



Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto  
Programa de Pós-graduação e em Ciências da Saúde

**Maria Rita de Cássia Oliveira Cury**

**Análise Espacial e Espaço-Temporal da  
Ocorrência de Hanseníase em São José do  
Rio Preto, SP, Brasil, entre 1998 e 2007.**

**São José do Rio Preto  
2012**

**Maria Rita de Cássia Oliveira Cury**

**Análise Espacial e Espaço-Temporal da  
Ocorrência de Hanseníase em São José do  
Rio Preto, SP, Brasil, entre 1998 e 2007.**

Tese apresentada à Faculdade de  
Medicina de São José do Rio Preto para  
obtenção do Título de Doutor no Curso  
de Pós-graduação em Ciências da  
Saúde, Eixo Temático: Medicina Interna.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Chiaravalloti Neto

São José do Rio Preto  
2012

Cury, Maria Rita de Cássia Oliveira

Análise espacial e espaço-temporal da ocorrência de hanseníase em São José do Rio Preto, SP, Brasil entre 1998 e 2007 / Maria Rita de Cássia Oliveira Cury

São José do Rio Preto, 2012

66 p.;

Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto - FAMERP

Exco Temática: Medicina Interna

Orientador: Prof. Dr. Francisco Chiaravalliti Neto

1. Hanseníase; 2. Situação Epidemiológica; 3. Geoprocessamento;
4. Análise Espacial.

**Maria Rita de Cássia Oliveira Cury**

**Análise Espacial e Espaço-Temporal da  
Ocorrência de Hanseníase em São José do Rio  
Preto, SP, Brasil, entre 1998 e 2007.**

**Banca Examinadora**

**Tese para Obtenção do Grau de Doutor**

**Presidente e Orientador: Prof. Dr. Francisco Chiaravalloti Neto**

**2º Examinador: Prof. Dr. João Roberto Antonio**

**3º Examinador: Prof. Dr. Dirce Maria Trevisan Zanetta**

**4º Examinador: Prof. Dr. Carlos Eugênio Cavasari**

**5º Examinador: Prof. Dr. Antonio Ruffino Neto**

**Suplentes: Prof. Dr. Vânia Del Arco Paschoal**

**Prof. Dr. Tereza Cristina Scatena Milla**

**São José do Rio Preto, 17/08/2012**

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| Dedicatoria . . . . .                          | i         |
| Agradecimentos . . . . .                       | ii        |
| Lista de Figuras . . . . .                     | iv        |
| Lista de Tabela . . . . .                      | v         |
| Lista de Abreviações e Símbolos . . . . .      | vi        |
| Resumo . . . . .                               | vii       |
| Abstract . . . . .                             | ix        |
| <b>1. Introdução . . . . .</b>                 | <b>01</b> |
| 1.1. Objetivos . . . . .                       | 07        |
| <b>2. Material e Método . . . . .</b>          | <b>08</b> |
| 2.1. Área de Estudo . . . . .                  | 09        |
| 2.2. Tipo de Estudo . . . . .                  | 10        |
| 2.3. Fonte de Dados . . . . .                  | 11        |
| 2.4. Geocodificação dos Casos . . . . .        | 11        |
| 2.5. Análise de Dados . . . . .                | 12        |
| <b>3. Resultados . . . . .</b>                 | <b>16</b> |
| <b>4. Discussão . . . . .</b>                  | <b>31</b> |
| <b>5. Conclusões . . . . .</b>                 | <b>41</b> |
| <b>6. Desafios . . . . .</b>                   | <b>44</b> |
| <b>7. Referências Bibliográficas . . . . .</b> | <b>46</b> |
| <b>8. Apêndices . . . . .</b>                  | <b>55</b> |
| <b>9. Anexos . . . . .</b>                     | <b>65</b> |



*Dedico este trabalho aos meus familiares por terem aceito se privar de minha companhia, por terem me estimulado a querer realizar sonhos em especial, sonhos como esse, por me apoiarem e incentivarem a buscar meus ideais, por amor e respeito ao que sou e por me ajudarem no que me transformei nestes muitos anos de trabalho e estudos,*

***Meus agradecimentos.***

- ✓ Ao Orientador **Prof. Dr. Francisco Chiaravalloti Neto** a quem deposité todas as minhas expectativas, confiante no cuidado, no incentivo, companheirismo e dedicação às atividades e discussões sobre o andamento e normatização desta Tese de Conclusão de Curso. A quem admiro e reconheço como mestre, acreditando no meu potencial, oferecendo-me a oportunidade de concretizar este trabalho e compartilhando comigo as expectativas, conduziu-me com habilidade a maiores reflexões e desta forma enriquecendo-me. Merecedor de minha especial admiração e gratidão.
  
- ✓ Aos demais **idealizadores**, em especial **Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Vânia Del Arco Paschoal**, **coordenadores e funcionários da FAMERP** - Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto
  
- ✓ Aos **superiores e colegas** da Secretaria de Saúde de São José do Rio Preto, por acreditarem em meus propósitos e colaborar em na trajetória que percorremos para atingir este objetivo
  
- ✓ A todos os **professores** e seus convidados pelo incentivo, dedicação e entusiasmo demonstrados ao longo do curso.

- ✓ Aos **colegas de trabalho** pela incansável busca de informações e materiais numa rara demonstração de responsabilidade e seriedade.
- ✓ À estagiária do Laboratório de Vetores da FAMERP em especial: **Ana Patrícia Chierotti**, pela simpatia, dedicação e eficiência.
- ✓ À **Profª. Drª. Dirce Maria Trevisan Zanetta**, pela sua contribuição e interesse, no início deste estudo. Não fosse por ela nem teria começado. Meu respeito, admiração e carinho.
- ✓ À **Profª. Drª. Margaret Regina Di Bo**, pesquisadora SUCEN - FAMERP, pelo apoio constante. Meus agradecimentos, reconhecimento e amizade.
- ✓ Aos amigos **Profª Drª Silvia Helena Figueiredo Vendramini**, **Profª Drª Maria de Lourdes Sperli Geraldes Santos** e **Nivaldo Firmino da Silva** por paciientemente me ajudarem nas horas difíceis com companheirismo e dedicação. Meus agradecimentos com carinho.
- ✓ A todos os **colaboradores**, sem distinção. Sou-lhes bastante grata.
- ✓ Eternamente, a **DEUS** pela oportunidade e pelo privilégio que me foi dado em compartilhar e enriquecer conhecimentos, e poder participar do sistema comprovando a possibilidade real de desenvolver trabalho, estudo e pesquisa servindo de incentivo aos servidores que lutam pela melhoria do serviço público.

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| <b>Figura 1.</b>  | Localização da cidade de São José do Rio Preto, noroeste do Estado de São Paulo.....  | 09 |
| <b>Figura 2</b>   | Perímetro do município de São José do Rio Preto e sua área urbana, segundo divisão em setores censitários do IBGE, 2000.....  | 10 |
| <b>Figura 3.</b>  | Prevalência e índice de detecção de Hanseníase, São José do Rio Preto, 1998 a 2007.....   | 17 |
| <b>Figura 4.</b>  | Casos de hanseníase geocodificados, São José do Rio Preto, 1998 a 2007.....   | 18 |
| <b>Figura 5.</b>  | Distribuição espacial dos coeficientes de incidência (casos por 100.000 hab.) de Hanseníase em São José do Rio Preto, 1998 a 2007.....                              | 19 |
| <b>Figura 6.</b>  | Distribuição espacial do Fator Socioeconômico na área urbana do município de São José do Rio Preto.....   | 21 |
| <b>Figura 7.</b>  | Distribuição espacial da densidade demográfica (habitantes por km <sup>2</sup> ) na área urbana do município de São José do Rio Preto.....                          | 22 |
| <b>Figura 8.</b>  | Perímetro urbano de São José do Rio Preto e rios, represa, ferrovia, rodovias, escolas, creches públicas e particulares, unidades básicas de saúde e hospitais..... | 25 |
| <b>Figura 9.</b>  | Aglomerado espacial de casos de Hanseníase como ocorrência na área urbana de São José do Rio Preto, 1998 a 2007.....  | 27 |
| <b>Figura 10.</b> | Aglomerado espaço-temporal de casos de Hanseníase como ocorrência na área urbana de São José do Rio Preto, 1999 a 2004.....   | 29 |

**Lista de Tabela**

---

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1.</b> Distribuição de casos de Hanseníase em menores de 15 anos, em São José do Rio Preto, por ano e local de moradia..... | 30 |
|---|----|

## *Lista de Abreviaturas e Símbolos*

---

|         |   |
|---------|---|
| CNS     | - Conselho Nacional de Saúde                                      |
| FAMERP  | - Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto                  |
| IBGE    | - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística                 |
| MG      | - Minas Gerais  |
| MH      | - Moléstia de Hansen  |
| NGA     | - Núcleo de Gestão Assistencial                                   |
| OMS     | - Organização Mundial de Saúde                                    |
| OPAS    | - Organização Pan-americana de Saúde                              |
| PQT     | - Piquinoterapia  |
| SaTScan | - Software usado para análises espaciais, de tempo e espaço-tempo |
| SI G    | - Sistemas de Informação Geográfica                               |
| SP      | - São Paulo   |
| SUCEN   | - Superintendência de Controle de Endemias                        |
| SUS     | - Sistema Único de Saúde  |
| UBS     | - Unidade Básica de Saúde   |

**Objetivos:** Avaliar a relação entre Hanseníase e níveis socioeconômicos e demográficos e identificar aglomerados de casos de Hanseníase no espaço e no espaço-tempo, em São José do Rio Preto, SP. **Material e Métodos:** Casos de Hanseníase ocorridos entre 1998 e 2007 foram geocodificados e coeficientes de incidência foram calculados por setores censitários. Obtive-se, através da técnica de análise de componentes principais, um escore para classificação socioeconômica. O uso do método de Krigagem Ordinária permitiu a construção de mapas temáticos para visualização da distribuição espacial da incidência de Hanseníase, do nível socioeconômico e da densidade demográfica. Foram identificados aglomerados espaciais e espaço-temporais por meio do programa SaTScan e da utilização de três bancos de dados: o de casos, o da população de cada setor censitário e o das coordenadas cartesianas planas dos centros de cada setor censitário. Através do modelo discreto de Poisson, foram identificados aglomerados puramente espaciais e aglomerados espaço-temporais. **Resultados:** Enquanto que a incidência para toda a cidade foi de 10,4 casos por 100.000 habitantes por ano, entre 1998 e 2007, as incidências apresentaram heterogeneidade dentro do município, com valores variando entre 0 e 26,9 casos por 100.000 habitantes por ano. Verificou-se grande concordância entre áreas com valores mais altos de incidência e menores níveis socioeconômicos e entre aquelas com menores incidências e maiores níveis socioeconômicos, mas não foi identificada relação entre a doença e densidade demográfica. Detectou-se falta de relação entre os

Locais de moradia da maioria dos doentes e a localização dos serviços de saúde. Observou-se a ocorrência de um único aglomerado puramente espacial significativo e um único aglomerado espaço-temporal significativo, localizados na zona norte da cidade e suas imediações. **Conclusões:** As técnicas de análise espacial utilizadas neste estudo, além de proporcionar em importantes informações para o planejamento das ações de vigilância e controle da Hanseníase, permitiram a identificação das áreas mais deficitárias do município, como sendo também de maior risco para a doença. Com estas informações, cabe ao poder público monitorar a ocorrência de casos de Hanseníase no seu território para identificar onde e quando priorizar a adoção de ações de vigilância. Assim poderiam visualizar a redução de risco de adoecer e medidas político-administrativas para minimizar os efeitos da desigualdade social e elevar o padrão de vida, higiene e educação da população, resultando na redução da magnitude da doença.

**Palavras-Chave:** 1. Hanseníase; 2. Situação Epidemiológica;  
3. Geoprocessamento; 4. Análise Espacial.

**Objectives:** To evaluate the relationship between Hansen's disease and socioeconomic and demographic levels identifying clusters of leprosy cases in space and space-time, in São José do Rio Preto, SP. **Material and Methods:** Leprosy cases between 1998 and 2007 were geocoded and incidence rates were calculated by census sectors. It was obtained through the technique of main component analysis, a score for socioeconomic classification. The use of ordinary Kriging method allowed the construction of thematic maps for viewing the spatial distribution of leprosy incidence, socioeconomic level and demographic density. Spatial clusters and space-time were identified through the SaTScan program. Three databases were used: the cases, the population of each census sector and the Cartesian coordinates of plane centroids of each census sector. Through the discrete Poisson model, clusters purely spatial and spatial-temporal clusters were identified. **Results:** While the incidence for the whole city was 10.4 cases per 100,000 inhabitants per year, between 1998 and 2007, the incidences were not homogeneous within the municipality, with values ranging from 0 to 26.9 cases per 100,000 inhabitants per year. There was a high agreement between areas with higher values of incidence and lower socioeconomic levels and among those with lower incidences and higher socioeconomic levels, but the relationship between disease and demographic density was not identified. No relationship between location of patients' residence and location of health services was observed. The occurrence of only one purely spatial significant cluster and only one spatiotemporal significant cluster were observed. They were located in the North region surroundings

of the city. **Conclusions:** The spatial analysis techniques used in this study, in addition to providing important information for the planning of surveillance and control of leprosy, allowed the identification of deficient areas of the municipality, i.e., with higher risk for the disease. With this information, the public authorities can monitor the occurrence of leprosy cases in their territory to identify where and when to prioritize the adoption of surveillance actions. Therefore, they could visualize the reduction of risk of the illness as well as political-administrative measures to minimize the effects of social inequality and raising living standards, hygiene and education of the population, resulting in the reduction of the magnitude of the disease.

**Key words:** 1. Hansen Disease; 2. Leprosy Epidemiological Situation;  
3. Geoprocessing 4. Spatial Analysis

## 1. INTRODUÇÃO

---

## 1. INTRODUÇÃO

Hanseníase é considerada uma doença infecciosa de evolução crônica que acomete pele e nervos periféricos podendo levar a incapacidades físicas irreversíveis. Temida há milênios, cursa todo o tempo como estigma que exclui e prejudica o indivíduo em suas relações e condições, sociais e econômicas. O preconceito contra a doença não mudou até o final do século XX, apesar dos esforços em contrário<sup>(1)</sup>

Nos últimos dez anos do século XX até o início da primeira década dos anos 2000, houve redução significativa na prevalência da Hanseníase (total de casos em tratamento). Este resultado foi fundamentado pelas políticas mundiais de saúde, como o empenho da Organização Mundial da Saúde,<sup>(2)</sup> as quais pretendam a eliminação da Hanseníase como problema de saúde pública buscando níveis de prevalência menores de 10 casos da doença/100.000 habitantes. Isso foi possível com a implantação do uso da poliquimioterapia (PQT) como esquema de tratamento, assim como, a ampliação da cobertura de serviços e capacitação de profissionais de saúde implementando as ações de vigilância epidemiológica<sup>(3)</sup>

Com a poliquimioterapia objetivou-se curar a Hanseníase, prevenir o aparecimento de incapacidades nos casos de diagnósticos precoces e evitar resistência de cepas do bacilo *Mycobacterium leprae* (micobactéria responsável pela doença) aos fármacos disponíveis para o tratamento. Sobre tudo interromper a transmissão da Hanseníase<sup>(4)</sup> provocando queda nos coeficientes de detecção de casos novos. Com a PQT, a situação da

Hanseníase mudou drasticamente no mundo e refletiu na redução do estigma contra a doença e interesse no seu tratamento.<sup>(3)</sup>

Apesar desses grandes avanços, a Hanseníase, ainda hoje, é um problema de saúde pública mundial, principalmente dos países endêmicos no mundo.<sup>(4-6)</sup> Em 1985, dos 122 países endêmicos apenas 12 continuaram a apresentar prevalência acima de 10 casos / 100.000 habitantes, responsáveis por 95% da carga mundial da Hanseníase.<sup>(2)</sup> Atualmente o Brasil é o segundo país em número absoluto de casos de Hanseníase no mundo perdendo apenas para a Índia.<sup>(6)</sup> Até o último trimestre de 2010 Timor-Leste e o Brasil (países, entre aqueles com mais de um milhão de habitantes, ainda apresentavam prevalência maior que 10 / 100.000 habitantes).<sup>(7)</sup> Este último, além de ocupar o segundo lugar no ranking mundial em número absoluto de casos, também ocupa o primeiro lugar nas Américas. O Continente Americano, principalmente a América Latina, já contribuiu com uma proporção de 7 a 10% da carga mundial da hanseníase em 2003,<sup>(4)</sup> aumentando sua contribuição para 15,4% em 2009,<sup>(8)</sup> e 16,2% em 2010.<sup>(6)</sup>

Políticas brasileiras apóiam a eliminação da Hanseníase fundamentando que as ações deveriam ser ampliadas para toda a rede básica de saúde, assim como o diagnóstico e atenção ao paciente. Além do mais promovendo a descentralização das atividades e intensificação da divulgação sobre as características, sinais e sintomas da doença para atingir o controle da moléstia.<sup>(9-11)</sup>

A ampliação e descentralização do atendimento para toda a rede de saúde implicam no conhecimento, entre outros fatores, da distribuição espacial

da doença. A esperada ocorrência da Hanseníase nos territórios,<sup>(12-14)</sup> associada às taxas crescentes de urbanização das cidades,<sup>(14)</sup> aponta para a necessidade do cálculo do risco de adoecimento, segundo áreas geográficas e/ou grupos populacionais específicos, da identificação de possíveis fatores de risco ambientais e da identificação de áreas prioritárias. Assim permitindo o direcionamento de recursos para essas áreas e o planejamento da oferta de serviços.<sup>(15)</sup>

Comprovada a eficácia da PQT em obter maior número de curas, baixa ocorrência de recidivas e resistência do *Mycobacterium leprae* aos componentes de sua fórmula, o esperado seria que houvesse uma diminuição nos casos de transmissão devido à direta atuação na fonte de infecção (home infectado e multibacilar), consequentemente causando diminuição na detecção de novos casos.

Apesar da queda significativa da prevalência de casos de Hanseníase, tem sido observado que os coeficientes de detecção se mantêm praticamente constantes nos últimos 30 anos.<sup>(16)</sup> Apresentar um ligeiro declínio ao longo desse período,<sup>(5,17)</sup> tornando indicativo que muitos novos casos irão surgir nos próximos anos.<sup>(18)</sup> Portanto, torna-se necessária a busca de novos métodos de estudos para a compreensão e elaboração de novas formas de atuação na cadeia de transmissão para atingir o objetivo da queda da detecção.

Técnicas de estratificação e análise espaciais têm sido utilizadas para identificar e visualizar áreas de maior comprometimento com a Moléstia de Hansen (MH).<sup>(19)</sup> Nos últimos anos, tem aumentado o número de estudos que abordam questões de saúde através do uso dos Sistemas de Informação

---

Geográfica (SIG) e da análise espacial, proporcionando, um importante resgate do papel do ambiente sócio-cultural na determinação das doenças e a análise crítica do acesso aos recursos e equipamentos de saúde.<sup>(20)</sup>

A distribuição geográfica da endemia Hanseníaca não é uniforme e ocorre de maneira desigual entre as áreas, segundo Opremda,<sup>(16)</sup> podendo existir diferenças importantes entre os países, os estados, municípios, distritos, bairros e comunidades rurais.<sup>(2,21)</sup> A qualificação de áreas com base na intensidade de ocorrência da doença permite observar partes do município onde as ações podem ser planejadas em harmonia com critérios de necessidade e prioridade. Podem oferecer ao nível local suporte de fundamental importância para vigilância, atenção e controle da Hanseníase.<sup>(19,21)</sup> com bases nas diretrizes do SUS - Sistema Único de Saúde.<sup>(11,22)</sup> O geoprocessamento e a análise espacial são importantes ferramentas utilizadas no planejamento de ações de prevenção e controle de doenças, particularmente da Hanseníase. A Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS) recomenda o uso deste recurso por países como Brasil e Índia, que possuem grande extensão territorial e diferenças regionais acentuadas. Ela ainda reconhece o seu poder de análise para apoiar o planejamento, programação e avaliação de atividades e intervenções no setor saúde.<sup>(23)</sup>

As técnicas espaciais foram utilizadas internacionalmente por pesquisadores na avaliação da susceptibilidade de comunicantes de Hanseníase residentes em ilhas da Indonésia onde contatos monitorados ao longo de um período de seis anos mostrou que há um risco 7,2 vezes maior de desenvolver a hanseníase em áreas próximas a corpos d'água.<sup>(24)</sup> Assim como

a técnica SaTScan foi também utilizada nos trabalhos onde a distribuição espacial da infecção na população (usando-se soropositividade como um marcador) foi estudada para identificar quais características da doença de pacientes com Hanseníase são importantes na transmissão. Foi utilizado inquérito à população para observar fatores de risco para *Mycobacterium leprae* na transmissão e infecção.<sup>(25)</sup> A distribuição espacial da hanseníase em um estudo observacional em quatro aldeias de Bangladesh revelou dificuldade em detectar aglomerados em micro áreas populacionais mesmo com alta endemicidade.<sup>(26)</sup>

No Brasil, verifica-se um crescente interesse pela exploração de técnicas de representação e análise espacial de dados na área de saúde e, em especial, da Hanseníase.<sup>(15,27)</sup> Recentemente diversos estudos utilizaram ferramentas de distribuição e análise espacial em Hanseníase. Como por exemplo, a investigação do contágio de comunicantes na cidade de Fernandópolis, no estado de São Paulo,<sup>(12)</sup> a quantificação da dependência espacial das taxas médias de detecção de Hanseníase no estado de São Paulo, no período de 1991-2002;<sup>(16)</sup> a identificação de aglomerados espaciais de residências de portadores urbanos de Hanseníase em São José do Rio Preto, SP.<sup>(28)</sup> Nas microrregiões de Almenara<sup>(29)</sup> e Araçuaí,<sup>(30)</sup> MG, a análise epidemiológica da Hanseníase mostrou relação entre sua distribuição espacial e as condições socioeconômicas da população.

Este estudo, utilizando-se de técnicas de análise espacial, foi proposto para investigar a situação epidemiológica da Hanseníase em São José do Rio Preto levando-se em conta a necessidade de se reorganizar estratégias,

direcionar recursos, considerar avanços alcançados, auxiliar nas tomadas de decisões e programar ações inovadoras de vigilância em Hanseníase. Em especial, esse estudo espera contribuir para o delineamento de novas diretrizes para mobilizar a vontade política, a priorização de ações e medidas administrativas, a atuação junto a comunidade e a minimização dos efeitos da desigualdade social e para a elevação do padrão de vida, higiene e educação da população alvo.

### **1.1. Objetivos**

Avaliar a relação entre Hanseníase e níveis socioeconômicos e demográficos e identificar aglomerados de casos de hanseníase no espaço e no espaço-tempo, em São José do Rio Preto, SP.

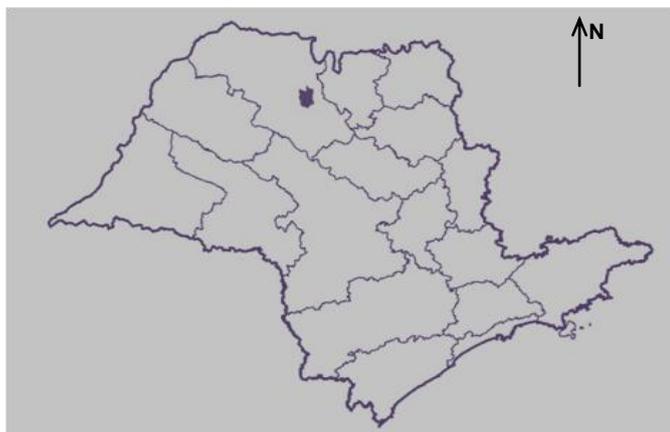
## 2 MATERIAL E MÉTODO

---

## 2 MATERIAL E MÉTODO

### 2.1. Área de Estudo

São José do Rio Preto está localizada no espaço político-administrativo do Estado de São Paulo na região noroeste do Estado ( $S20^{\circ}49'11''$  e  $W49^{\circ}22'46''$ ) (Figura 1) e, cortava, em 2010, área de 403,3 km<sup>2</sup> e população de 408.258 habitantes, segundo a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística<sup>(31)</sup>. É sede de uma região que reúne 101 municípios e é pólo de atração para a circulação de grande número de pessoas procedentes de cidades e estados vizinhos, que vem em busca de serviços ligados ao comércio, saúde e educação.



**Figura 1.** Localização da cidade de São José do Rio Preto a Noroeste do Estado de São Paulo

## 2.2 Tipo de Estudo

Trata-se de estudo descritivo e ecológico de base territorial. As unidades ecológicas foram definidas pela divisão de setores censitários obtidos do IBGE (Figura 2).



**Figura 2.** Perímetro do município de São José do Rio Preto e sua área urbana segundo divisão em setores censitários do IBGE, 2000.<sup>(32)</sup>

### 2.3. Fonte de Dados

Foram incluídos neste estudo casos novos de hanseníase diagnosticados de 1998 a 2007, todos residentes no município de São José do Rio Preto constantes do Banco de Dados do Projeto Hansen,<sup>(28,33)</sup> obtido através de coleta de dados junto aos pacientes notificados no SINAN, busca de prontuários e abordagem dos pacientes. O Projeto Hansen se originou da parceria entre a Secretaria de Saúde e FAMERP, ambos de São José do Rio Preto, e o Instituto Lauro de Souza Lima - Bauru e foi aprovado em 2004 pelo Comitê de Ética em Pesquisa da FAMERP com o objetivo de servir de base para trabalhos de iniciação científica e formação em pós-graduação e pesquisa. Adicionalmente, para cada setor censitário, as informações socioeconômicas e demográficas disponibilizadas pelo IBGE referentes ao censo populacional realizado no ano de 2000.

### 2.4. Geocodificação dos Casos

A geocodificação dos casos de hanseníase foi realizada no software MapInfo 7.0 por meio da equiparação dos endereços dos casos residentes na área urbana com mapa de segmento de logradouros urbanos fornecido pela Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto. Este processo começa com a análise e padronização automática dos endereços. Análise é o processo de divisão dos endereços em duas partes contendo a denominação do logradouro e o número do imóvel, enquanto a padronização se necessária modifica estes

componentes, para que atenda aos critérios adotados pelo sistema brasileiro de endereçamento.

Finalmente, a geocodificação foi obtida pela interpolação linear do número do endereço a um ponto no segmento de logradouro correspondente, situado entre dois pontos que definem a faixa de numeração daquele segmento de logradouro.<sup>(34)</sup>

## 2.5 Análise de Dados

Após a geocodificação, os casos de Hanseníase foram agrupados, por meio de ferramentas do software ArcGIS 9.2, segundo os 432 setores censitários urbanos de São José do Rio Preto. Foi calculado para cada setor censitário, o coeficiente de incidência pela divisão do número de casos novos pela estimativa da população para o ano de 2002 vezes 100.000.

A caracterização do nível sócio-econômico de cada um dos setores censitários foi realizada com base nas variáveis: renda e anos de instrução médios das pessoas responsáveis pelos domicílios; renda e anos de instrução médios das mulheres responsáveis pelos domicílios; proporção de pessoas e de mulheres analfabetas e proporção de domicílios com cinco ou mais moradores. Estas variáveis foram analisadas no programa STATA 7.0 por meio da técnica estatística Análise de Componentes Principais. Produz fatores não correlacionados entre si e que representam aspectos importantes caracterizados pelas correlações entre as variáveis.<sup>(35)</sup>

A aplicação da análise de componentes principais às variáveis socioeconômicas selecionadas resultou em vários fatores, sendo escolhido o

responsável pela maior proporção da variação total (87%) que foi identificado como fator socioeconômico (FS). Esse fator caracterizou os setores, segundo o seu nível socioeconômico, de tal forma que quanto maior seu valor, melhor o nível socioeconômico dos moradores de um determinado setor censitário do município. Foi calculado, para cada setor, através da fórmula

$$FS = 0.97A + 0.94B + 0.85C + 0.85D - 0.89E - 0.89F - 0.56G, \text{ onde:}$$

- A a média de anos de instrução das pessoas responsáveis pelos domicílios;
- B a média de anos de instrução das mulheres responsáveis pelos domicílios;
- C renda média das pessoas responsáveis pelos domicílios;
- D renda média das mulheres responsáveis pelos domicílios;
- E proporção de pessoas analfabetas;
- F proporção de mulheres analfabetas;
- G proporção de domicílios com cinco ou mais moradores.

A densidade demográfica foi calculada para cada setor censitário, com base nas informações disponibilizadas pelo IBGE para o censo de 2000, através da divisão da população do setor pela sua área.

Mapas temáticos foram construídos, para visualizar a distribuição espacial do coeficiente de incidência de Hanseníase, do fator socioeconômico e da densidade demográfica, na área urbana do município de São José do Rio Preto. Estes indicaram que os centros das representações geométricas de

setores censitários podem ser considerados como representativos de objetos poligonais, como amostras de um fenômeno geográfico contínuo no espaço físico e para que sejam utilizados na modelagem de um processo estocástico pontual gaussiano.<sup>(36)</sup>

O método de Krigagem ordinária foi utilizado para se obter um modelo matemático, para construir mapas temáticos por meio de interpolação estatística, usando método de estimação de mínimos quadrados ponderados generalizados, cuja ponderação é definida pela função de semivariância (semivariograma). O semivariograma foi definido com a função esférica, anisotrópica, com parâmetros pepita, contribição e amplitude.<sup>(36)</sup>

Foram gerados mapas temáticos coropléticos com seis categorias em escala de dimensão, para facilitar a visualização. O software ARCGIS foi usado na produção dos mapas temáticos e da interpolação estatística, por meio da base cartográfica digital de setores censitários, disponibilizada pelo IBGE, dos limites municipais e da delimitação da área urbana (Figuras 2).

Para a identificação dos aglomerados espaciais e espaço-temporais, foram criados três bancos de dados. O primeiro chamado de banco de casos, contou com o número do setor censitário onde se encontrava o caso e a data de diagnóstico (ano). O segundo foi o arquivo com os dados de população de cada setor censitário. O terceiro banco continha as coordenadas geográficas cartesianas planas dos centros de cada setor censitário. Os três arquivos foram importados para o programa SaTScan através da ferramenta Import Wizard.

Para identificação de aglomerados puramente espaciais utilizou-se o modelo discreto de Poisson com as seguintes condições: predição do tempo em ano, período de tempo entre 1998 e 2007, não ocorrência de sobreposição geográfica dos aglomerados, tamanho máximo do aglomerado igual a 50% da população exposta, aglomerados com formato circular e 999 replicações.

Para identificação de aglomerados espaço-temporais, utilizou-se o modelo discreto de Poisson com as mesmas condições da análise puramente espacial e considerando-se o tamanho máximo do aglomerado temporal igual a 50% do período de estudo.

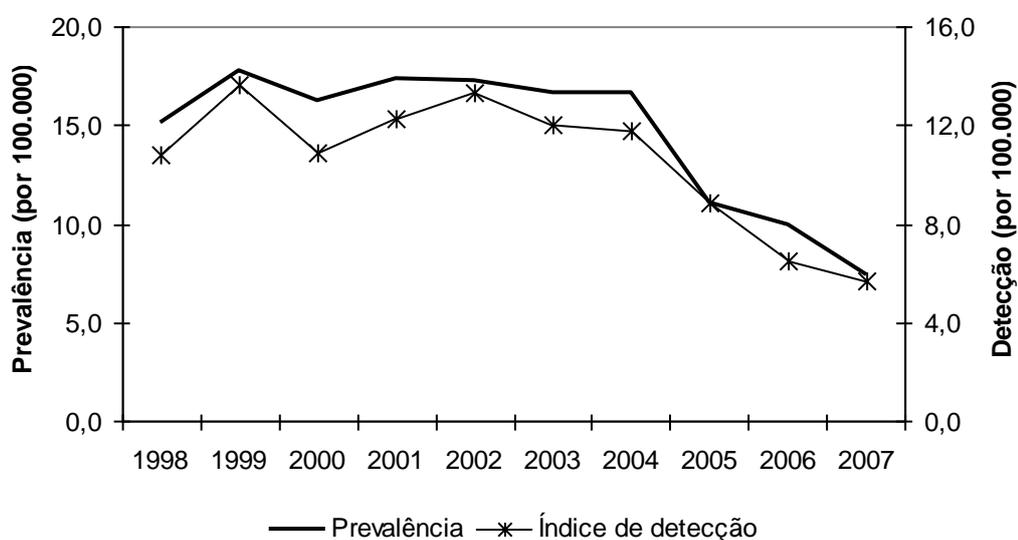
O projeto da pesquisa foi inicialmente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Regional de Medicina de São José do Rio Preto - SP - FAMERP protocolo nº 2865 - 2004. Resolução CNS 196-96 com o título 'Em busca da pós-eliminação da Hanseníase em São José do Rio Preto'.

### 3. RESULTADOS

---

### 3. RESULTADOS

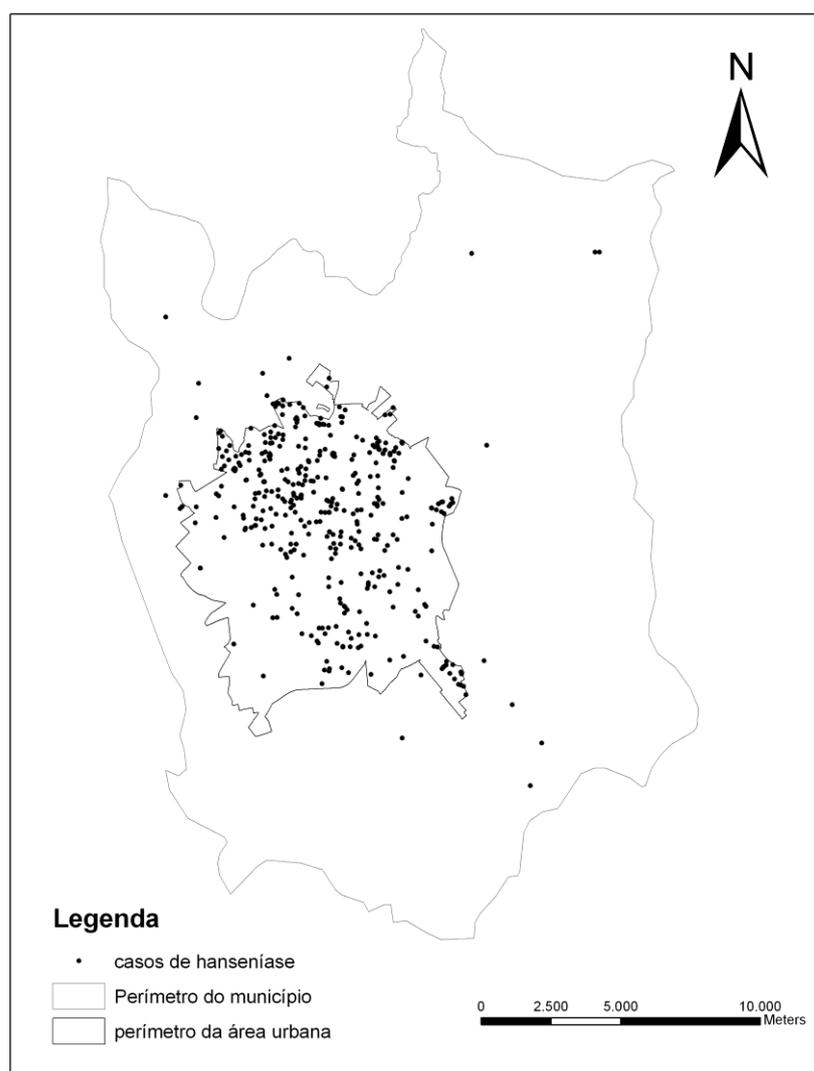
A Figura 3 apresenta as prevalências e os índices de detecção de hanseníase para os anos de 1998 a 2007, em São José do Rio Preto, onde nota-se que, nos anos de 2006 e 2007, as prevalências atingiram valores inferiores a 10 casos por 100.000 habitantes.



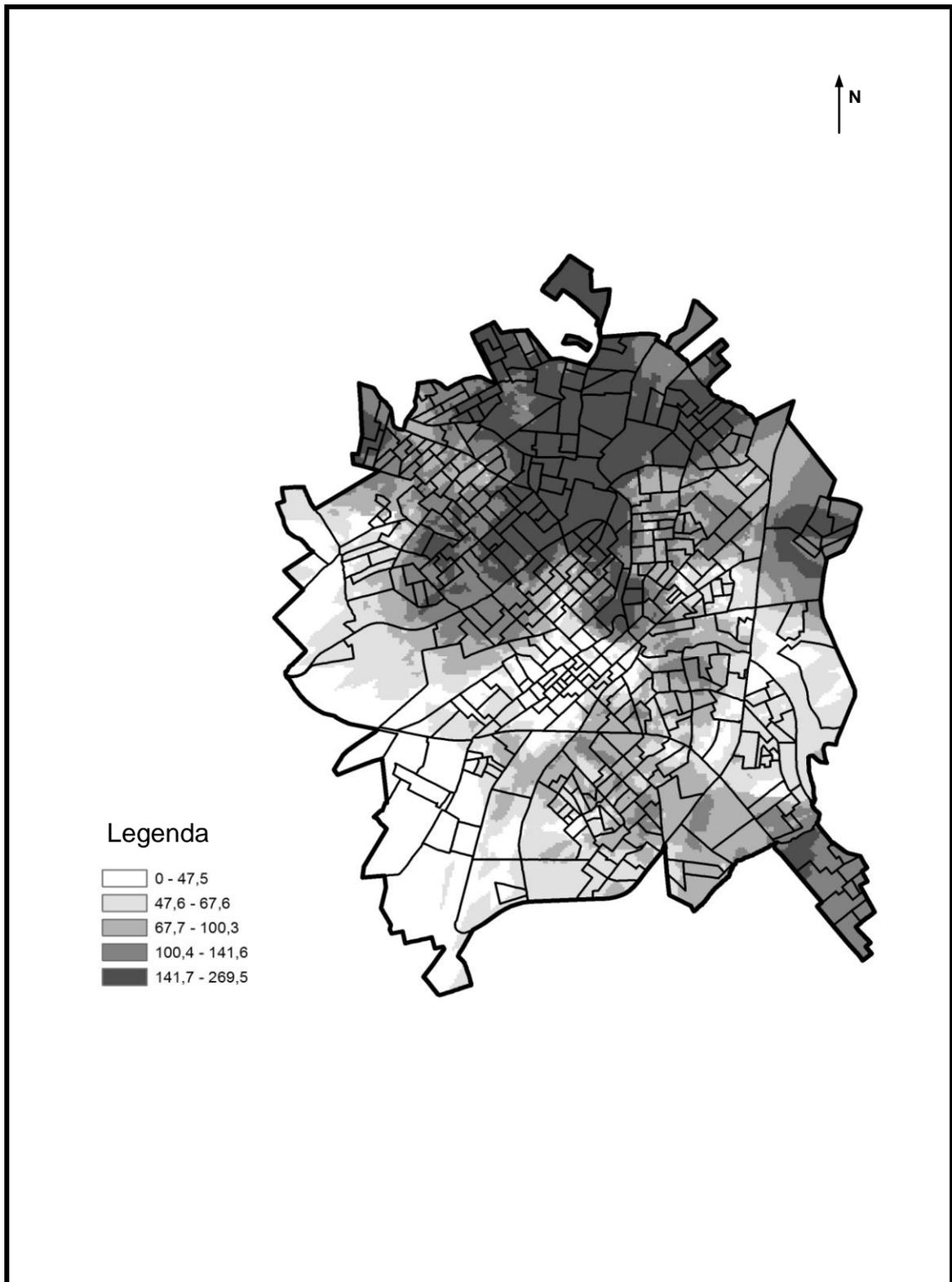
**Figura 3.** Prevalência e índice de detecção de hanseníase, São José do Rio Preto, 1998 a 2007.

Do total de 414 casos de Hanseníases notificados entre 1998 e 2007, 398 (96%) foram geocodificados, os quais são apresentados na Figura 4, que representa todo o município de São José do Rio Preto. Destes, 379 (95,2%) ocorreram na área urbana e foram utilizados para o cálculo dos coeficientes de incidência por setores censitários. A Figura 5 apresenta a distribuição espacial interpolada do coeficiente de incidência de Hanseníase no município para 10 anos (1998 a 2007). As categorias coropéuticas mais claras representam áreas

com baixos coeficientes de incidência de Hanseníase e as categorias mais escuras com altos coeficientes de incidência. Enquanto que a incidência para o município como um todo nestes 10 anos foi igual a 104,1 casos por 100.000 habitantes (ou 10,4 casos por 100.000 por ano), a Figura 4 nos mostra que as incidências apresentaram grande heterogeneidade dentro do município, com valores variando entre 0 a 269,5 casos por 100.000 habitantes (ou 0 a 26,9 casos por 100.000 por ano).

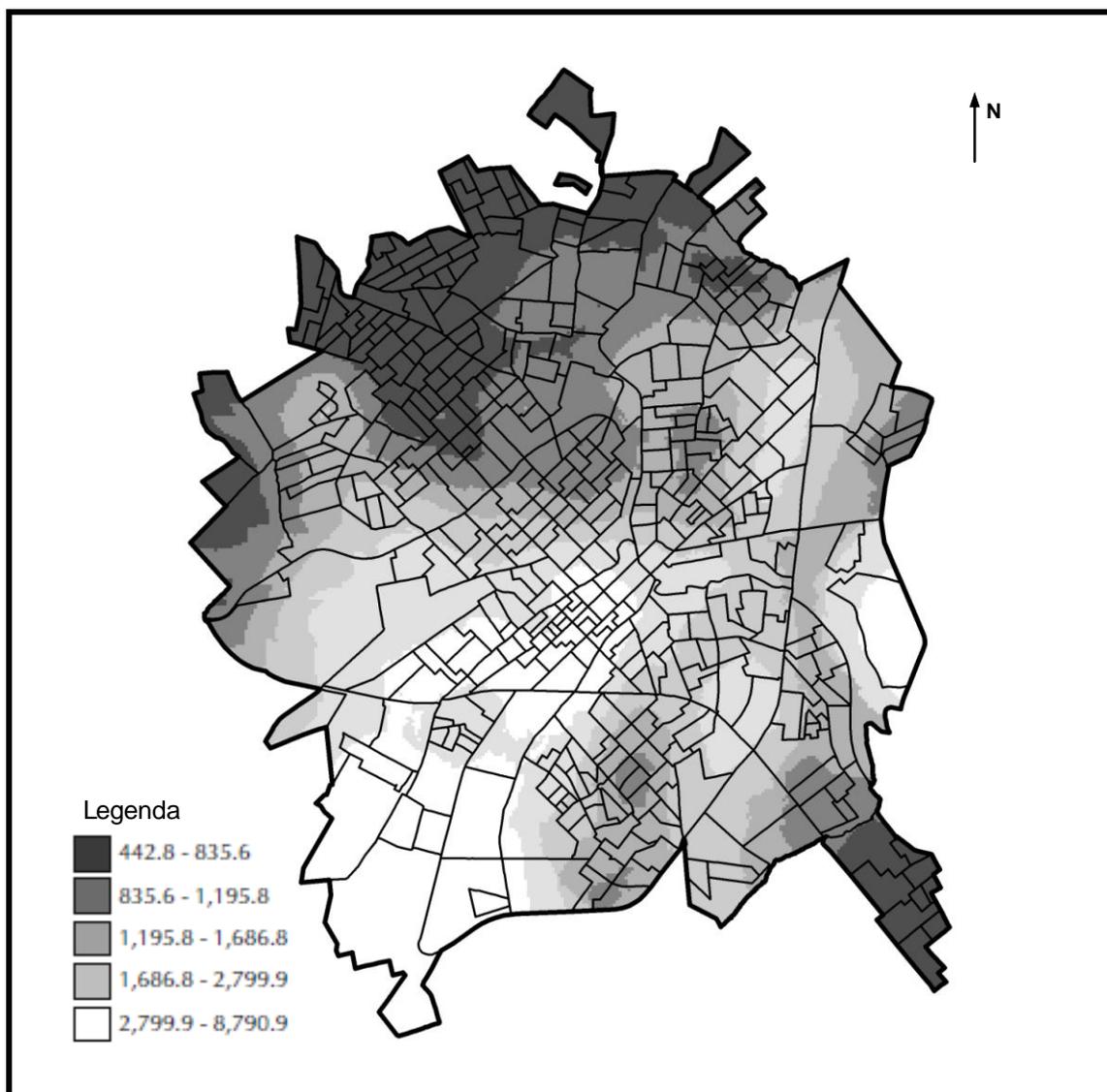


**Figura 4.** Casos de Hanseníase geocodificados, São José do Rio Preto, 1998 a 2007.

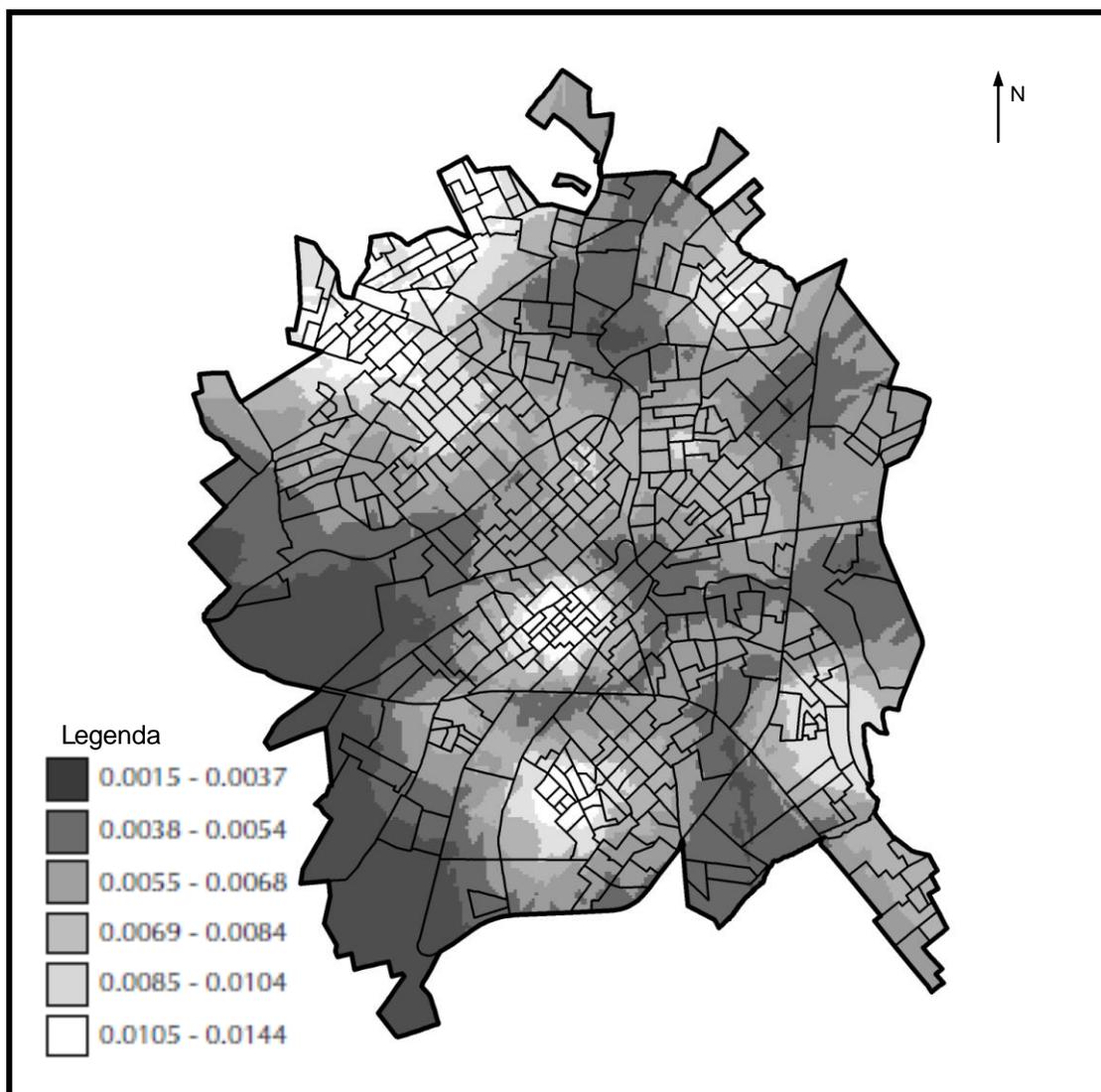


**Figura 5.** Distribuição espacial dos coeficientes de incidência (casos por 100.000 hab.) de Hanseníase em São José do Rio Preto, 1998 a 2007.

Na Figura 6 obtve-se, após interpolação estatística, a apresentação coropéica da distribuição dos escores dos fatores socioeconômicos na área urbana do município de São José do Rio Preto. As áreas mais escuras destacam-se como sendo as mais dependentes da ação do Poder Público, que representam a camada de excludidos sociais, no que se refere à promoção e proteção da saúde, além das demandas por educação, alimentação, trabalho, habitação, meio ambiente saudável, e outros. Por contraste, as áreas mais claras representam aglomerados com maior nível socioeconômico, sendo, portanto, representativos da indústria social, ou a parcela da população que usufrui da educação e produção socioeconômica. A Figura 7 apresenta a distribuição espacial da densidade demográfica, no município, onde as áreas mais claras representam aglomerados de maior densidade e as mais escuras de menores. A Figura 8 apresenta, entre outros elementos geográficos, as escolas e creches públicas e particulares, as unidades básicas de saúde, hospitais e centros de referência para Hanseníase de São José do Rio Preto.



**Figura 6.** Distribuição espacial do Fator Socioeconômico na área urbana do município de São José do Rio Preto.



**Figura 7.** Distribuição espacial da densidade demográfica (habitantes por km<sup>2</sup>) na área urbana do município de São José do Rio Preto.

A norte, noroeste e sudeste da área urbana do município observam-se áreas de menor nível sócio econômico ocorrendo em paralelo com maiores incidências de casos de hanseníase (Figuras 5 e 6). Nestas áreas a densidade demográfica ocorre de forma variada, com locais com menor número de pessoas por quilômetro quadrado, associados às matas ciliares de rios que cortam as áreas norte e nordeste, e locais mais populosos (Figura 7).

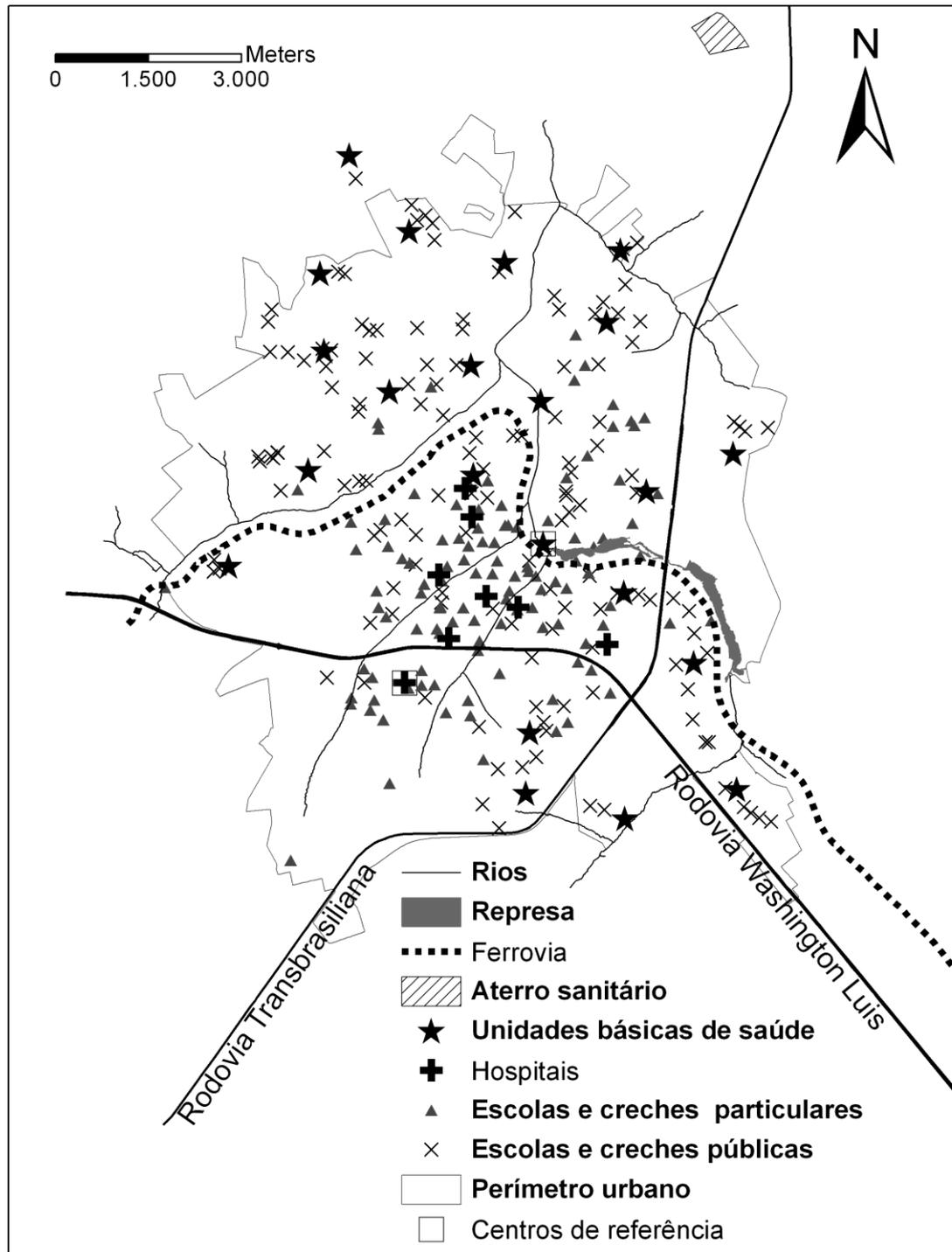
A região oeste caracteriza-se pela presença do principal parque industrial da cidade, aeroporto, cemitério popular e áreas verdes. Sua área residencial apresentou nível médio socioeconômico e densidade demográfica média e baixa. Os coeficientes de incidência de Hanseníase apresentaram valores intermédios, tendendo a valores mais altos em locais próximos à região norte (Figuras 5, 6 e 7).

As regiões centro e sudoeste apresentaram alto nível socioeconômico e baixo coeficiente de incidência para Hanseníase, com a diferença de que a primeira com alta densidade demográfica (grande concentração de edifícios residenciais) e a segunda apresentou baixa densidade demográfica (casas amplas e áreas verdes) (Figuras 5, 6 e 7).

A região leste do município apresentou áreas com níveis socioeconômicos baixos, intermédios e altos associados, respectivamente, a coeficientes de incidências de Hanseníase altos, intermédios e baixos (Figuras 5 e 6). Esta região apresentou também diferentes níveis de densidade demográfica, mas sem relação aparente com os níveis socioeconômicos ou de Hanseníase. As áreas de baixa densidade demográfica da região leste estão relacionadas com a represa municipal que abastece parte da população do município (Figuras 7 e 8).

A comparação das Figuras 6 e 8 mostra que as áreas norte, nordeste e sudeste, de mais baixo nível socioeconômico, concentraram maior número de escolas e creches públicas e de unidades básicas de saúde, além da proximidade ao aterro sanitário. As áreas sudoeste e centro, de mais alto nível socioeconômico apresentaram quase a totalidade dos hospitais (todos

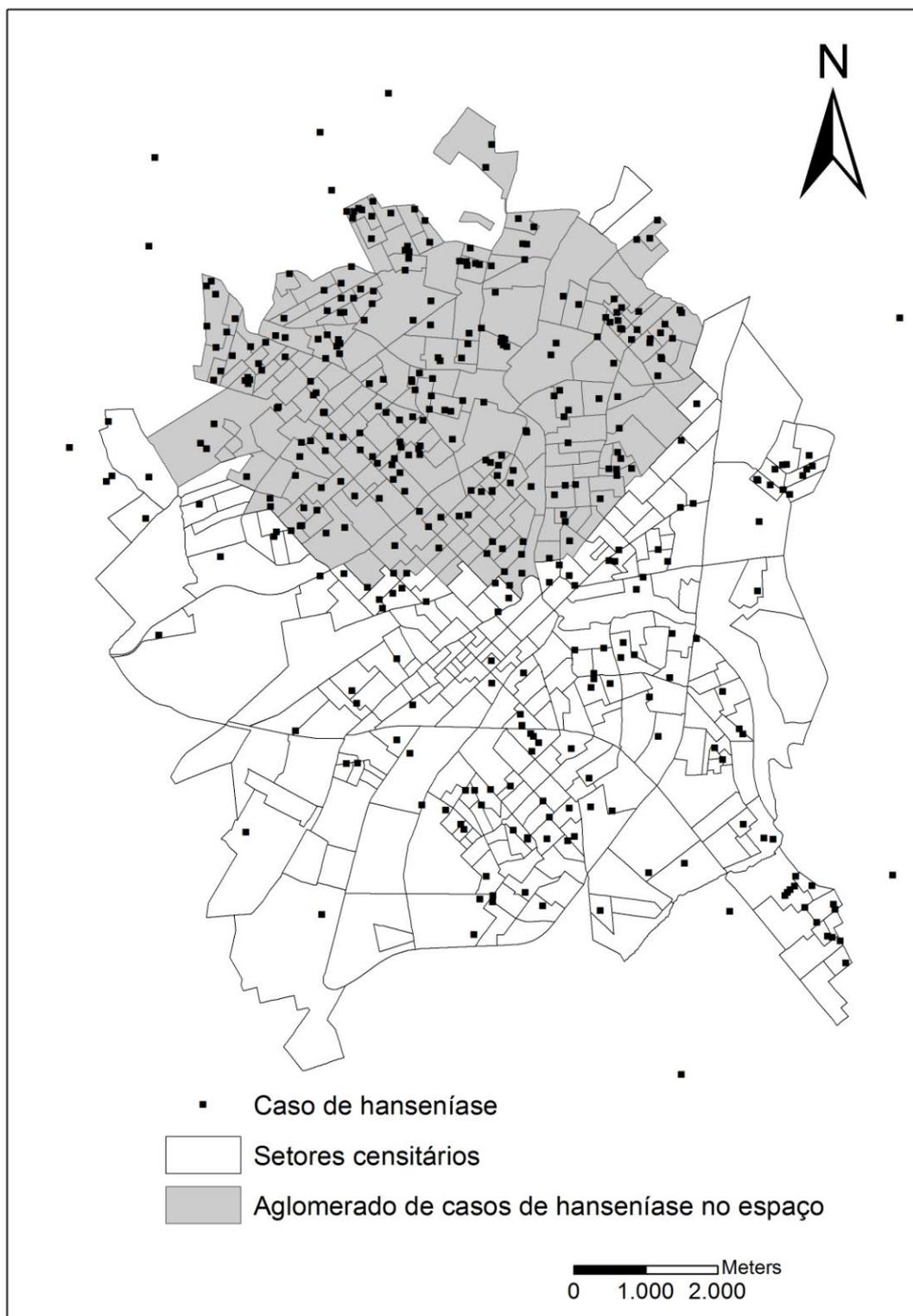
particulares) e grande parte das escolas e creches particulares. Os centros de referência para Hanseníase estão localizados em áreas de baixa incidência de Hanseníase ( Figura 5) e alto nível socioeconômico ( Figura 6).



**Figura 8.** Perímetro urbano de São José do Rio Preto e rios, represa, ferrovia, rodovias, escolas, creches públicas e particulares, unidades básicas de saúde e hospitais.

Dos 398 casos de Hanseníase geocodificados, 379 ocorreram na área urbana do município e foram utilizados nas análises para identificação dos aglomerados espaciais e espaço-temporais. A estatística de varredura utilizada para análise dos casos de Hanseníase para verificar a ocorrência de aglomerados puramente espaciais produziu um único aglomerado significativo ( $p = 0,001$ ), conforme mostrado na Figura 9. Esse aglomerado espacial englobou 243 (64,1%) dos casos de Hanseníase detectados no período. Ocupou área correspondente a 193 (44,7%) dos setores censitários e localizou-se na região norte e em parte das regiões noroeste e nordeste do município de São José do Rio Preto. O centro do aglomerado correspondeu ao centróide do setor censitário de coordenadas cartesianas  $x = 667519,0$  m e  $y = 7702242,8$  m e raio igual a 3564,7 m. Foram encontrados outros dois aglomerados, mas com valores de  $p$  acima de 0,90. Os demais setores (189 setores onde ocorreram casos da doença), isto é, os que não fizeram parte do aglomerado espacial, englobaram 136 casos de Hanseníase.

A taxa de incidência anual para os casos aglomerados no espaço foi de 14,1 casos por 100.000 habitantes por ano, enquanto que a taxa de incidência anual para os casos fora do aglomerado, mas dentro da área urbana, foi de 7,5 casos por 100.000 habitantes por ano, ambas no período de 1998 a 2007. Dividindo-se a primeira taxa pela segunda obtemos um risco relativo de 1,88. Isto significa que a população moradora dos setores pertencentes ao aglomerado de casos teve, no período, 88% mais risco de adoecer por Hanseníase do que a população moradora fora desta área.

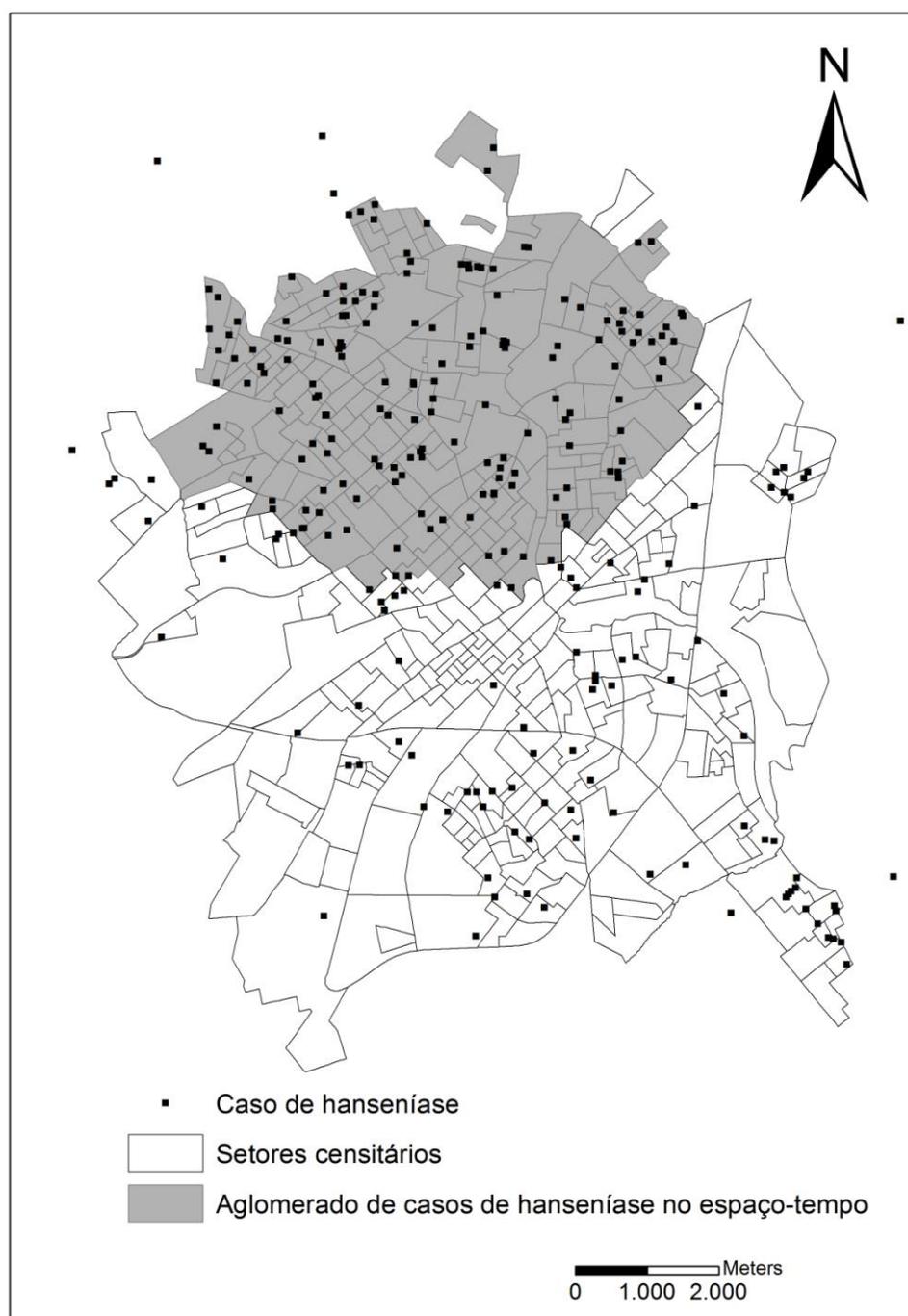


**Figura 9.** Aglomeração espacial de casos de Hanseníase com ocorrência na área urbana de São José do Rio Preto, 1998 a 2007.

A estatística de varredura utilizada para análise dos casos de Hanseníase para verificar a ocorrência de aglomerados espaço-temporais também produziu um único aglomerado significativo ( $p=0,001$ ), conforme mostrado na Figura 10. Esse aglomerado englobou 170 casos (44,9% do total) e englobou os mesmos 193 setores pertencentes ao aglomerado espacial. A análise mostrou a aglomeração temporal dos casos entre 1999 e 2004, período em que os coeficientes de detecção permaneceram constantes e imediatamente anteriores ao início da queda das taxas.

Entre 1999 e 2004, duração do aglomerado espaço-temporal, ocorreram no município 274 casos de Hanseníase, sendo 257 na área urbana. Desses, 87 casos ocorreram fora da área de aglomeração espaço-temporal. A taxa de incidência anual, nesse período, para o aglomerado foi de 20,3 casos por 100.000 habitantes por ano, enquanto que para a área fora do aglomerado foi de 9,8 casos por 100.000 habitantes por ano. Dividindo-se a primeira pela segunda obtemos um risco relativo de 2,07, o que significa que a população moradora dos setores pertencentes ao aglomerado espaço-temporal de casos teve, no período de 1999 a 2004, 107% mais risco de adoecer por Hanseníase do que a população moradora fora desta área.

Nesse período, os valores de prevalências eram superiores a 10 casos por 100.000 habitantes (Figura 3), valor de referência para consideração da doença como epidemia como problema de saúde pública. Dos seis casos de Hanseníase entre menores de 15 anos ocorridos entre 1998 e 2007, quatro ocorreram neste aglomerado espaço-temporal (Tabela 1).



**Figura 10.** Aglomeração espaço-temporal de casos de Hanseníase com ocorrência na área urbana de São José do Rio Preto, 1999 a 2004.

A região onde ocorreu aglomeração de casos de Hanseníase no espaço e no espaço-tempo compreende, em maior intensidade do que no restante da

parte urbana da cidade, setores censitários com níveis socioeconômicos mais baixos. Isso pode ser percebido por meio da comparação entre as Figuras 9 e 10 com a Figura 6, que apresenta os setores classificados em níveis socioeconômicos.

**Tabela 1.** Distribuição de casos de Hanseníase, em menores de 15 anos em São José do Rio Preto, por ano e local de moradia

| Ano          | Total de Casos urbanos | Casos menores de 15 anos | Pertencentes ao aglomerado espaço-temporal |          |
|--------------|------------------------|--------------------------|--|----------|
|              |                        |                          | Sim  | Não      |
| 1998         | 38                     | 0                        |  |          |
| 1999         | 49                     | 1                        | 0  | 1        |
| 2000         | 35                     | 0                        |  |          |
| 2001         | 44                     | 0                        |  |          |
| 2002         | 49                     | 2                        | 1  | 1        |
| 2003         | 41                     | 2                        | 2  | 0        |
| 2004         | 40                     | 1                        | 1  |          |
| 2005         | 35                     | 0                        |  |          |
| 2006         | 26                     | 0                        |  |          |
| 2007         | 22                     | 0                        |  |          |
| <b>Total</b> | <b>379</b>             | <b>6</b>                 | <b>4</b>                                   | <b>2</b> |

## 4. DISCUSSÃO

---

#### 4. DISCUSSÃO

A Hanseníase é uma doença crônica de baixa letalidade com tendência a diagnóstico tardio nas áreas de média e baixa endemicidade, o que favorece a prevalência oculta. Quando o acesso ao diagnóstico e tratamento é facilitado, primeiramente ocorre um aumento na detecção de novos casos. A partir do momento em que o serviço operacional atinge estabilidade e adequação na cobertura de busca à Hanseníase, a tendência será do coeficiente de detecção interferir na diminuição da incidência real de casos, promovendo a queda da prevalência oculta e consequentemente a diminuição da transmissão.

Para redução da prevalência oculta e detecção da Hanseníase é necessário que se encerre o tratamento do caso notificado dentro do prazo estabelecido e que se diminua a transmissão da doença, respectivamente. Ao longo do tempo, em função da diminuição da prevalência oculta com consequente queda na transmissão, o coeficiente de detecção diminuirá e tenderá a se igualar à incidência real quando não for mais possível a redução do período entre o início da doença até o diagnóstico.

Para diminuir a prevalência oculta da doença, é necessário um sistema mais ágil para detecção de casos. O diagnóstico precoce influencia na diminuição da prevalência oculta e está influenciado diretamente na transmissão da Hanseníase, assim como, recebe influência do número real de casos, daí a importância de desenvolvimento de ações de alta produtividade para se atingir o objetivo de controle da doença. Séries históricas da detecção e prevalência

da Hanseníase são necessárias para a interpretação sobre a tendência da transmissão como indicador.<sup>(37)</sup>

Em São José do Rio Preto os coeficientes de prevalência correspondem ao que aconteceu no Brasil e Estado de São Paulo, onde a prevalência se manteve com valores praticamente estáveis de 1998 a 2004.<sup>(16)</sup> A partir daí sofreu uma redução significativa culminando, no município, com a meta de eliminação da Hanseníase como problema de saúde pública e atingindo coeficientes de prevalência menores que 10 casos / 100.000 habitantes em 2006 e 2007. A prevalência estabelecida para a eliminação poderia ter sido atingida em anos anteriores a 2006, não ocorrendo devido a permanência de pacientes em registro ativo por excessiva cautela dos médicos responsáveis pelo encerramento do tratamento. Ao mesmo tempo a detecção de casos novos, indicador utilizado para demonstração da força da doença, vem diminuindo gradativamente com o passar do tempo no município. Ficou constatado que a incidência da Hanseníase no período de estudo ocorreu em sua maioria nas áreas urbanas do município, o que também foi constatado nos estudos de *Melão et al.*<sup>(38)</sup> no extremo sul do estado de Santa Catarina, de *Mranzi et al.*<sup>(39)</sup> no estado de Roraima e de *Melo et al.*<sup>(40)</sup> no estado do Sergipe, o que permitiu análises correspondentes a provável situação da endemia no município.

O modelo de atendimento ao hanseniano em São José do Rio Preto apresenta certas deficiências, as quais podem não garantir que o declínio da prevalência e detecção de casos seja sustentável ou mesmo que a eliminação se mantenha. Na avaliação da redução das taxas de detecção, a possibilidade

de ocorrência de subnotificação de casos atendidos pela rede convergada e também nos consultórios particulares, principalmente na população de melhores níveis socioeconômicos é questão importante a ser levada em conta. Esta constatação considerou o levantamento realizado no município, entre 1998 e 2006, quando se observou que 34,8% dos diagnósticos de Hanseníase terem sido realizados na rede convergada, mas notificados e tratados na pública,<sup>(41)</sup> gerando dúvida se todos os casos atendidos na rede convergada e nos consultórios particulares terem sido de fato notificados.

Na rede pública de saúde a busca ativa em prontuários em Unidades Básicas de Saúde é uma das formas de identificar ocorrência de subnotificações.<sup>(28,42)</sup> A descoberta de distorções e sua correção possibilitam melhor seguimento e avaliação do programa de controle, tornando-o menos vulnerável. A atividade de busca ativa em prontuários, para ser efetiva, requer motivação dos gestores, funcionários operacionais e dirigentes no sentido da obtenção e análise das informações.<sup>(43,44)</sup> Esta ação é regularmente realizada pela unidade referência no tratamento de Hanseníase de São José do Rio Preto.

As ações de controle da transmissão e tratamento da doença têm sido desenvolvidas de forma parcialmente centralizada em São José do Rio Preto, contrariando as normas definidas pelo Ministério da Saúde, em 2002, que propôs descentralização das ações de controle da hanseníase,<sup>(9)</sup> isto facilitaria o acesso de pacientes ao serviço de saúde. Atualmente o município conta com 23 Unidades Básicas de Saúde (UBS) que fazem a suspeição dos sintomáticos dermatoneuróticos e os encaminham para o Núcleo de Gestão Assistencial

(NGA), centro de referência em Hanseníase do município e para o Ambulatório de Dermatologia do Hospital de Base da Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto, os quais atuam como referências regionais do Estado de São Paulo. Ambos os serviços realizam a suspeição, o diagnóstico, o tratamento do doente e de suas reações, de incapacidades dos casos de Hanseníase e, assim como, as UBS fazem a avaliação de contatos periodicamente.

A descentralização do controle da Hanseníase para todas as unidades básicas de saúde é um desafio que idealiza aumentar a qualidade e precocidade da detecção de novos casos. Ao mesmo tempo, deverá proporcionar melhores condições de atendimento ao usuário e de seus contatos, permitindo diagnóstico e tratamento em local próximo de sua residência. Acredita-se que o atendimento centralizado dificulta o acesso ao tratamento. Para os casos de Hanseníase detectados em São José do Rio Preto, mesmo tendo o incentivo de bônus para transporte, este atendimento é provavelmente dificultado pelo fato dos dois serviços de referência se localizarem nas regiões: central e centro sul do município, áreas de alto nível socioeconômico e baixa incidência da doença. Por outro lado, a maior parte dos pacientes com Hanseníase, em tratamento ou alta, é residente em regiões de baixo nível socioeconômico, distintas das que oferecem tratamento.

A eliminação da Hanseníase como problema de saúde pública, pelos critérios da OMS<sup>(9)</sup> e sua manutenção são fatores novos no cenário mundial, que predizam ser mais bem estudados e, onde necessária, requer esforços de vigilância cuidadosa e constante. A redução do coeficiente de detecção deve ser vista com cautela, pois pode ser efeito da substituição da detecção ativa

pel a passiva de casos, da falta de conscientização dos profissionais e da comunidade, ou mesmo de diagnóstico errado.<sup>(15)</sup> Para auxiliar no direcionamento das atividades de controle, o uso de Sistemas de Informação Geográfica e técnicas de análise espacial para a detecção de aglomerados espaciais ou espaço-temporais são consideradas importantes ferramentas para avaliação e monitoramento da efetividade dos serviços de saúde em detectar e tratar todos os casos de hanseníase.<sup>(45,46)</sup>

A distribuição não homogênea da doença, pelo território, assim como, a ocorrência predominante em áreas urbanas do município concordam com o caráter urbano da doença observado por Amaral.<sup>(29)</sup>

A associação entre áreas com baixo nível socioeconômico e maiores incidências de Hanseníase, encontradas nesta pesquisa, estão de acordo com Bechelli,<sup>(47)</sup> que também observou relação entre a doença e pior qualidade de vida. Também tem sido observado que pacientes com piores condições sociais têm menores chances de receber tratamento<sup>(48)</sup> e que, pela localização de suas residências, a elas são impostas barreiras que dificultam a acessibilidade aos serviços de saúde.<sup>(49,50)</sup> Afirma que, além dos fatores ambientais favoráveis na zona tropical, outros como: nutrição deficiente, promiscuidade, e baixo nível socioeconômico predispõem à hanseníase. Por outro lado, ficou evidente neste trabalho que, quando a condição socioeconômica apresentou-se em melhor nível, a densidade demográfica pouco interferiu no risco de adoecer por Hanseníase.

A técnica de pesquisa espaço-tempo, aplicada neste estudo, pode ser usada para uma simples análise retrospectiva a partir de uma data histórica ou

---

para pesquisa em um período prospectivo, no qual a análise é repetida em períodos de tempo. A técnica de análise espacial SaTScan avalia a significância entre a doença relatada e a formação de aglomerados espaciais ou espaço-temporais e também é usada para testar se uma doença é aleatoriamente distribuída ao longo do espaço, ao longo do tempo ou no espaço e no tempo, simultaneamente. Esta técnica se presta para realizar a vigilância geográfica da doença, na detecção de áreas de índices elevados, médios ou baixos da doença estudada e para avaliar a repetição periódica da doença em questão, para a detecção precoce de surtos.

O aglomerado espacial detectado no período do estudo coincidiu com os resultados da interpretação estatística que mostraram que as maiores incidências de hanseníase estavam associadas a áreas com moradores de menores níveis socioeconômicos. O aglomerado espacial induziu toda a zona norte da cidade, com maior índice de detecção em relação ao restante do município, caracterizando-a como a de maior potencial de transmissão da hanseníase.<sup>(51)</sup> O período de detecção do aglomerado espaço-temporal, correspondeu ao período no qual as taxas de detecção estiveram constantes, isto é, entre 1999 e 2004. Esses dois resultados mostram que a formação de aglomerados se extingue num momento prévio ao momento em que se atinge a eliminação da doença, onde ocorre a diminuição da sua força de transmissão e sua desarticulação territorial. Portanto, imediatamente, após esse período ter ocorrido queda dessas taxas, válida a análise espaço-temporal realizada. Sugere também que as ações de prevenção e controle da doença, entre elas, as constantes campanhas para busca ativa de casos e maior sensibilização

dos serviços no manejo com a Hanseníase, colaborar para a diminuição das taxas a partir de 2004.

A ocorrência espacialmente heterogênea da Hanseníase, demonstrada neste estudo, mostra que a análise sobre a eliminação ou não da doença não pode ser feita com a consideração do município como uma unidade indivisível. Por outro lado, os resultados da análise espacial, ao identificar áreas com diferentes níveis de riscos, fornecem subsídios para enfrentar os desafios administrativos. Sobretudo, auxiliar nos direcionamentos assistenciais com vistas à descentralização do atendimento e monitoramento da eliminação da Hanseníase.

No período de 1998 a 2002, as atividades de controle da Hanseníase, no município de São José do Rio Preto, foram realizadas de forma voltada à detecção e cura dos pacientes hansenianos. A partir de 2002 foram intensificadas as ações de busca de contatos da doença o que propiciou a detecção de casos de Hanseníase nas variadas idades, sendo que a presença da doença em menor de 15 anos corrobora com a hipótese de haver transmissão da doença neste período.

A Figura 3 evidencia a tendência de queda para o coeficiente de detecção na população total e quando observada a Tabela 1, os índices de detecção em menores de 15 anos de idade comportaram-se de modo semelhante à série histórica. Apresentaram redução de casos até a ocorrência de nenhum caso, a partir de 2004, coincidindo com o período de existência e fase final do aglomerado espaço-temporal identificado na zona noroeste e norte do município de São José do Rio Preto. Isso sugere que a persistência da busca

ativa de casos propiciou a diminuição da transmissão da doença a partir de 2004 e mostrou o não aparecimento da Hanseníase em jovens menores de 15 anos nos anos de 2005 a 2007.

Isso corrobora a hipótese de que a queda nas taxas de detecção reflita de fato uma queda da incidência real de hanseníase em São José do Rio Preto. No entanto há necessidade de se observar longas séries históricas de detecção dos casos e prevalência, além do monitoramento prospectivo da formação de novos aglomerados, por meio do uso das técnicas disponíveis no programa SaTScan. Assim poder-se-ia afirmar com certeza a real situação do comportamento epidemiológico da Hanseníase no município de São José do Rio Preto.

Também devem ser levadas em conta a localização e o número de Unidades prestadoras de atenção Básica, UPAS, Hospitais, urgência e especialidades para as famílias residentes na zona Norte e seus respectivos índices de cobertura para deliberação de ações de assistência, vigilância e controle da doença de caráter residual.

A vigilância epidemiológica no controle da Hanseníase em áreas de maior risco, onde está situada a região do aglomerado (zona Norte), deve considerar a definição de estratégias de ação direcionadas às novas áreas habitacionais, em articulação com a Atenção Básica. Para se conseguir os melhores resultados no controle da doença, devem ser ampliadas a cobertura de serviços de saúde e as atividades de mobilização, educação e comunicação nessas áreas onde a população e o número de novos conjuntos habitacionais não para de crescer.

Com a implantação da descentralização, além das ações já discutidas, deve-se garantir permanentemente que os gestores e profissionais de saúde não deixem de ficar atentos e capacitados para o tratamento e manejo das reações advindas da Hanseníase que são as precursoras das deficiências físicas tão temidas pelos profissionais e pacientes e que necessitam de serviços especializados.<sup>(52,53)</sup> Espera-se alcançar melhor aceitação, compreensão e conhecimento da comunidade sobre a doença, diminuição do estigma e melhor controle da Hanseníase.

Algumas limitações do estudo certamente corroboram para a imprecisão na delimitação dos aglomerados, tais como, a qualidade dos dados a serem trabalhados e mesmo o desconhecimento real dos casos existentes na área em estudo, mas não invalidaram o trabalho, mesmo assim conseguiu-se cumprir os objetivos propostos.

## 5. CONCLUSÕES

---

## 5. CONCLUSÕES

Concluiu-se que esse estudo:

- o Colaborou na obtenção de informações para direcionar o planejamento de ações de vigilância e controle da hanseníase;
- o Realçou a predominância de casos de hanseníase na área urbana do município;
- o Possibilitou delimitar áreas de maior risco para se contrair a doença;
- o Salientou a heterogeneidade de incidências para setores censitários do município;
- o Mostrou a não relação da ocorrência de casos com o local de moradia e alocação dos serviços de saúde;
- o Evidenciou a concordância entre áreas com alta incidência de casos e menores níveis socioeconômicos e a não relação entre a doença e a densidade demográfica;
- o Indicou a existência de aglomerado espacial e espaço-temporal ambos significantes e sobrepostos onde a doença se manifestou mantendo comportamento epidêmico no período de 1999 a 2004;
- o Permitiu observar coincidência entre o término da ocorrência do aglomerado espaço-temporal detectado e o início da fase de eliminação da Hanseníase como problema de saúde pública no

muni c í p i o e manut enç ã o de coefi d ê n t e s de pr eva l ê n c i a abai xo de 10  
casos/ 100.000 habit ant es.



## **6. DESAFIOS**

Mobilizar a vontade política a priorizar ações e medidas administrativas no sentido de minimizar os efeitos da desigualdade social e elevar o padrão de vida, higiene e educação da população.

Ampliar a cobertura de serviços de saúde em novas áreas habitacionais e nas de maior risco.

Estimular a busca ativa de casos, ações de prevenção e divulgação junto à comunidade, para melhorar a aceitação da doença e diminuição do estigma.

Observar continuamente as séries históricas de detecção dos casos e prevalência, além de monitorar prospectivamente a formação de novos aglomerados, por meio do uso das técnicas disponíveis no programa SaTScan, para delinear a real situação do comportamento epidemiológico da Hanseníase no município de São José do Rio Preto.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Castro SMS, Watanabe HAW. Isolamento compulsório de portadores de hanseníase: memória de idosos. *Hist Cienc Saúde- Manguinhos* 2009; (16(2): 449-87.
2. World Health Assembly 44.9. Elimination of leprosy: resolution of the 44th World Health Assembly. Geneva: World Health Organization; 1991.
3. Marziak MLC. Epidemiologia da Hanseníase no Estado de São Paulo. In: 19º Encontro Estadual de Avaliação das Ações de Controle da Hanseníase; 2006; São Paulo. Secretaria de Estado da Saúde, CVE, Centro de Vigilância Epidemiológica Prof. 'Alexandre Varjão'; 2006. Disponível em [www.cve.saude.sp.gov.br/ht/m/hans/Hans2006.pps](http://www.cve.saude.sp.gov.br/ht/m/hans/Hans2006.pps) Acessado em 21/08/2010.
4. Organização Pan-Americana da Saúde. Organização Mundial da Saúde. Eliminação da Hanseníase das Américas. *Hanseníase Hoje* 2003; (11) Dez.
5. Organização Mundial da Saúde. Estratégia global para aliviar a carga da hanseníase e manter as atividades de controle da hanseníase. Período do plano: 2006-2010. Brasília (DF): Organização Mundial da Saúde; 2005.
6. World Health Organization. Weekly epidemiological record 2 september 2011, 86<sup>th</sup> YEAR No. 36, 2011, 86, 389-400. <http://www.who.int/wer>. Acessado em 21/07/2011.

7. World Health Organization. Global leprosy situation, beginning of 2008. *Wkly. Epidemiol Rec* [periódico na Internet]. 2008 Ago. Disponível em <http://www.who.int/wer/2008/wer8333.pdf>. Acessado em 13/07/2011.
8. World Health Organization. Global leprosy situation, 2010. *Wkly. Epidemiol Rec* [periódico na Internet]. 2010 Ago. Disponível em <http://www.who.int/wer/2010/wer8535.pdf>. Acessado em 12/07/2011.
9. Ministério da Saúde. Guia para o controle da hanseníase. Brasília (DF): Departamento de Atenção Básica, Secretaria de Políticas de Saúde, Ministério da Saúde; 2002.
10. Starfield B. Atenção primária: equilíbrio entre necessidades de saúde, serviços e tecnologia. Brasília (DF): UNESCO; 2002.
11. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Programa Nacional de Eliminação da Hanseníase [homepage na Internet]. Brasília (DF): Ministério da Saúde; 2006. Plano Nacional de eliminação da hanseníase em nível municipal 2006-2010; Disponível em [http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/hansenase\\_plano.pdf](http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/hansenase_plano.pdf). acessado em 02/09/2009.
12. Mercaroni DA. Análise espacial da endemia hanseníaca no município de Fernandópolis/SP [tese]. Ribeirão Preto (SP): Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo; 2003.
13. Das MCFS, Das GH, Nobre ML. Spatial distribution of hansen disease in the municipality of Mossoró/RN using the Geographical Information System - (GIS). *An Bras Dermatol* 2005; 80(Suppl 3):S289-94.

14. Montenegro ACD, Werneck GL, Kerr-Pontes LRS, Barreto ML, Feldmeier H. Spatial analysis of the distribution of leprosy in the state of Ceará, Northeast Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2004; 99(7):683-6.
15. Lapa T, Ximenes R, Silva NN, Souza W, Albuquerque MFM, Campozana G. Vigilância da hanseníase em Oitinda, Brasil, utilizando técnicas de análise espacial. *Cad Saúde Pública* 2001; 17(5): 1153-62.
16. Oprimolla PA, Dalben I, Cardim M. Análise da distribuição espacial da hanseníase no Estado de São Paulo 1991-2002. *Rev Bras Epidemiol*. 2005; 8:356-64.
17. World Health Organization [homepage na Internet]. Geneva: World Health Organization; 2012. Leprosy: global situation. [Aproximadamente 1 tel.]. Disponível em <http://www.who.int/lep/situation/en/>. Acessado em 02/02/2012.
18. Sanches LAT, Pittner E, Sanches HF, Monteiro MC. Detecção de casos novos de hanseníase no município de Prudentópolis PR: uma análise de 1998 a 2005. *Rev Soc Bras Med Trop* 2007; 40(5):541-5.
19. Lapa TM, Albuquerque MFM, Carvalho MS, Silveira JRJC. Análise da demanda de casos de hanseníase aos serviços de saúde espacial. *Cad Saúde Pública* 2006; 22(12):2575-83.
20. Carvalho MS, Souza-Santos R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. *Cad Saúde Pública* 2005; 21(2):361-78.

21. Hino P, Villa TCS, Cunha TN, Santos CB. Distribuição espacial de doenças endêmicas no município de Ribeirão Preto (SP). *Ciênc Saúde Coletiva* 2011; 16(Suppl 1): 1289-94.
22. Ministério da Saúde. Portaria nº 3.125, de 7 de outubro de 2010. Aprova as Diretrizes para Vigilância, atenção e controle da hanseníase. Brasília (DF): Diário Oficial da União nº 198. Seção 1. p.55.
23. Organización Panamericana de la Salud. Uso de los Sistemas de Información Geográfica en Epidemiología (SIG-EPI). *Bol Epidemiol* 1996; 17(1): 1-6.
24. Bakker M, Hatta M, Kwenang A, Katsler PR, Oskam L. Epidemiology of leprosy on five islands in the Flores Sea, Indonesia. *Trop Med Int Health* 2002; 7(9): 780-7.
25. Bakker M, Hatta M, Kwenang A, Faber WR, van Beers SM, Katsler PR, *et al.* Population survey to determine risk factors for *Mycobacterium leprae* transmission and infection. *Int J Epidemiol* 2004; 33(6): 1329-36.
26. Fischer EAJ, Pahan D, Chowdhury SK, Oskam L, Richardus J. The spatial distribution of leprosy in four villages in Bangladesh: an observational study. *BMC Infect Dis* 2008; 8: 125.
27. Gauy JS, Hino P, Santos CB. Spatial distribution of leprosy cases in Ribeirão Preto, Brazil, 2004. *Rev Latinoam Enferm* 2007; 15(3): 460-5.
28. Paschoal JAA. Estudo do tecido urbano, da edificação e do habitat do paciente de hanseníase de São José do Rio Preto-SP USP [tese]. São Carlos (SP): Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos; 2008.

29. Amaral EP, Lana FCF. Análise espacial da Hanseníase na microrregião de Aimenara, MG Brasil. Rev Bras Enferm 2008; 61(Esp.):701-7.
30. Gosling K, Lana FCF, Amaral EP, Tavares APN, Carvalho APM, Davi RFL. Análise da distribuição espacial da hanseníase na microrregião de Araçuaí- MG. In: 5º Simpósio de Hansenologia, 2010 Dez 7-9; Belo Horizonte (MG): Universidade Federal de Minas Gerais; 2010.
31. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [homepage na Internet]. 2011. Censo Demográfico de 2010. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/cadendario.shtm> Acessado em 15/03/2010.
32. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [homepage na Internet]. 2000. Censo Demográfico de 2000. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2000/default.shtm> Acessado em 07/06/2009.
33. Paschoal, VDA, Nard, SMT, Cury, MRCQ, Lombardi, C, Mirmond, M, Silva, RMDN, Paschoal, JAA, Magalhães, LG, Cortes, ECM, Kubotta, RMM, Soubhia, RMC. Criação de Banco de Dados para sustentação da pós-diagnóstico em hanseníase. Rev C S Col [periódico na internet] 2008 nov. disponível em <http://www.cienciaesaudecdiva.com.br>
34. Zimmerman DL, Fang X, Mazundar S, Rushton G. Modeling the probability distribution of positional errors incurred by residential address geocoding. Int J Health Geogr 2007; 6:1.
35. Altman DG. Practical statistics for medical research. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC; 1999.

- 
36. Bailey TC, Gatrell AC. Interactive spatial data analysis. Harlow: Prentice Hall; 1995.
37. Ministério da Saúde [homepage na Internet]. 2008. Vigilância em Saúde: situação epidemiológica da hanseníase no Brasil; [aproximadamente 12 telas]. Disponível em [http://port.d.saude.gov.br/port.d/arquivos/pdf/bd\\_etim\\_novembr0.pdf](http://port.d.saude.gov.br/port.d/arquivos/pdf/bd_etim_novembr0.pdf). Acessado em 07/06/2009.
38. Melão S, Branco LFDP, Mbonzer N, Veronesi CCD, Sroões P, WTA. Perfil epidemiológico dos pacientes com hanseníase no extremo sul de Santa Catarina, no período de 2001 a 2007. Rev Soc Bras Med Trop 2011; 44(1): 79-84.
39. Mrazni SSC, Pereira LHM, Nunes AA. Perfil epidemiológico da hanseníase em um município brasileiro, no período de 2000 a 2006. Rev Soc Bras Med Trop 2010; 43(1): 62-7.
40. Melo CM, Santos JAC, Santos LAG. Dinâmica espaço-temporal da hanseníase no estado de Sergipe (2004 - 2010). Scire Saluti, Aqui dá, 2011; 1(2): 23-34.
41. Arantes CK, Garcia MLR, Filipe MS, Nard SMT, Paschoal VDeA. Avaliação dos serviços de saúde em relação ao diagnóstico precoce da hanseníase. Epidemiol Serv Saúde 2010; 19(2): 155-64.
42. Façanha MC, Rênhio AC, Lima JRC, Ferrera MLLT, Teixeira GFD, Rouquayrd MZ. Hanseníase: subnotificação de casos em Fortaleza, Ceará, Brasil. An Bras Dermatol 2006; 81(4): 329-33.

43. Lombard C, coordenador. Hanseníase: epidemiologia e controle. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado; Arquivo do Estado; 1999.
44. World Health Organization. Report of TAG Leprosy Elimination, Geneva; 2000.
45. Bailey T. Spatial Statistical methods in health. Cad Saúde Pública 2001; 17(5): 1083-98.
46. Elliott P, Wartenberg D. Spatial epidemiology: current approaches and future challenges. Environ Health Perspect 2004; 112(9):998-1006.
47. Bechelli LM. O tempo de incubação da lepra. Rev Bras Lepr 1936; 4: 355-360.
48. Pinheiro RS. Estudos sobre variações no uso de serviços de saúde: abordagens metodológicas e a utilização de grandes bases de dados nacionais [Tese]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz; 1999.
49. Lovett TA, Haynes R, Sunnenberg G, Gale S. Car travel time and accessibility by bus to general practitioner services: a study using patient registers and GIS. Soc Sci Med 2002; 55(1):97-111.
50. Sampaio SAP, Castro RM, Rivitti EA. Dermatologia básica. 3ª ed. São Paulo: Artes Médicas; 1987.
51. Cury MRCQ, Paschoal VDel A, Nard SMT, Chierotti AP, Rodrigues-Junior AL, Chiraval-di-Neto F. Spatial analysis of leprosy incidence and associated socioeconomic factors. Rev Saúde Pública 2012; 46(1):110-8.
52. Naafs B, Faber W, Brandsma AW, Stanley J. Reactive phenomena. Bangkok: Workshop on Leprosy Research; 1993.

53. Nery JAG, Sales AM, Illarramendi X, Duppre NC, Jardim MR, Machado AM. Contribution to diagnosis and management of reactional states: a practical approach. *An Bras Dermatol* 2006; 81(4): 367-75.



## 8. APÊND CES

Apênd ce 1. Arti go publi cado na Revi sta de Saúde Publi ca 2012; 46( 1): 110-8.

Rev Saúde Pública 2012;46(1):110-8

Artigos Originaís

Maria Rita de Cassia Oliveira Cury<sup>I</sup>

Vania Del'Arco Paschoal<sup>II</sup>

Susilene Maria Tonelli Nardi<sup>III</sup>

Ana Patrícia Chierotti<sup>II</sup>

Antonio Luiz Rodrigues Júnior<sup>IV</sup>

Francisco Chiaravalloti-Neto<sup>V</sup>

## Spatial analysis of leprosy incidence and associated socioeconomic factors

## Análise espacial da incidência de hanseníase e fatores socioeconômicos associados

### ABSTRACT

**OBJECTIVE:** To identify clusters of the major occurrences of leprosy and their associated socioeconomic and demographic factors.

**METHODS:** Cases of leprosy that occurred between 1998 and 2007 in São José do Rio Preto (southeastern Brazil) were geocoded and the incidence rates were calculated by census tract. A socioeconomic classification score was obtained using principal component analysis of socioeconomic variables. Thematic maps to visualize the spatial distribution of the incidence of leprosy with respect to socioeconomic levels and demographic density were constructed using geostatistics.

**RESULTS:** While the incidence rate for the entire city was 10.4 cases per 100,000 inhabitants annually between 1998 and 2007, the incidence rates of individual census tracts were heterogeneous, with values that ranged from 0 to 26.9 cases per 100,000 inhabitants per year. Areas with a high leprosy incidence were associated with lower socioeconomic levels. There were identified clusters of leprosy cases, however there was no association between disease incidence and demographic density. There was a disparity between the places where the majority of ill people lived and the location of healthcare services.

**CONCLUSIONS:** The spatial analysis techniques utilized identified the poorer neighborhoods of the city as the areas with the highest risk for the disease. These data show that health departments must prioritize politico-administrative policies to minimize the effects of social inequality and improve the standards of living, hygiene, and education of the population in order to reduce the incidence of leprosy.

**DESCRIPTORS:** Leprosy, epidemiology, Socioeconomic Factors, Geographic Information Systems, utilization, Epidemiologic Surveillance.

<sup>I</sup> Secretaria Municipal de Saúde e Higiene. São José do Rio Preto, SP, Brasil

<sup>II</sup> Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto. São José do Rio Preto, SP, Brasil

<sup>III</sup> Laboratório Regional de São José do Rio Preto. Instituto Adolfo Lutz. São José do Rio Preto, SP, Brasil

<sup>IV</sup> Departamento de Medicina Social. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (USP). Ribeirão Preto, SP, Brasil

<sup>V</sup> Departamento de Epidemiologia. Faculdade de Saúde Pública. USP. São Paulo, SP, Brasil

**Correspondence:**  
Francisco Chiaravalloti-Neto  
Faculdade de Saúde Pública da USP  
Av. Dr. Arnaldo, 715  
01246-904 São Paulo, SP, Brasil  
E-mail: franciscochiara@usp.br

Received: 2/15/2011  
Approved: 7/26/2011

Article available from: [www.scielo.br/rsp](http://www.scielo.br/rsp)

---

**RESUMO**

**OBJETIVO:** Identificar áreas com maior ocorrência de casos de hanseníase e fatores socioeconômicos e demográficos associados.

**MÉTODOS:** Casos de hanseníase ocorridos entre 1998 e 2007 em São José do Rio Preto, SP, foram geocodificados e coeficientes de incidência foram calculados por setores censitários. Por meio da técnica de análise de componentes principais, obteve-se um escore para classificação socioeconômica. O uso do método de krigagem ordinária resultou em mapas temáticos para visualização da distribuição espacial da incidência de hanseníase, do nível socioeconômico e da densidade demográfica.

**RESULTADOS:** Enquanto a incidência para toda a cidade foi de 10,4 casos por 100.000 habitantes por ano, entre 1998 e 2007, as incidências por setores censitários foram heterogêneas, variando de zero a 26,9 casos por 100.000 habitantes por ano. Houve concordância entre áreas com valores mais altos de incidência e menores níveis socioeconômicos. Foram identificados aglomerados de casos de hanseníase. Não foi observada associação da doença com densidade demográfica. Detectou-se falta de relação entre os locais de moradia da maioria dos doentes e a localização dos serviços de saúde.

**CONCLUSÕES:** As técnicas de análise espacial utilizadas permitiram caracterizar as áreas mais deficitárias do município como as de maior risco para hanseníase.

**DESCRIPTORIOS:** Hanseníase, epidemiologia. Fatores Socioeconômicos. Sistemas de Informação Geográfica, utilização. Vigilância Epidemiológica.

---

**INTRODUCTION**

Leprosy is a chronic infectious disease that affects the skin and peripheral nervous system, and may cause irreversible physical lesions. The disease is often stigmatizing to patient, as they tend to be excluded and debilitated in their social relationships and economic activities.

Attempts by the World Health Organization to eliminate this disease have been unsuccessful, and leprosy is still a global public health problem. Among countries with populations larger than one million, Brazil, Nepal and East Timor still present disease prevalences of more than 10 cases per 100,000 inhabitants. In 2008, the prevalence of leprosy in Brazil was 24.0/100,000 inhabitants (45,847 cases in treatment) with a detection rate of 20.5/100,000 annually (39,125 new cases detected).<sup>a</sup>

The Brazilian government's policies to eliminate leprosy predominantly include actions to be extended to the entire primary care sector, thus promoting the decentralization of disease control activities and public

information about the characteristics, signs, and symptoms of the illness.<sup>b</sup>

The decentralization and amplification of medical assistance to the entire healthcare network requires knowledge of the spatial distribution of the disease, among other factors. The expected variations in the occurrence of leprosy in different regions<sup>7,13</sup> associated with increasing rates of urbanization<sup>11</sup> point to a need for predicting disease incidence based on the geographic area or population characteristics. These estimates are necessary to identify possible environmental risk factors and to recognize areas of particular concern, thus allowing for a better allocation of resources and more effective planning for available services.<sup>7</sup>

Over the past few years, there has been an increase in the number of studies investigating healthcare issues using geographic information systems (GIS) and spatial analysis, reviving the importance of the role of the socio-cultural environment in the determination of

---

<sup>a</sup> WHO Weekly epidemiological record. Geneva: WHO. 2008 [cited 2009 Sep 30]; 83(33):293-300. Available from: <http://www.who.int/lep/resources/wer8333.pdf>

<sup>b</sup> Ministério da Saúde do Brasil (BR), Secretaria de Vigilância Sanitária, Departamento de Vigilância Epidemiológica, Programa Nacional de Eliminação da Hanseníase. Plano Nacional de eliminação da hanseníase em nível municipal 2006-2010, Brasília (DF); 2006.

diseases and the importance of a critical analysis of access to resources.<sup>6</sup>

Several studies have employed spatial analysis techniques for leprosy, including investigations of spatial dependence of average leprosy detection rates in the state of São Paulo,<sup>14,16</sup> the control of communicants in a town within São Paulo,<sup>5</sup> an evaluation of the susceptibility to leprosy from communicants among residents on a small island in Indonesia,<sup>4</sup> and the search for spatial and spatial-temporal clusters of leprosy cases.<sup>9,10</sup>

Faced with the necessity of reorganizing disease control strategies, directing resources, consolidating recent advances, assisting in decision making, and stimulating innovative actions in the surveillance of leprosy, this study aimed to identify clusters of major occurrences of leprosy as well as the socioeconomic and demographic factors associated with the disease.

## METHODS

São José do Rio Preto is located in the northwestern region of the State of São Paulo (S20°49'11" and W49°22'46") and has an area of 575 km<sup>2</sup> with a population estimated to be 419,633 in 2009. It is a regional center for 101 municipalities and is a major urban center in the region, drawing a large number of people from neighboring towns and states in search of services linked to commerce, health, and education.

This is a territory-based ecological study. Study units were defined by census tracts allotted by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) using data from the census carried out in 2000.<sup>4</sup>

All new leprosy cases diagnosed from January 1<sup>st</sup>, 1998 to December 31<sup>st</sup>, 2007 in residents of the city of São José do Rio Preto who had their addresses geocoded in the Leprosy Project<sup>15</sup> database were included in this study.

The geocodification of leprosy cases was achieved utilizing the Mapinfo computer program version 7.0 that matched the addresses of cases to locations on a street map provided by the city hall of São José do Rio Preto. The analysis and automatic standardization of addresses consisted of dividing the addresses into two parts, the street name and number of the residence. Standardization modified these components, when necessary to follow the criteria adopted by the Brazilian Address System.

A geocode for each address was obtained by linearly interpolating the number of the residence to the corresponding street segment identified by the range of street

numbers.<sup>20</sup> Then, leprosy cases were grouped according to the 432 urban census tracts using tools in the ArcGis computer program version 9.2. The incidence rate for each sector was calculated by dividing the number of cases in that sector by a population estimate from 2002 multiplied by 100,000.

Characterization of the socioeconomic level of each census tract was based on the following variables: average years of education of the breadwinner (A), average years of education of the female breadwinner (B), average income of the breadwinner (C), average income of the female breadwinner (D), percentage of illiterate people (E), percentage of illiterate women (F), and percentage of residences with five or more inhabitants (G). These variables were analyzed using the STATA computer program version 7.0 using principal component analysis. This statistical method produces factors that are not correlated with one another and that represent the important aspects characterized by correlations among the variables.<sup>1</sup> From the factors identified, one was responsible for the greatest proportion of the total variation (87%) and was chosen as the socioeconomic factor (SF). The greater its value, the better the socioeconomic level of the inhabitants in a given census tract. This factor was calculated for each sector using the following formula:

$$SF = 0.97A + 0.94B + 0.85C + 0.85D - 0.89E - 0.89F - 0.56G$$

The demographic density was calculated for each census tract by dividing the population of each sector by its area using information available from the IBGE for the 2000 census.

Choropleth maps allowed the visualization of the spatial distribution of leprosy incidence rates, the socioeconomic score factor, and the demographic density from the urban area of the municipality. Centroids were assumed to be geographical representations of the ecological units (census tracts). Samples of these processes were modeled in the stochastic Gaussian approach as a continuous point pattern on the physical environment.<sup>2</sup>

Geostatistical estimation by the kriging method, also known as generalized weighted least squares on general linear modeling, was used to produce the response surfaces for thematic mapping after establishing the mathematical parameters including semivariogram, anisotropy, distance, sill, and nugget.<sup>2</sup> The response surfaces were broken up into quintiles – five partitions with 20% relative frequency each – for leprosy incidence rate and the socioeconomic factor, and sextiles – six partitions – for demographic density.

<sup>6</sup> Mencaroni DA. Análise espacial da endemia hanseniana no município de Fernandópolis, SP [doctorate thesis]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto; 2003.

<sup>4</sup> Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Base de informações por setor censitário para o município de São José do Rio Preto [CD ROM]. Rio de Janeiro; 2002.

The ArcGis computer program version 9.2 was used for the production of these thematic maps and for the statistical interpolation of the municipal boundaries and the delimitation of the urban area using digital cartography of the census tracts provided by IBGE.

Chi-square statistical tests were used to assess the association between the leprosy incidence and socioeconomic factor. Both continuous variables were transformed into categorical variables using quartiles as cutoff points.

This research project was approved by the Ethics and Research Committee at The Faculdade de Medicina de São José do Rio Preto (São José do Rio Preto Medicine School) (protocol number 120/2004).

## RESULTS

Figure 1 shows that the leprosy prevalence and detection rates in 2006 and 2007 were less than 10 cases per 100,000 inhabitants.

Of the 414 total cases of leprosy reported between 1998 and 2007, 398 (96%) were geocodified. Of these, 379 occurred in the urban area and were included in this study. The lighter choropleth categories in Figure 2 represent areas with low incidence rates while darker categories represent areas with higher incidence rates. Although the incidence for the municipality as a whole between 1998 and 2007 was 104.1 cases per 100,000 inhabitants (that is, 10.4 cases per 100,000 per year), Figure 2 shows that the incidence rates were heterogeneous within the urban area, with values that ranged from zero to 269.5 cases per 100,000 inhabitants (that is, 0 to 26.9 cases per 100,000 inhabitants annually). Figure 2 depicts a large cluster of leprosy cases in the northern area of the city and two smaller clusters in the extreme eastern and southeastern areas.

In the choropleth presentation of the distribution of socioeconomic factor scores (Figure 3), the darker areas characterize regions in which the population is most dependent on government assistance; in essence, these areas' inhabitants were socially excluded in terms of the promotion of healthcare, education, nourishment, work, housing, and a healthy environment. On the other hand, the lighter areas represent clusters with higher socioeconomic levels, and thus are representative of social inclusion and the percentage of the population that profits from economic production.

In Figure 4 the lighter areas represent higher population densities and the darker areas, lower densities. Figure 5 shows, among other geographic features, government and private schools, daycare facilities, government healthcare clinics, hospitals, and reference centers for leprosy in the city.

Areas with lower socioeconomic levels are located in the northern, northeastern, and southeastern areas of the city, coinciding with areas that have the highest leprosy incidence rates (Figures 2, 3). The demographic density varies in these regions; some areas are highly populated while some have a smaller number of people per square meter due to protected woodlands on the banks of the rivers that cut through the northern and northeastern regions (Figure 4).

The western region, which is characterized by the city's main industrial park, the airport, a cemetery, and greenbelt, has a moderate socioeconomic level and a medium to low demographic density. The leprosy incidence rates were intermediate, with the highest values occurring closest to the northern region (Figures 2, 3, 4).

The southwestern and central regions showed high socioeconomic levels and low leprosy incidence rates, though the former also had a low demographic density

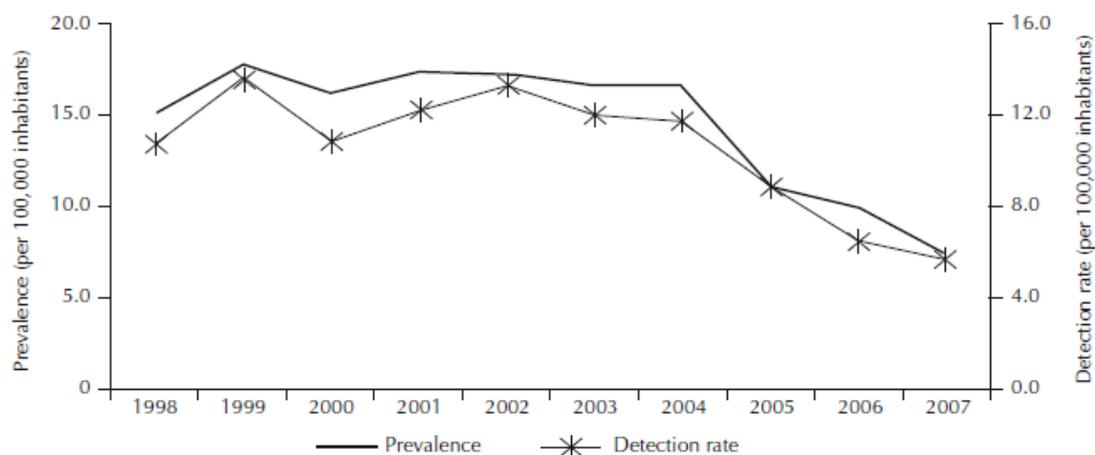


Figure 1. Prevalence and detection rate of leprosy. São José do Rio Preto, Southeastern Brazil, 1998-2007.



**Figure 2.** Spatial distribution of leprosy incidence rates (per 100,000 inhabitants) in the urban area. São José do Rio Preto, Southeastern Brazil, 1998-2007.

(large houses and green areas) and the latter, a high density (high concentration of residential apartment blocks) (Figures 2, 3, 4).

The eastern region of the city is characterized by a combination of low, medium, and high socioeconomic levels and, respectively, high, intermediate, and low leprosy incidence rates (Figures 2, 3). The demographic density also varied, but without any apparent relationship to socioeconomic levels or leprosy cases. The areas of low demographic density in the eastern region are sparse due to the municipal reservoir, the lake that supplies water to part of the population (Figures 4, 5).

After transforming the incidence rate and the socioeconomic factor into categorical variables, the chi-squared test showed an association between disease and the SF ( $\chi^2 = 180.7$ ;  $p < 0.0001$ ).

Figures 3 and 5 show that the northern, northeastern, and southeastern regions, which have low socioeconomic levels, have the highest number of government schools, daycare facilities, and government healthcare clinics and are close to the city trash dump. Almost all hospitals (all private) and most of the private schools and daycare facilities are located in the southwestern and central regions, regions with high socioeconomic

levels. The reference centers for leprosy are also located in areas with a low incidence of the disease (Figure 2) and high socioeconomic levels (Figure 3).

#### DISCUSSION

This study confirms the decrease in leprosy prevalence and incidence and found heterogeneous leprosy incidence rates in São José do Rio Preto census tracts. Clusters of high leprosy occurrence were associated with the lowest socioeconomic level areas and it was revealed that locations where ill people live lack healthcare services. Additionally, there is no association

between leprosy incidence and demographic density. The decrease in leprosy prevalence, which was less than 10 cases per 100,000 inhabitants in 2006 and 2007, and in the detection of new cases point to a possible elimination of the disease in the city.

The possibility of the occurrence of ecological fallacy, an important consideration in ecological studies, was minimized by the use of census tracts as the units of analysis, which, according to the IBGE, are continuous areas comprising an average of 300 buildings with homogeneous demographic and socioeconomic characteristics. The adequacy of the socioeconomic factor as a representation of the socioeconomic levels is confirmed

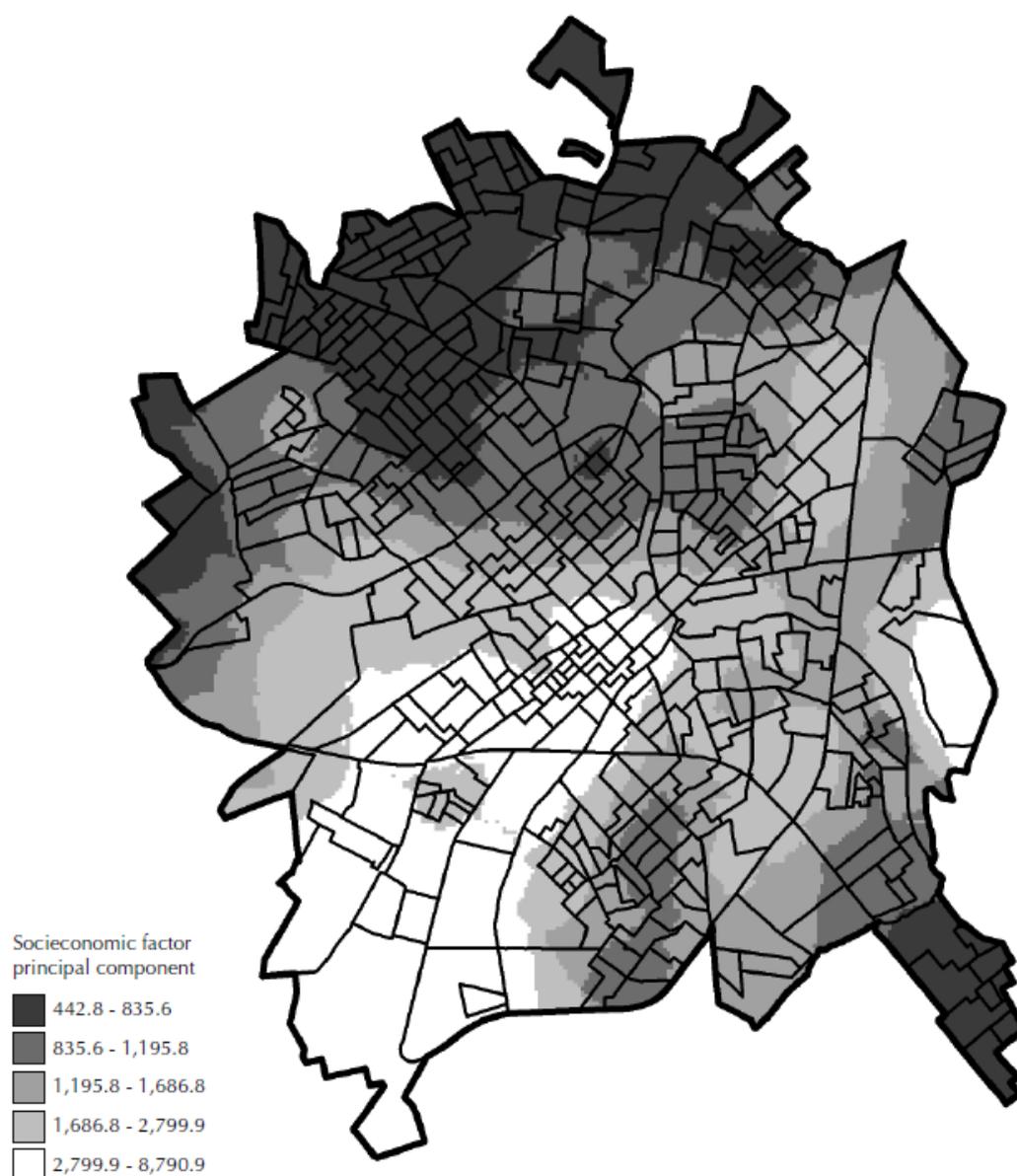


Figure 3. Spatial distribution of the socioeconomic factor. São José do Rio Preto, Southeastern Brazil, 2000.

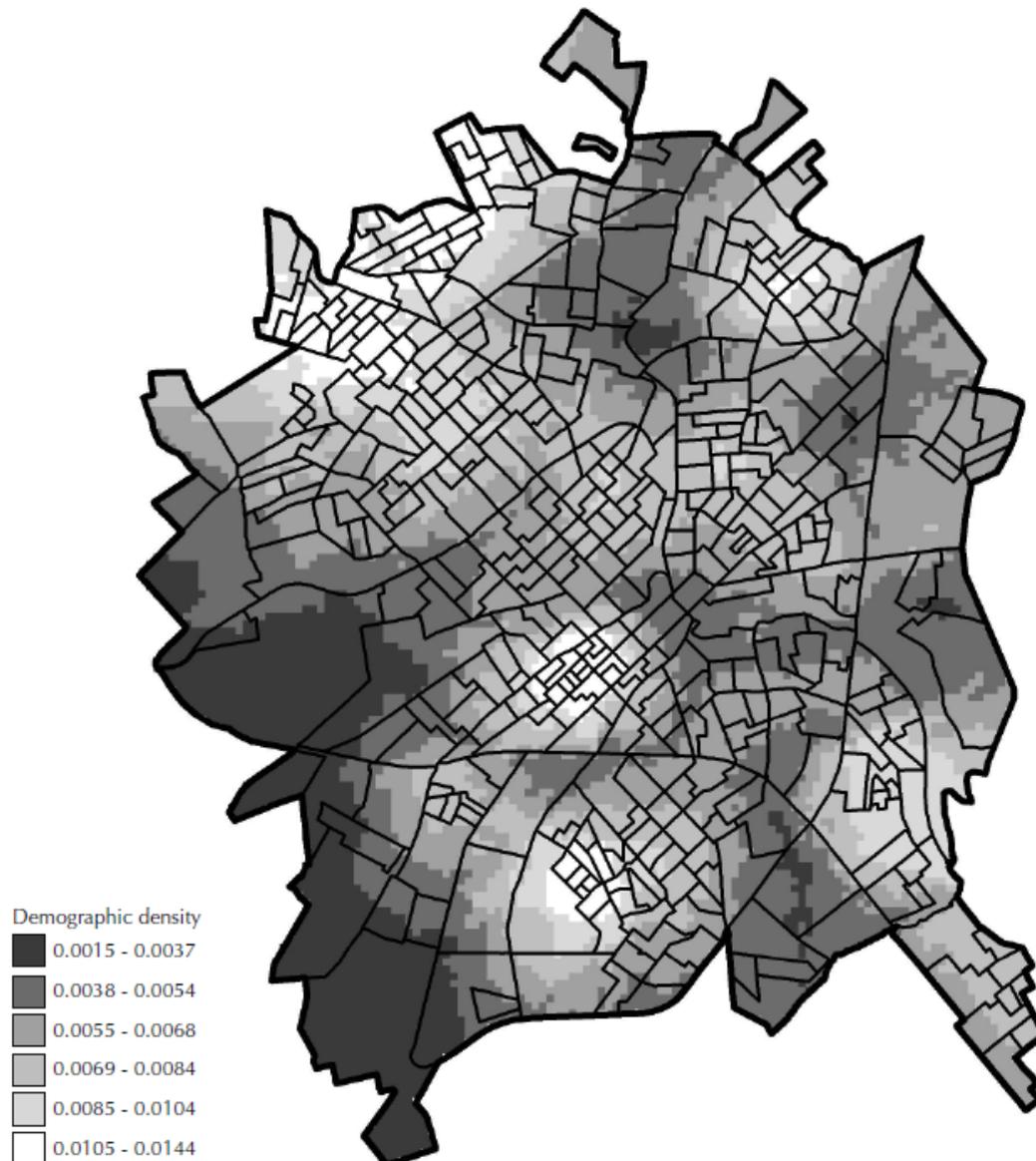


Figure 4. Spatial distribution of demographic density (inhabitants per km<sup>2</sup>). São José do Rio Preto, Southeastern Brazil, 2000.

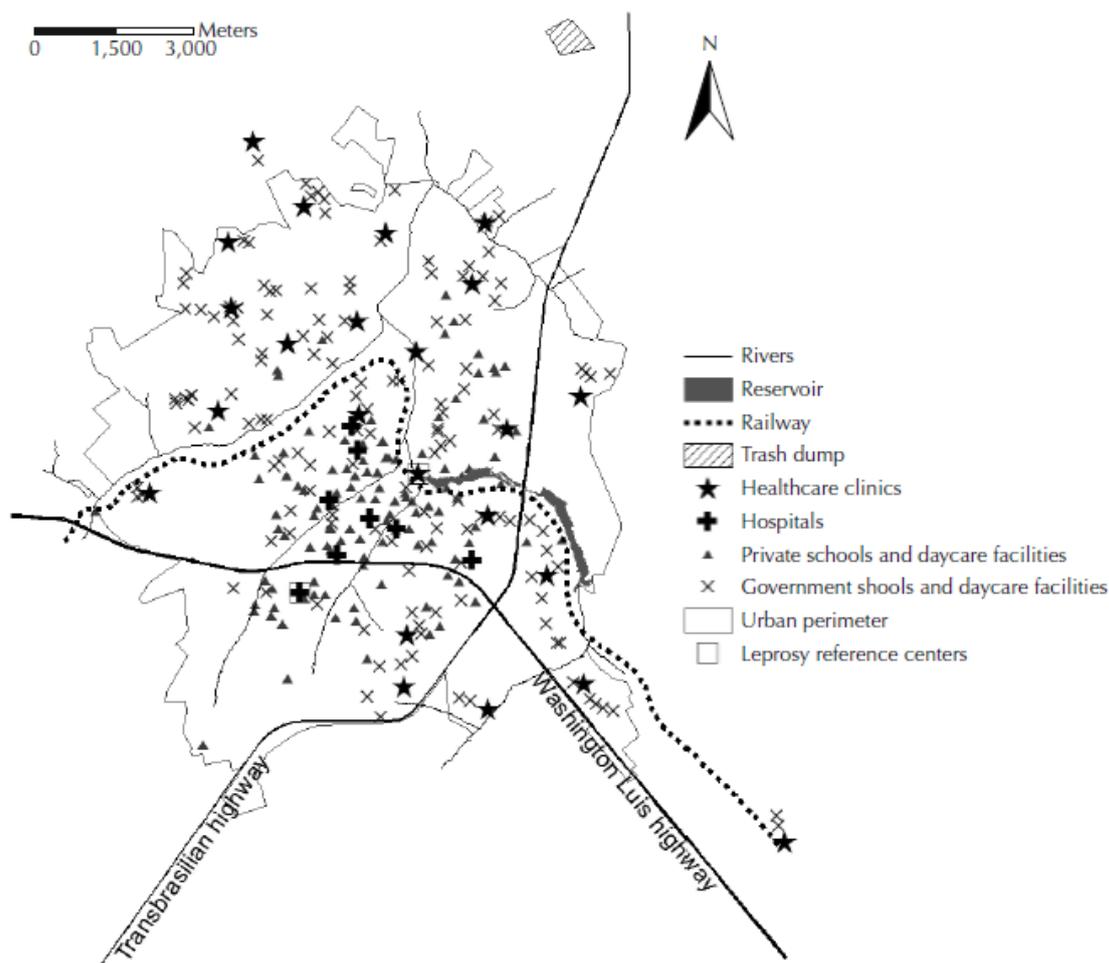
by the greater concentrations of public schools, daycare facilities and healthcare clinics in the areas identified as having lower socioeconomic levels. On the other hand, areas identified as having higher socioeconomic levels possessed greater concentrations of private schools and daycare facilities, and almost all the hospitals are located in areas with higher socioeconomic levels.

The association of areas of low socioeconomic levels and high leprosy incidence rates found in this study are in agreement with the results of Bechelli<sup>3</sup> (1936). Additionally, it has been reported that patients with

unfavorable social conditions have lower chances of receiving treatment<sup>6</sup> and, in their residences' locations, obstacles are in place to make access to healthcare services difficult.<sup>12</sup> According to Sampaio et al<sup>17</sup> (1987), apart from the favorable climatic conditions in tropical regions, other factors such as nutritional deficiencies, promiscuity, and low socioeconomic levels predispose individuals to leprosy.

The identification of areas with different levels of leprosy incidence and of clusters with the highest incidence rates provides information that can be useful to

<sup>6</sup> Pinheiro RS. Estudos sobre variações no uso de serviços de saúde: abordagens metodológicas e a utilização de grandes bases de dados nacionais [doctorate thesis]. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 1999.



**Figure 5.** Urban perimeter of São José do Rio Preto, rivers, reservoir, railway, highways, government and private schools and daycare facilities, healthcare clinics and hospitals.

help surmount administrative challenges and facilitate decentralized assistance and monitoring with the aim of eliminating leprosy. The heterogeneous occurrence of leprosy indicates that analyses designed to determine whether the disease is being eliminated cannot be made by treating the municipality as an indivisible unit.

The implementation of control measures and disease treatment are centralized in São José do Rio Preto, which is in conflict with the Brazilian Ministry of Health directives.<sup>f</sup> Centralization hinders access to treatment and is further exacerbated by the fact that the two leprosy reference centers are located in areas with high socioeconomic levels and low incidence rates of the disease. Decentralization of leprosy control measures would provide better conditions for the assistance of patients and their contacts, allowing diagnosis and treatment close to their homes, and improving acceptance, understanding, and knowledge

among the public about the disease. This may also help to reduce the stigma attached to leprosy and improve disease control.

The use of GIS and spatial analysis techniques have shown to be important tools in planning disease surveillance and control measures, and in evaluating and monitoring the effectiveness of healthcare services.<sup>3,8</sup> The features and techniques utilized in this study, apart from providing important information for planning surveillance and control measures for leprosy, identified clusters at the highest risk for leprosy in the poorest areas of the city. Investment in the schools, culture, healthcare, basic sanitation, housing, work opportunities, and leisure activities, in areas with higher incidences of leprosy can help to minimize the effects of social inequality and increase the standard of living, hygiene, and education of the population thereby reducing the magnitude of the disease burden.<sup>18,19</sup>

<sup>f</sup> Ministério da Saúde (BR). Guia para o controle da hanseníase. Brasília (DF): Departamento de Atenção Básica, Secretaria de Políticas de Saúde; 2002.

## REFERENCES

1. Altman DG. Practical statistics for medical research. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC; 1999.
2. Bailey TC, Gatrell AC. Interactive spatial data analysis. Harlow: Longman; 1995.
3. Bailey TC. Spatial statistical methods in health. *Cad Saude Publica*. 2001;17(5):1083-98. DOI:10.1590/S0102-311X2001000500009
4. Bakker MI, Hatta M, Kwenang A, Van Mosseveld P, Faber WR, Klatser PR, et al. Risk factors for developing leprosy: a population-based cohort study in Indonesia. *Lepr Rev*. 2006;77(1): 48-61.
5. Bechelli LM. O tempo de incubação da lepra. *Rev Bras Lepr*. 1936;4(Esp):355-60.
6. Carvalho MS, Souza-Santos R. Análise de dados espaciais em saúde pública: métodos, problemas, perspectivas. *Cad Saude Publica*. 2005;21(2):361-78. DOI:10.1590/S0102-311X2005000200002
7. Dias MCFS, Dias GH, Nobre ML. Distribuição espacial da hanseníase no município de Mossoró/RN, utilizando o Sistema de Informação Geográfica - SIG. *An Bras Dermatol*. 2005;80(Supl 3):S289-94. DOI:10.1590/S0365-05962005001000005
8. Elliott P, Wartenberg D. Spatial epidemiology: current approaches and future challenges. *Environ Health Perspect*. 2004;112(9):998-1006. DOI:10.1289/ehp.6735
9. Fisher EAJ, Pahan D, Chowdhury SK, Oskam L, Richardus JH. The spatial distribution of leprosy in four villages in Bangladesh: an observational study. *BMC Infect Dis*. 2008; 8(1):125. DOI:10.1186/1471-2334-8-125
10. Fisher EAJ, Pahan D, Chowdhury SK, Richardus JH. The spatial distribution of leprosy cases during 15 years of a leprosy control program in Bangladesh: an observational study. *BMC Infect Dis*. 2008;8(1):126. DOI:10.1186/1471-2334-8-126
11. Lapa T, Ximenes R, Silva NN, Souza W, Albuquerque MFM, Camposana G. Vigilância da hanseníase em Olinda, Brasil, utilizando técnicas de análise espacial. *Cad Saude Publica*. 2001;17(5):1153-62. DOI:10.1590/S0102-311X2001000500015
12. Lovett TA, Haynes R, Sünnerberg G, Gale S. Car travel time and accessibility by bus to general practitioner services: a study using patient registers and GIS. *Soc Sci Med*. 2002;55(1):97-111. DOI:10.1016/S0277-9536(01)00212-X
13. Montenegro ACD, Werneck GL, Kerr-Pontes LRS, Barreto ML, Feldemeier H. Spatial analysis of the distribution of leprosy in the state of Ceará, Northeast Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz*. 2004;99(7):683-6. DOI:10.1590/S0074-02762004000700003
14. Opromolla PA, Dalben I, Cardim M. Análise da distribuição espacial da hanseníase no Estado de São Paulo 1991-2002. *Rev Bras Epidemiol*. 2005;8(4):356-64. DOI:10.1590/S1415-790X2005000400001
15. Paschoal VDA, Nardi SMT, Cury MRCO, Lombardi C, Virmond MCL, Silva RMDN, et al. Criação de banco de dados para sustentação da pós-eliminação em hanseníase. *Cienc Saude Coletiva*. 2011;16(Supl 1):1201-10. DOI:10.1590/S1413-81232011000700052
16. Rodrigues-Júnior AL, do Ó VT, Motti VG. Spatial and temporal study of leprosy in the State of São Paulo (Southern Brazil), 2004-2006. *Rev Saude Publica*. 2008;42(6):1012-20. DOI:10.1590/S0034-89102008000600006
17. Sampaio SAP, Castro RM, Rivitti EA. Dermatologia básica. 3.ed. São Paulo: Artes Médicas; 1987.
18. Veronesi R, editor. Doenças infecciosas e parasitárias. 8.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1991.
19. Virmond M. Papel das instituições de pesquisa e ensino em hanseníase no controle e prevenção de incapacidade e reabilitação. *Hansen Int*. 1999;24(1):32-7.
20. Zimmerman DL, Fang X, Mazundar S, Rushton G. Modeling the probability distribution of positional errors incurred by residential address geocoding. *Int J Health Geogr*. 2007;6(1):1-16. DOI:10.1186/1476-072X-6-1

---

The authors declare no conflict of interests.



## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa



## FACULDADE DE MEDICINA DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO

Autarquia Estadual - Lei n.º 8899 de 27/09/94

Parecer n.º 120/2004

### COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

O Protocolo n.º 2865/2004, sob a responsabilidade de Vânia Del Arco Paschoal, com o título "Em busca da pós-eliminação da Hanseníase em São José do Rio Preto de 2003 a 2004" está de acordo com a Resolução CNS 196/96 e foi aprovado por esse CEP.

Lembramos ao senhor(a) pesquisador(a) que, no cumprimento da Resolução 251/97, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios semestrais sobre o andamento do Estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê. Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do Estudo.

São José do Rio Preto, 14 de junho de 2004.

**Prof. Dr. José Paulo Cipullo**  
**Vice-Coordenador do CEP/FAMERP**

**Prof. Dr. Fernando Batigália**  
**Presidente do CEP-FAMERP**