1.590.248	66,02	1050
2021	1.607.363	62,46	1004
2022	1.511.460	63,64	962

Fonte: Dados obtidos no SINAN e IBGE, elaborado pelo próprio autor

Os dados referentes aos casos de hanseníase no estado do Tocantins no período de 2013 a 2022 foram transformados em série temporal e estão apresentados na figura 1. Na figura 1a são os dados coletados organizados no tempo. Nos períodos de 2016 a 2019 foi observado um aumento não significativo no número de casos de hanseníase registrado no estado do Tocantins (Tabela 1 e Figura 1 b). Esse aumento pode estar relacionado a intensificação de ações voltadas ao combate desse agravo; no qual o Ministério da Saúde (MS), nos últimos anos, tem promovido ações para aumentar a detecção de casos novos, prevenir as incapacidades e fortalecer o sistema de vigilância para a hanseníase (Brasil, 2021).

Figura 1. Decomposição da série temporal dos casos de hanseníase no estado do Tocantins, Brasil, no período de 2013 a 2022. Série original (a), tendência (b), sazonalidade (c) e erro aleatório (d)



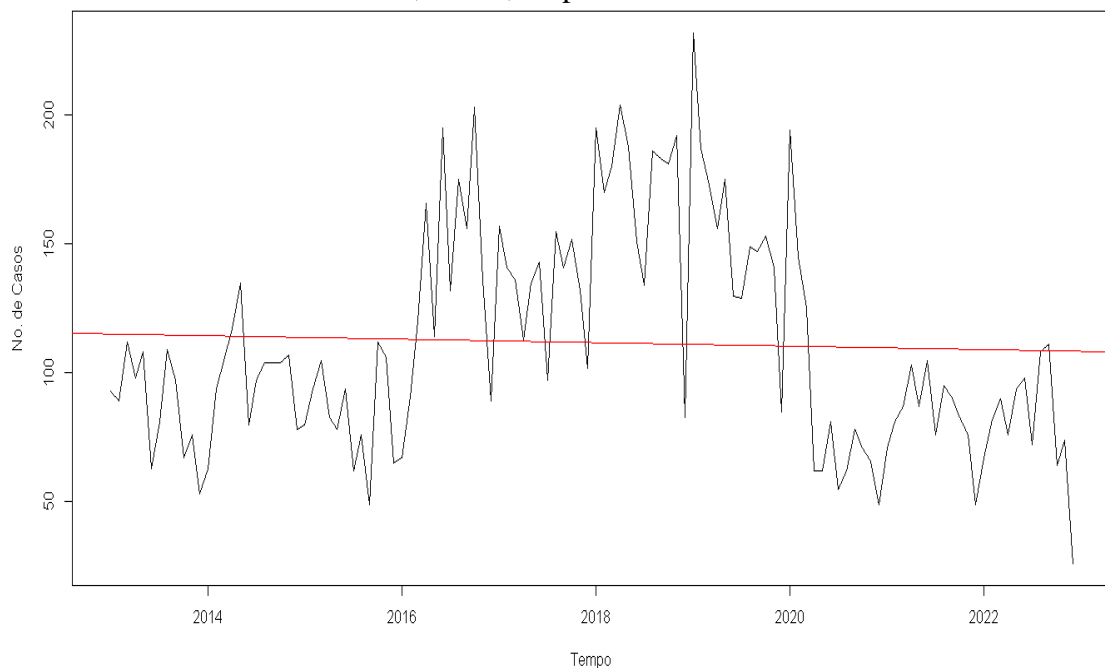
Fonte: Elaborado pelo próprio autor



De 2020 a 2022, observou-se uma queda no número de casos (Figura 1b) coincidindo com a pandemia global da doença Covid- 19, em que o número de casos de hanseníases teve uma queda não só no estado do Tocantins, mas houve uma diminuição no Brasil e nos países endêmicos para a doença (Brasil, 2023). A pandemia teve início em 2019 na China, atingindo o Brasil em março de 2020 (Silva *et al.*, 2021). Até 22 de abril de 2022 o governo restringiu as atividades da população, tendo ocorrido vários momentos de paralisação das atividades, incluindo serviços médicos não emergenciais, o que pode ter justificado a baixa incidência da doença nesse período (Silva *et al.*, 2021). Portanto é possível que a redução nos casos de hanseníase neste período esteja associado com a falha do sistema de saúde em encontrar o paciente, e não com uma redução real de pessoas infectadas.

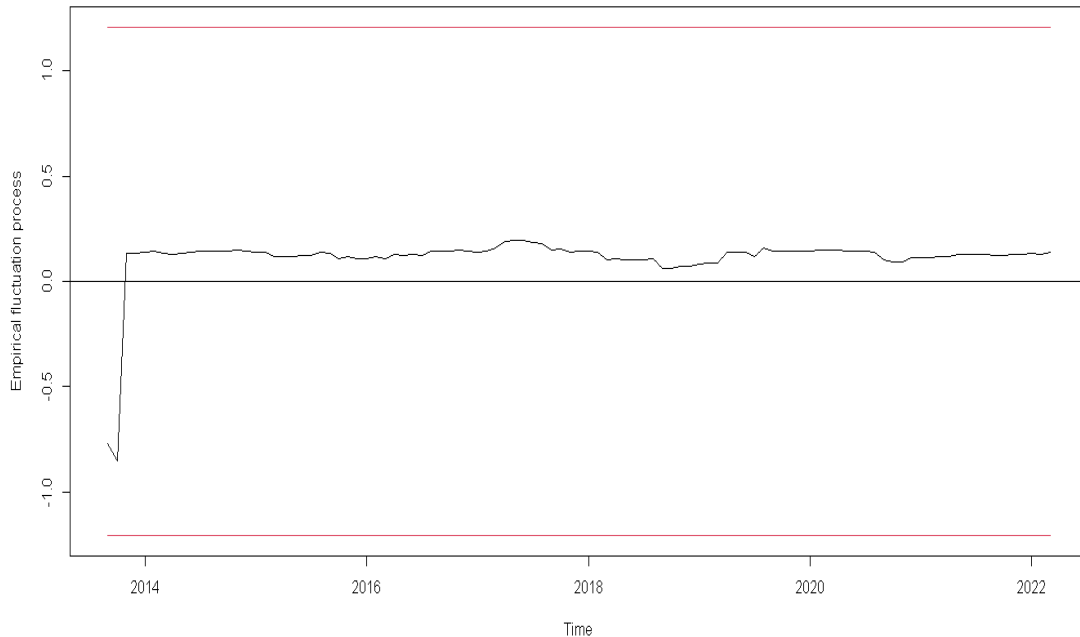
A hanseníase é endêmica no estado do Tocantins (Figura 1b), mesmo apresentando declínio no número de casos nos últimos quatro anos, o estado ocupou o segundo lugar em casos novos registrados em 2021 (Brasil, 2023). A endemicidade foi confirmada com a realização do teste de regressão linear ( $y = 1441,81x - 0,6591$ ,  $R^2 = 0,002$ , valor de  $P = 0,628$ ) demonstrado na figura 2, e através do gráfico de quebra estrutural observada de 2013 a 2022 na série temporal estudada ( $MO = 0,85$ ; valor de  $P = 0,31$ ) (Figura 3), por não haver surtos epidêmicos da doença, e não apresentar ciclicidade no estado do Tocantins.

Figura. 2. Teste de regressão linear para a série temporal de casos de hanseníase no estado do Tocantins, Brasil, no período de 2013 a 2022



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Figura 3. Análise da quebra estrutural da série temporal de casos de hanseníase no estado do Tocantins, Brasil, no período de 2013 a 2022



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Sabe-se que a hanseníase está intimamente ligada a fatores socioeconômicos (Brasil, 2022), e segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) o Tocantins esteve em 13º lugar no índice de desenvolvimento humano (IDH) em 2021 com o valor de 0,731, em que o classifica como desenvolvimento médio (IBGE, 2021), ressaltando que vários municípios esse índice é baixo, demonstrando um dos fatores pelos quais o Tocantins é considerado um estado endêmico. Para que haja um controle da hanseníase no Tocantins é importante o investimento nas áreas da educação, saneamento, estado nutricional e condições de moradia (Souza *et al.*, 2020).

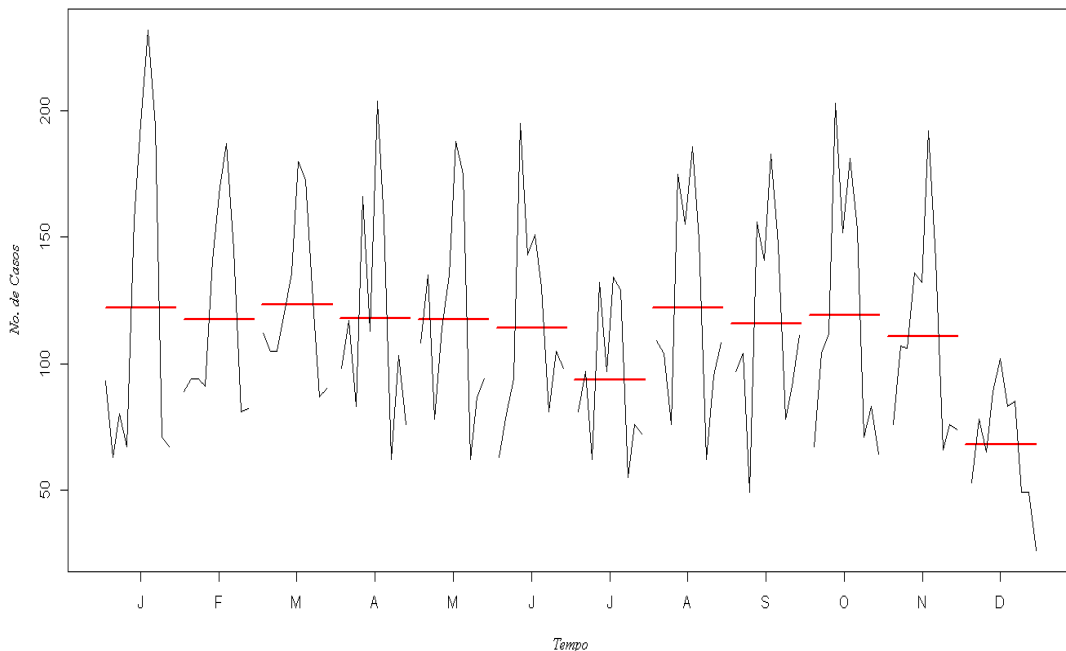
Além dos fatores socioeconômicos estarem relacionados com o número de casos de hanseníase no estado do Tocantins também tem o fator migratório, devido ser um estado novo e estar em ascensão, o número de pessoas que migram para o estado em busca de melhorias ainda é grande, principalmente pessoas oriundas de regiões também consideradas endêmicas (Monteiro *et al.*, 2015).

A hanseníase no estado do Tocantins pode estar relacionada a fatores culturais como por exemplo o consumo de carnes de caça e Gilmore; Roller; Dyer (2023) afirmam que nas Américas o tatu é reconhecido como um reservatório zoonótico; Deps e Rosa (2021) também afirmam que a hanseníase é uma zoonose; por outro lado, Cunha *et al.* (2014) relatam não haver evidências de que o tatu esteja envolvido na cadeia de transmissão da hanseníase. Enfim mesmo

havendo relatos tanto da existência de um reservatório zoonótico para hanseníase quanto outros dizem não ter relação, o fato é que deve haver um equilíbrio entre o ser humano e o consumo de carnes de caça. Na saúde única é importante ter esse respeito homem, animal e meio ambiente para prevenir a chegada de novas doenças e controle de doenças já existentes; tendo como exemplo recente a descoberta do SARS-CoV-2.

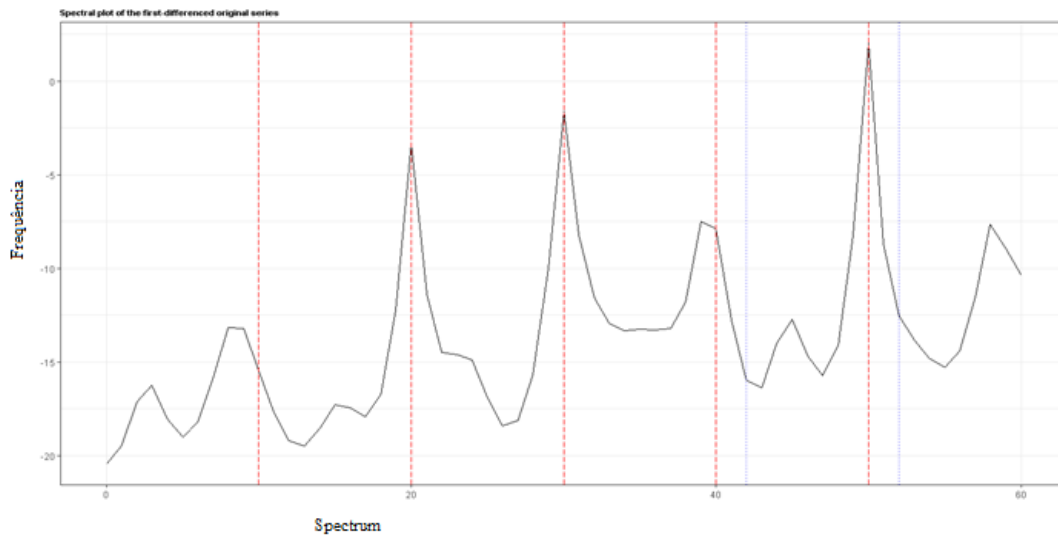
A decomposição da série temporal em ocorrência mensal dos casos de hanseníase, mostram através das linhas vermelhas a média de ocorrência de casos de hanseníase distribuídos mensalmente. Pode ser observado que nos anos estudados, os meses de julho e dezembro há uma diminuição na ocorrência dos casos (Figura 1c e Figura 4).

Figura. 4. Decomposição da série temporal em ocorrência mensal dos casos de hanseníase no estado do Tocantins, Brasil, no período de 2013 a 2022



A confirmação da sazonalidade é feita através da análise de sazonalidade (figura 5) no qual alguns momentos os picos coincidem com o spectral. A análise de sazonalidade mostrou significância estatística ( $P \leq 0,01$ ) para a série original (q<sub>sori</sub>). Esses dois meses coincidem com as férias do período escolar. Neste período as pessoas tendem a protelar a procura por auxílio médico e, como a hanseníase é caracterizada inicialmente, na maioria dos casos, por manchas no corpo, com diminuição de sensibilidade térmica e dolorosa, passando despercebido dependendo da região do corpo que é acometida, isso faz com que as pessoas tendem a demorar em procurar por ajuda de profissional.

Figura 5. Análise de sazonalidade de casos de hanseníase no estado do Tocantins, Brasil, no período de 2013 a 2022

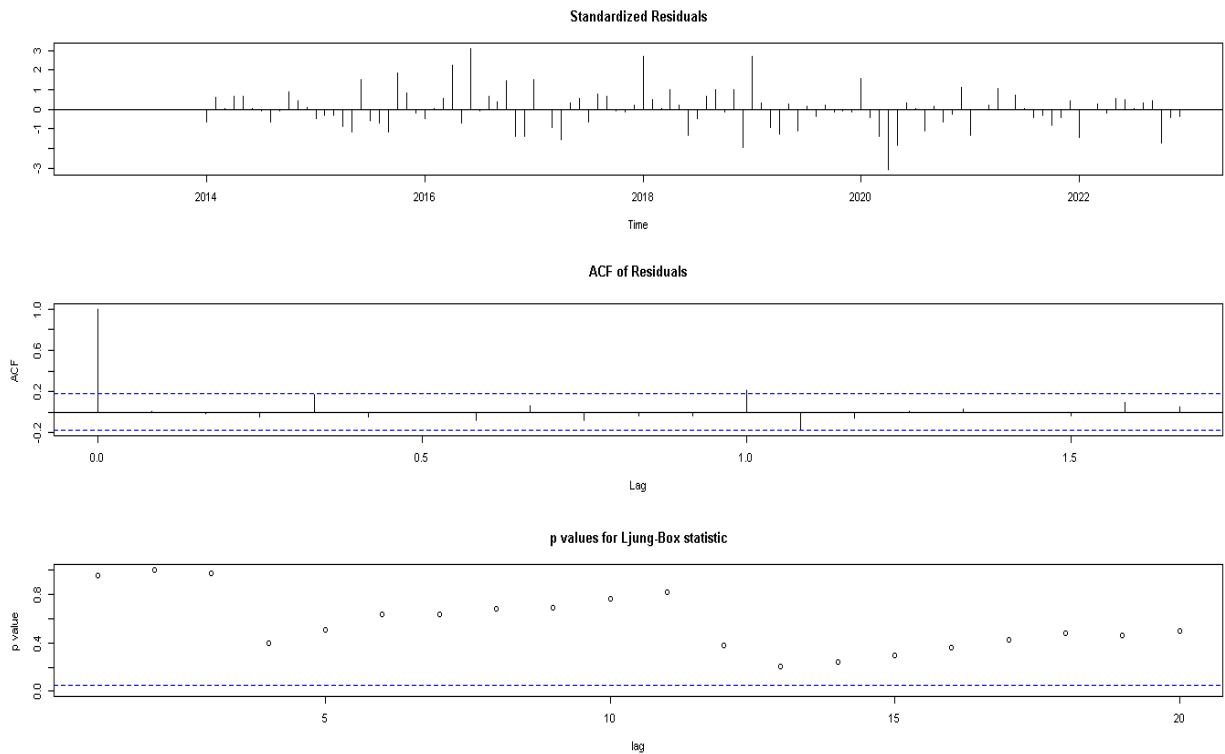


Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

O teste de Shapiro-Wilk teve distribuição normal dos dados, com valor de P 0,9851, confirmando a ausência de autocorrelação dos residuais.

Para realizar o teste diagnóstico o modelo estimado ARIMA (1,0,1)(0,1,1) capturou tanto a parte sazonal quanto a não sazonal. No correlograma a função de auto correlação (ACF) forneceu uma indicação da estimativa e identificação do polinômio (p) e (q) do modelo ARIMA (Figura 6); e após o teste de significância todas as defasagens estavam dentro do limite de intervalo de confiança.

Figura 6. Correlograma da série temporal de casos de hanseníase no estado do Tocantins. Brasil. no período de 2013 a 2022



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

O modelo ARIMA (0,1,0)(0,1,1), foi adequado para fazer previsões de hanseníase no estado do Tocantins, pois atendeu aos critérios de ausência de autocorrelação residual, conforme a figura 7. O Teste Theil's com valor  $U = 0,63$  demonstrou que o modelo possui boa capacidade preditiva, visto que o resultado da estatística foi menor que 1. Por meio do modelo, foram previstos a ocorrência de aproximadamente 965 casos de hanseníase no estado do Tocantins em 2023, 1046 casos em 2024 e 1096 casos em 2025 (Tabela 2).

Tabela 2. Previsão do número de casos de hanseníase no estado do Tocantins, Brasil, de 2023 a 2025 utilizando o modelo preditivo ARIMA(1,0,1)(0,1,1)

Mês	2023			2024			2025		
	Previsto*	Registrado	95% CI*	Previsto*	Registrado	95% CI*	Previsto*	Registrado	95% CI*
Jan.	88	102	35-140	96	N/A	13-180	101	N/A	5-197
Fev.	83	85	26-140	91	N/A	7-176	96	N/A	0-193
Març.	89	98	28-149	96	N/A	10-182	101	N/A	3-193
Abr.	83	N/A	18-147	90	N/A	3-177	95	N/A	0-199
Mai.	84	N/A	17-151	91	N/A	3-180	96	N/A	0-193
Jun.	84	N/A	14-153	91	N/A	0-180	95	N/A	0-195
Jul.	63	N/A	0-134	70	N/A	0-160	73	N/A	0-173
Ago.	92	N/A	18-166	98	N/A	7-190	102	N/A	1-203
Set.	89	N/A	13-164	95	N/A	2-187	99	N/A	0-200
Out.	88	N/A	11-166	94	N/A	1-187	98	N/A	0-200
Nov.	82	N/A	4-161	88	N/A	0-181	91	N/A	0-193
Dez.	40	N/A	0-120	46	N/A	0-140	49	N/A	0-151
Total	965	N/A	184-1.641	1.046	N/A	46-2120	1.096	N/A	9-2.290

(\*) Valores arredondados

N/A: Dados não disponíveis

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

O quantitativo de casos referente aos meses de janeiro, fevereiro e março de 2023 já estão disponíveis no SINAN, e ao compará-los com os dados previstos no estudo para o ano de 2023, observa-se que os valores estão dentro do intervalo de confiança apresentado, o que corrobora a robustez do modelo.

Nas previsões, a tendência é de que o número de casos aumente entre 2023 a 2025, de modo que a hanseníase permanecerá endêmica. Alguns fatores podem limitar a capacidade preditiva dessa técnica, como a ausência de envio de notificação ao SINAN dos casos de hanseníase.

O fato da enfermidade ser endêmica e estar estimado um aumento no número de casos é preocupante, pois o Brasil assumiu o compromisso internacional com a OMS e ONU (Brasil, 2021), e se não forem mudadas as estratégias de enfrentamento da enfermidade, possivelmente as metas não serão alcançadas. Caso as autoridades competentes não modifiquem a estratégia de combate à enfermidade, ao invés de caminhar para a obtenção da eliminação da doença, o caminho está mostrando o inverso. Neste sentido é importante que mudanças sejam feitas, como educação da população, divulgação dos sinais clínicos para que a população possa ter a preocupação em buscar ajuda quando observar os sinais da doença, ter maior capacitação dos médicos que trabalham nas Unidades Básicas de Saúde, Unidade de Pronto-Atendimento e outros estabelecimentos de saúde para que o diagnóstico seja dado o mais precocemente possível.

As políticas públicas voltadas para a hanseníase tem como foco o diagnóstico, tratamento e acompanhamento, todos disponíveis gratuitamente pelo SUS (Brasil, 2023). No 31 de dezembro de 2021 através da portaria SCTIE/MS N° 84, foi incorporado a utilização de teste rápido para determinação qualitativa de anticorpos IgM anti-*Mycobacterium leprae* para diagnóstico complementar da hanseníase (Brasil, 2023). Essa ferramenta auxiliará no diagnóstico da hanseníase nos contatos domiciliares. O programa de hanseníase juntamente com estabelecimento de outras parcerias buscam recursos para o combate à doença (Brasil, 2022). Os estados e municípios têm papel fundamental no combate a esse agravo, colocando em prática os planejamentos e ações de educação em saúde, tratamento e acompanhamento de pacientes e contactantes. Para Antunes e Cardoso (2015), é essencial prever o futuro na epidemiologia, e intervir nos processos atuais para que haja um planejamento voltado às reais necessidades e características de cada região. Posto que este estudo foi realizado baseado em dados sobre a ocorrência de hanseníase no estado do Tocantins, essa metodologia pode ser utilizada para analisar séries temporais de outros agravos e prever o surgimento de novos casos em qualquer região geográfica e prever casos para anos seguintes.

## 5 CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou que a hanseníase no estado do Tocantins decorre de um padrão endêmico com redução sazonal nos meses de julho e dezembro. O modelo matemático utilizado foi importante pois confirmou a endemicidade da doença em todo o estado, e segundo as previsões feitas de 2023 a 2025, mostram um aumento no número de casos.

Os resultados servem de subsídio para que os órgãos responsáveis possam pensar em estratégias para diminuir a endemicidade da enfermidade, para que dessa forma possa atingir as metas estabelecidas junto a OMS e ONU

É importante intensificar as ações de educação em saúde, capacitação de profissionais, avaliação de contactantes, para que haja um diagnóstico precoce, prevenção de incapacidades e conseqüentemente qualidade de vida à população. Maior conscientização da população sobre os sinais e sintomas da doença, pois muitos não tem esse conhecimento, demorando a procurar atendimento médico. É fundamental o investimento financeiro para que todas as ações e estratégias possam ser colocadas em prática.

## 6 REFERÊNCIAS

ANTUNES, J.L. F.; CARDOSO, M. R. A. Uso da análise de séries temporais em estudos epidemiológicos. vol. 24, no. 3, p. 565–576, 2015.

ASSUMPÇÃO, D.; FERRAZ, R. O.; BORIM, F. S. A.; NERI, A. L.; FRANCISCO, P. M. S. B. Pontos de corte da circunferência da cintura e da razão cintura/estatura para excesso de peso: estudo transversal com idosos de sete cidades brasileiras, 2008-2009. **Epidemiologia e serviços de saúde : revista do Sistema Unico de Saúde do Brasil**, vol. 29, no. 4, p. e2019502, 2020.

BARROS, A. C.; MATTOS, D. M.; OLIVEIRA, I. C. L.; FERREIRA, P. G. C.; DUCA, V. E. L. A. Análise de Séries Temporais em R: Curso Introductório, 1st Edn. Rio de Janeiro: Elsevier (FGV IBRE), pp. 75–163, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Protocolo Clínico e Diretrizes Terapêuticas da Hanseníase**. Brasília. 2022. 152 p. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/h/hansenise/publicacoes/protocolo-clinico-e-diretrizes-terapeuticas-da-hansenise-2022>. Acesso: 15 de fevereiro de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico de Hanseníase**. Brasília. Jan. 2023. 56 p. Disponível em: [https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/especiais/2023/boletim\\_hansenise-2023\\_internet\\_completo.pdf](https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/epidemiologicos/especiais/2023/boletim_hansenise-2023_internet_completo.pdf). Acesso: 12 de fevereiro de 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Estratégia Nacional para Enfrentamento da Hanseníase 2019-2022**. Brasília. 2021. 115 p. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/estrategia\\_nacional\\_enfrentamento\\_hansenise\\_2019.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/estrategia_nacional_enfrentamento_hansenise_2019.pdf). Acesso: 17 de julho de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Guia de vigilância em saúde**. Brasília. 2019. 725 p. Disponível em: [https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_vigilancia\\_saude\\_3ed.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_saude_3ed.pdf). Acesso: 15 de julho de 2022.

CUNHA, C.; PEDROSA, V. L.; DIAS, L. C.; BRAGA, A.; CHRUSCIK-TALHARI, A.; SANTOS, M.; PENNA, G. O.; TALHARI, S.; TALHARI, C. A Historical Overview of Leprosy Epidemiology and Control Activities in Amazonas, Brazil. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 48, p 55-62, 2015.

DEPS, P.; ROSA, P. S. One Health and Hansen’s disease in Brazil. **PLOS Neglected Tropical Diseases**, p. 1-6, 2021.

FERREIRA, I. N. Um breve histórico da hanseníase. **HUMANIDADES & TECNOLOGIA EM REVISTA (FINOM)**, v. 16, p. 436-454, 2019.

GILMORE, A.; ROLLER, J.; DYER, J. A. Leprosy (Hansen’s disease): An Update and Review. **SCIENCE OF MEDICINE | FEATURE SERIES**, p. 39–44, 2023.

HYNDMAN, R. Forecast: forecasting functions for time series and linear models. R package, version 8.5. 2019.



IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/to/pesquisa/37/0>. Acesso em: 25 out. 2023.

MAINARDI, P. H.; BIDOIA, E. D. Modelos Estatísticos Fatoriais : Conceitos e Aplicações. v. 11, p. 32–49, 2020.

MONTEIRO, L. D.; MARTINS-MELO, F. R.; BRITO, A. L.; ALENCAR, C. H.; HEUKELBACH, J. Padrões espaciais da hanseníase em um estado hiperendêmico no Norte do Brasil, 2001-2012. **Revista de Saúde Pública**, vol. 49, p. 49–84, 2015.

NOVATO, K. M.; GRANGEIRO, A. M.; MELLO, B. C. Perfil Epidemiológico da Hanseníase no Estado do Tocantins no Período de 2014 a 2016. v 6, n 4, p. 27–31, 2020.

SANTOS, H. G.; NASCIMENTO, C. F.; IZBICKI, R.; DUARTE, Y. A. O.; CHIAVEGATTO FILHO, A. D. P. Machine learning para análises preditivas em saúde: exemplo de aplicação para prever óbito em idosos de São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, vol. 35, no. 7, p. 1–20, 2019.

SAX, C., EDELBUETTEL, D. Seasonal adjustment by X-13ARIMA-SEATS in R. *Journal of Statistical Software*, 87(11), 1-17. 2018.

SILVA, J. M. S.; NASCIMENTO, D. C.; MOURA, J. C. V.; ALMEIDA, V. R. S.; FREITAS, M. Y. G. S.; SANTOS, S. D.; MELO, A. M. S.; SILVA, D. A. C.; DIAS, J. S.; SILVA, I. R. S. Atenção às pessoas com hanseníase frente a pandemia da covid-19: uma revisão narrativa. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, vol. 13, no. 2, p. e6124, 2021.

SOUZA, C. D. F.; MEDRONHO, R. A.; SANTOS, F. G. B.; MAGALHÃES, M. A. F. M.; LUNA, C. F. Spatial modeling of leprosy in the State of Bahia, Brazil, (2001-2015) and social determinants of health. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 25, n. 8, p. 2915–2926, 2020.

ZEILEIS A.; LEISCH F.; HORNIK K.; KLEIBER C. Strucchange: an R package for testing for structural change in linear regression models. **Journal of Statistical Software**, v 7, 1–38, 2002.

### **CAPÍTULO III - CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Entender a dinâmica da doença no estado, bem como sua epidemiologia são importantes para subsidiar ações específicas voltadas para combater a doença na região. Essas ações devem ser intensificadas pois o estudo mostrou a endemicidade da doença na região e segundo as previsões a tendência é de aumento no número de casos; apesar do número crescente não ser significativo, como mostrou as previsões para os anos de 2023 a 2025, fazendo com que o Brasil não atinja a meta prevista pela OMS até 2030. Importante que seja montado um protocolo para que em situações extremas como foi a pandemia da covid-19, os serviços de diagnóstico e assistência em hanseníase sejam mantidos.

A hanseníase tem um acometimento maior em pessoas com condições socioeconômicas desfavoráveis, condições de habitação e alimentação precárias, baixa escolaridade, desse modo, é uma classe que merece maior atenção devido as suas vulnerabilidades, os locais que com esse perfil populacional deve receber uma atenção maior das Unidades Básicas de Saúde/ Atenção Primária a Saúde realizando visitas domiciliares afim de orientar sobre a doença. É importante intensificar a administração da vacina BCG em contactantes pois dessa forma ajuda na prevenção da doença.

As Unidades Básicas de Saúde devem realizar busca ativa dos contatos domiciliares para serem avaliados anualmente durante cinco anos, seguindo as orientações do ministério da saúde, sabe-se que essa avaliação em sua maioria é realizada apenas no primeiro ano.

Intensificar o treinamento de profissionais da saúde devido a alta rotatividade nas Unidades Básicas de Saúde e Unidades de Pronto-Atendimento para que seja realizado o diagnóstico em tempo oportuno.

Realizar campanhas educativas utilizando os meios de comunicação para que possa atingir o maior número de pessoas levando informações relevantes a cerca da doença e educação em saúde para conscientizar pessoas que vivem com a doença e seus familiares.

Uso da modelagem para prever os casos e fazer melhor distribuição de verbas.