



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FACULDADE DE MEDICINA

DEPARTAMENTO DE SAÚDE COMUNITÁRIA

DOUTORADO EM ASSOCIAÇÃO AMPLA EM SAÚDE COLETIVA

PADRÕES EPIDEMIOLÓGICOS DA HANSENÍASE EM  
ÁREA DE ALTO RISCO DE TRANSMISSÃO NOS ESTADOS  
DO MARANHÃO, PARÁ, TOCANTINS E PIAUÍ, 2001-2009

**CARLOS HENRIQUE MORAIS DE ALENCAR**

**Orientador: Prof. Jorg Heukelbach**

Fortaleza, 2011

# **CARLOS HENRIQUE MORAIS DE ALENCAR**

## **PADRÕES EPIDEMIOLÓGICOS DA HANSENÍASE EM ÁREA DE ALTO RISCO DE TRANSMISSÃO NOS ESTADOS DO MARANHÃO, PARÁ, TOCANTINS E PIAUÍ, 2001-2009**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde Coletiva do Departamento de Saúde Comunitária da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Saúde Coletiva.

Aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

### **BANCA EXAMINADORA**

**JORG HEUKELBACH  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC**

**LIGIA REGINA SANSIGOLO KERR  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC**

**ROBERTO DA JUSTA PIRES NETO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC**

**WAYNER VIEIRA SOUZA  
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. CENTRO DE PESQUISAS  
AGGEU MAGALHÃES - FIOCRUZ/CPqAM**

**ADAUTO JOSÉ GONÇALVES DE ARAUJO  
FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. ESCOLA NACIONAL DE SAÚDE PÚBLICA  
SERGIO AROUCA – FIOCRUZ/ENSP**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências da Saúde

- 
- A353p Alencar, Carlos Henrique Morais de.  
Padrões epidemiológicos da hanseníase em área de alto risco de transmissão nos Estados do Maranhão, Pará, Tocantins e Piauí, 2001-2009 / Carlos Henrique Morais de Alencar. – 2011.  
313 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Medicina, Departamento de Saúde Comunitária, Doutorado em Associação Ampla em Saúde Coletiva, Fortaleza, 2011.  
Área de Concentração: Saúde Coletiva.  
Orientação: Prof. Dr. Jorg Heukelbach.
1. Saúde Pública. 2. Epidemiologia. 3. Doença/prevenção & controle. 4. Distribuição Espacial da População. I. Título.

---

CDD 614.481

## ***Dedicatória***

***Aos meus pais:  
Ivan e Marlene,  
que sempre me  
incentivaram...***

## **O Projeto MAPATOPI**

No ano de 2008, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e o Departamento de Ciência e Tecnologia do Ministério da Saúde do Brasil (DECIT), proveram financiamento substancial para projetos de pesquisa nos 10 principais agregados endêmicos para hanseníase em colaboração com o Programa Nacional de Controle da Hanseníase. Assim, fomos capazes de realizar uma investigação epidemiológica multidisciplinar no mais significativo destes agregados denominado MAPATOPI - um acrônimo derivado dos quatro estados federados envolvidos Maranhão, Pará, Tocantins e Piauí – com a finalidade de fornecer uma base de evidências para a melhoria do controle da hanseníase em áreas de alta transmissão do Brasil.

## AGRADECIMENTOS

A toda minha família, pelo apoio e incentivo aos estudos, especialmente aos meus pais.

Ao Professor e amigo Jorg Heukelbach, pela intensa orientação e apoio.

Ao Professor Alberto Novaes Ramos Jr. pelos momentos de ajuda no decorrer do projeto e pela confiança depositada.

À Professora Maria Leide W. de Oliveira pelos momentos de ajuda no decorrer do projeto e pela participação na qualificação.

Aos Professores e amigos José Wellington de Oliveira Lima da Universidade Estadual do Ceará – UECE e Ricardo José Soares Pontes – UFC, pelos conhecimentos repassados durante o doutorado.

Às amigas Jaqueline Caracas e Maria de Jesus pelas oportunidades concedidas, incentivos e amizade consolidada.

Às Secretarias Estaduais de Saúde do Maranhão, Pará, Tocantins e Piauí, pelas informações e disponibilidade de material para a realização das coletas em campo e materiais de pesquisa.

Aos grandes amigos Victor Emanuel Pessoa Martins e Luciano Pamplona de Goes Cavalcanti, pelas discussões sobre o objeto da pesquisa.

À Liana Ariza, Olga Andre Chichava, Alexcian Rodrigues de Oliveira e Christine Murto pelo apoio na coleta de dados em campo.

Às secretárias da pós-graduação em Saúde Coletiva da Universidade Federal do Ceará (UFC), Dominik Fontes e Zenaide Fernandes, pela amizade construída e companhia.

Aos integrantes da banca examinadora: Ligia Regina Sansigolo Kerr, da Universidade Federal do Ceará; Adauto José Gomes de Araujo da Fundação Oswaldo Cruz & Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca; Wayner

Vieira Souza da Fundação Oswaldo Cruz & Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães e Roberto da Justa Pires Neto da Universidade Federal do Ceará.

Aos colegas e professores do Curso de Pós-Graduação em Saúde Coletiva da UFC/UECE/UNIFOR, que ajudaram direta ou indiretamente na concretização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado concedida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e o Departamento de Ciência e Tecnologia do Ministério da Saúde do Brasil (DECIT) que proveram financiamento para o projeto MAPATOPI.

## RESUMO

Nos últimos anos, o Programa Nacional de Controle da Hanseníase tem focado suas ações em áreas geográficas definidas com alta detecção de casos. Este estudo teve o objetivo de caracterizar padrões epidemiológicos, espaciais e temporais da hanseníase em um agregado de alto risco de transmissão, em municípios dos estados do Maranhão, Pará, Tocantins e Piauí. Desta forma, foram aplicados diferentes métodos de análise espacial (Descritivo, Abordagem Bayesiana Local, Estatística Scan Espacial) e quantificada a dependência espacial de diversos indicadores epidemiológicos e operacionais da hanseníase. Em outro estudo, foram identificados o fluxo de pessoas afetadas e os motivos para migração após diagnóstico. No período de 2001 a 2009, 82.463 casos novos foram detectados no agregado (coeficiente médio de detecção: 95,9/100mil habitantes ao ano). No resto do Brasil o coeficiente foi 21,0 (RR=4,56, IC 95%: 4,45-4,66;  $p < 0,0001$ ). Houve fluxo direcionado dos pacientes com hanseníase notificados para um município diferente da sua residência. Araguaína, Imperatriz, Marabá e Floriano receberam um número considerável de casos provenientes dos municípios em seu entorno. As capitais São Luís, Teresina e Belém absorviam também casos vindos de outros estados. Goiânia e Brasília se localizam distante do agregado, mas têm destaque pela notificação de casos provenientes do agregado. Após o primeiro diagnóstico, 53,5% dos motivos principais de migração foram relacionados a mudanças de estilo de vida. Análise Scan Espacial identificou 23 agregados de elevada detecção de casos novos, a maioria localizados no Pará e Maranhão. Estes agregados incluíram apenas 32% da população, mas 55,4% dos casos novos e 101 (27,1%) municípios. Também foram identificados 14 aglomerados significativos para o coeficiente de detecção em crianças e 11 de casos novos com grau 2 de incapacidade/100mil hab. O agregado mais significativo, no centro do Maranhão, teve um RR de 2,24 e uma detecção anual de 10,4 casos com grau 2/100mil hab. O método de autocorrelação local mostrou superposição com áreas de alto risco identificadas pelo método Bayesiano Local e na análise Scan Espacial. O estudo mostra que a hanseníase é hiperendêmica na área de estudo, sem a perspectiva de exaurir estes casos nos próximos anos. Além de diagnóstico tardio em um número de casos considerável, houve lacunas na descentralização do atendimento, evidenciado pelo fluxo das pessoas afetadas. A construção de mapas utilizando outros indicadores, além do coeficiente de detecção geral, e a sobreposição desses mapas pôde identificar áreas desconhecidas em relação ao risco de transmissão e de detecção de casos com incapacidades avançadas. Essa abordagem poderá ser aplicada em outras áreas de risco para assim identificar agregados mais específicos de risco elevado para a hanseníase.

Palavras chave: 1.Hanseníase 2. Epidemiologia 3. Doenças – prevenção e controle

## ABSTRACT

Epidemiological patterns of leprosy transmission in a high risk area of Maranhão, Pará, Tocantins and Piauí, 2001-2009.

In recent years, the National Leprosy Control has focused its actions on defined geographic areas with high leprosy detection rates. This study aimed to characterize epidemiological, spatial and temporal patterns in a high risk leprosy cluster in municipalities in the states of Maranhão, Pará, Piauí and Tocantins. Different methods of spatial analysis were applied (Descriptive, Local Bayesian Approach, Spatial Scan Statistics), and the spatial dependence of various epidemiological and operational indicators was quantified. In an additional study, I identified the flow of leprosy-affected individuals, and the reasons for migration after diagnosis. In the period 2001–2009, 82,463 new cases were detected in the endemic cluster (mean detection rate: 95.9/100mil inhabitants per year). In the rest of Brazil, the mean rate was 21.0 (RR=4.56, 95% CI: 4.45 - 4.66;  $p<0.0001$ ). There was a directed flow of patients who were reported by a municipality other than their residence. Araguaína, Imperatriz, Marabá and Floriano notified a considerable number of cases from the municipalities in the proximity. São Luís, Teresina and Belém received also cases from other states. Goiânia and Brasília are distant from the cluster, but reported cases from the cluster. After first diagnosis, in 53.5% of cases migration was related to lifestyle changes. Spatial Scan analysis identified 23 clusters of high detection rates, most of them located in Pará and Maranhão. These clusters included only 32% of the population but 55.4% of new cases, and 101 (27.1%) municipalities. There were also 14 significant clusters for high detection rates in children, and 11 clusters of new cases with grade 2 disabilities/100.000 population. The most significant cluster, in the centre of Maranhão, had a RR of 2.24 and an annual detection of grade 2 cases of 10.4/100.000 population. The local auto-correlation method showed overlapping with high-risk areas identified by Local Bayesian and Spatial Scan Statistics. The study shows that leprosy is hyperendemic in the study area, without an expected trend of reduced detection rates in the coming years. In addition to late diagnosis in a considerable number of cases, there were shortcomings in the decentralization of the health system, evidenced by the flow of affected people. The use of maps based on other indicators than detection rates and the overlap of these maps highlighted previously unknown risk areas for transmission and for cases with advanced disabilities. This approach can be applied in other endemic areas to identify clusters of high risk for leprosy.

Key words: 1.Leprosy 2. Epidemiology 3. Disease – prevention and control

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Detecção de novos casos nos 17 países que relataram 1.000 casos ou mais durante o ano de 2008, em comparação com os anos de 2004 a 2007 .....	15
<b>Tabela 2</b> – Dados populacionais dos municípios do agregado 1 da hanseníase comparando com os valores dos respectivos Estados em uma área de alto risco de transmissão no Norte/Nordeste do Brasil .....	41
<b>Tabela 3</b> – Indicadores para monitoramento e avaliação, no agregado 1 da Hanseníase e restante do Brasil, 2001-2009, de acordo com o “Enhanced Global Strategy for Further Reducing the Disease Burden due to Leprosy” (OMS) .....	54
<b>Tabela 4</b> – Indicadores para monitoramento e avaliação, por Estado do agregado 1 da Hanseníase, 2001-2009, de acordo com o “Enhanced Global Strategy for Further Reducing the Disease Burden due to Leprosy” (OMS) .	56
<b>Tabela 5</b> – Motivos ou determinantes para mudança após o diagnóstico da hanseníase em pacientes pertencentes ao agregado 1 no estado do Tocantins (n=194) .....	69
<b>Tabela 6</b> – Análise de tendência relacionada ao coeficiente de detecção geral, detecção em menores de 15 anos, casos com grau 2 por 100 mil habitantes e proporção de casos com grau 2 avaliado, por Estado* do agregado 1 da hanseníase, 2001-2009.....	69
<b>Tabela 7</b> – Agregados estatisticamente significantes de casos novos de hanseníase por 100.000 habitantes definidos utilizando a Estatística Scan Espacial no agregado 1 da hanseníase, classificados pela significância estatística - Brasil, 2001-2009.....	74
<b>Tabela 8</b> – Agregados estatisticamente significantes de casos novos de hanseníase em menores de 15 anos por 100.000 habitantes definidos utilizando a Estatística Scan Espacial no agregado 1 da hanseníase, classificados pela significância estatística - Brasil, 2001-2009.....	75

**Tabela 9** – Agregados estatisticamente significantes de casos novos de hanseníase com grau 2 de incapacidade por 100.000 habitantes definidos utilizando a Estatística Scan Espacial no agregado 1 da hanseníase, classificados pela significância estatística - Brasil, 2001-2009 ..... 76

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Amplitude clínica e imunológica da hanseníase. (IL=Interleucina; IFN=Interferona; ENL=Eritema Nodoso Hansênico) .....	8
<b>Figura 2</b> – Tendência de detecção de casos novos durante o período de 2006-2008, segundo região da OMS.....	13
<b>Figura 3</b> – Coeficientes de prevalência da hanseníase no mundo no início de 2009 (por 10.000 habitantes) .....	14
<b>Figura 4</b> – Coeficientes de detecção da hanseníase no mundo em 2008 (por 100.000 habitantes).....	16
<b>Figura 5</b> – Coeficientes de detecção geral e de prevalência da hanseníase (por 100.000 habitantes) no Brasil, de 1994 a 2009.....	17
<b>Figura 6</b> – Coeficientes de detecção geral da hanseníase (por 100.000 habitantes) no Brasil e Regiões, de 1990 a 2009.....	18
<b>Figura 7</b> – Coeficiente de detecção de casos novos de hanseníase por Estado de residência, Brasil 2010 .....	19
<b>Figura 8</b> – Coeficiente de detecção de casos novos de hanseníase em menores de 15 anos por Estado de residência do Brasil em 2009 .....	20
<b>Figura 9</b> – Coeficiente de detecção geral de casos de hanseníase no Brasil e estados do Pará, Tocantins, Maranhão e Piauí de 1990 a 2009 .....	21
<b>Figura 10</b> – Coeficiente de detecção de casos de hanseníase em menores de 15 anos no Brasil e estados do Pará, Tocantins, Maranhão e Piauí de 1990 a 2009 .....	22
<b>Figura 11</b> – Interpretação do diagrama de espalhamento de Moran .....	30
<b>Figura 12</b> - Dez agregados de casos de hanseníase, identificados por meio do coeficiente de detecção de casos novos de 2005-2007, Brasil.....	35
<b>Figura 13</b> – Localização do agregado 1 da hanseníase no Brasil .....	40

<b>Figura 14</b> – Coeficiente de detecção geral de casos novos de hanseníase por 100.000 habitantes no agregado 1 da hanseníase e restante do Brasil, 2001-2009 .....	57
<b>Figura 15</b> – Coeficiente de detecção de casos novos de hanseníase em menores de 15 anos por 100.000 habitantes no agregado 1 da hanseníase e restante do Brasil, 2001-2009 .....	58
<b>Figura 16</b> – Tendência do coeficiente de detecção de casos novos por 100.000 habitantes, coeficiente de casos novos com grau 2 de incapacidade por 100.000 habitantes e proporção de casos novos com grau 2 de incapacidade, no agregado 1 da hanseníase, 2001-2009 .....	58
<b>Figura 17</b> – Distribuição espacial do número de casos de hanseníase residentes nos municípios de uma área de alto risco de transmissão no Brasil, que foram notificados por outro município, 2001-2009 .....	61
<b>Figura 18</b> – Distribuição espacial do número de casos de hanseníase por município de notificação, residentes em outros municípios de uma área de alto risco de transmissão no Brasil, 2001-2009.....	62
<b>Figura 19</b> – Fluxo dos casos hanseníase por município de notificação, residentes de uma área de alto risco de transmissão no Brasil, 2001-2009 ..	64
<b>Figura 20</b> – Fluxo de casos para municípios que mais notificaram casos de hanseníase residentes em outros municípios do agregado, 2001-2009 .....	65
<b>Figura 21</b> – Fluxo de casos de hanseníase residentes com pelo menos 10 casos notificados por outro município de uma área de alto risco de transmissão no Brasil, 2001-2009 .....	66
<b>Figura 22</b> – Casos novos de hanseníase residentes em outros municípios e notificados nos municípios de São Luís, Teresina, Araguaína, Belém e Goiânia de 2001-2009 .....	67
<b>Figura 23</b> – Análise Espacial Descritiva, Abordagem Bayesiana Empírica Local e Estatística Scan Espacial: coeficiente de detecção médio por 100.000 hab. (A-C); coeficiente de detecção em menores de 15 anos (D-F) .....	71

<b>Figura 24</b> – Análise Espacial Descritiva, Abordagem Bayesiana Empírica Local e Estatística Scan Espacial: coeficiente de casos com grau 2 de incapacidade por 100.000 hab. (A-C); proporção de casos novos com grau 2 de incapacidade (D;E) .....	73
<b>Figura 25</b> – Mapas descritivos e de autocorrelação espacial local $G_i^*$ no agregado 1 da hanseníase: coeficiente de detecção geral por 100.000 hab. (A;D de 2001 a 2003); (B;E de 2004 a 2006); (C;F de 2007 a 2009) .....	79
<b>Figura 26</b> – Mapas descritivos e de autocorrelação espacial local $G_i^*$ no agregado 1 da hanseníase: coeficiente de detecção em menores de 15 anos por 100.000 hab. (A;D de 2001 a 2003); (B;E de 2004 a 2006); (C;F de 2007 a 2009) .....	81
<b>Figura 27</b> – Mapas descritivos e de autocorrelação espacial local $G_i^*$ no agregado 1 da hanseníase: coeficiente casos com grau 2 por 100.000 hab. (A;D de 2001 a 2003); (B;E de 2004 a 2006); (C;F de 2007 a 2009) .....	82
<b>Figura 28</b> – Mapas descritivos e de autocorrelação espacial local $G_i^*$ no agregado 1 da hanseníase: proporção de casos na forma clínica indeterminada (A;D de 2001 a 2003); (B;E de 2004 a 2006); (C;F de 2007 a 2009) .....	84
<b>Figura 29</b> – Mapas descritivos e de autocorrelação espacial local $G_i^*$ no agregado 1 da hanseníase: proporção de casos da classificação operacional multibacilar (A;D de 2001 a 2003); (B;E de 2004 a 2006); (C;F de 2007 a 2009) .....	85
<b>Figura 30</b> – Mapas descritivos e de autocorrelação espacial local $G_i^*$ no agregado 1 da hanseníase: proporção de contatos casos de hanseníase examinados (A;D de 2001 a 2003); (B;E de 2004 a 2006); (C;F de 2007 a 2009) .....	86
<b>Figura 31</b> – Mapas descritivos e de autocorrelação espacial local $G_i^*$ no agregado 1 da hanseníase: proporção de cobertura do Saúde da Família (A; D de 2001 a 2003); (B; E de 2004 a 2006); (C; F de 2007 a 2009) .....	88
<b>Figura 32</b> – Proporção de casos novos de hanseníase detectados no agregado 1 por faixa etária de 2001-2009.....	190

<b>Figura 33</b> – Proporção de casos novos de hanseníase detectados no agregado 1 por sexo de 2001-2009 .....	190
<b>Figura 34</b> – Proporção de casos novos de hanseníase detectados no agregado 1 por classificação operacional de 2001-2009 .....	191
<b>Figura 35</b> – Proporção de casos novos de hanseníase detectados no agregado 1 por forma clínica de 2001-2009.....	191
<b>Figura 36</b> – Proporção do modo de entrada de casos de hanseníase no agregado 1 de 2001-2009 .....	192
<b>Figura 37</b> – Proporção do modo de detecção de casos novos de hanseníase no agregado 1 de 2001-2009 .....	192
<b>Figura 38</b> – Proporção de contatos examinados dentre aqueles registrados dos casos de hanseníase nos municípios do agregado 1 de 2001-2009.....	193
<b>Figura 39</b> – Proporção de casos novos de hanseníase detectados no agregado 1 por grau de incapacidade no diagnóstico de 2001-2009.....	193
<b>Figura 40</b> – Proporção de casos novos de hanseníase detectados no agregado 1 por grau de incapacidade na alta de 2001-2009 .....	194

## ABREVIATURAS E SIGLAS

BCG	Bacilo de Calmette-Guërin
CAPES	Coordenação de Pesquisa e Ensino Superior
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
DAB	Departamento de Atenção Básica
DATASUS	Departamento de Informática do SUS
DECIT	Departamento de Ciência e Tecnologia do Ministério da Saúde do Brasil
ENL	Eritema Nodoso Hansênico
ESRI	Environmental Systems Research Institute
HD	Hanseníase Dimórfica
HI	Hanseníase Indeterminada
HT	Hanseníase Tuberculóide
HV	Hanseníase Virchowiana
IB	Índice Baciloscópico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intervalo de Confiança
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IFN	Interferona
IL	Interleucina
ILEP	International Federation of the Anti-Leprosy Associations
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
LISA	Indicador Local de Associação Espacial
MA	Maranhão
MAPATOPI	Maranhão, Pará, Tocantins, Piauí
MB	Multibacilar
MS	Ministério da Saúde
ONG	Organização Não Governamental
OMS	Organização Mundial de Saúde
OPAS	Organização Panamericana de Saúde
PA	Pará

PB	Paucibacilar
PI	Piauí
PNCH	Programa Nacional de Controle da Hanseníase
PQT	Poliquimioterapia
RR	Risco Relativo
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SINAN	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
SUS	Sistema Único de Saúde
TO	Tocantins
UFC	Universidade Federal do Ceará
ULBRA	Centro Universitário Luterano de Palmas
WHO	World Health Organization

# ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Biologia e Transmissão do <i>Mycobacterium leprae</i> .....	3
1.2 Características Clínicas, Diagnóstico, Tratamento e Prevenção.....	5
1.3 Situação Epidemiológica da Hanseníase no Mundo .....	11
1.4 Contexto Epidemiológico da Hanseníase no Brasil.....	16
1.4.1 A Hanseníase nos Estados do Pará, Tocantins, Maranhão e Piauí ..	18
1.5 Espaço Geográfico e Epidemiologia de Doenças Transmissíveis.....	21
1.5.1 Modelos de Distribuição de Dados em Áreas .....	24
1.5.2 Métodos de Suavização Espacial .....	25
1.5.3 Análise de Autocorrelação Espacial .....	27
1.5.3.1 Diagrama de Espalhamento de Moran .....	28
1.5.4 Índices de Getis-Ord Global e Local .....	29
1.5.5 Detecção de Aglomerados pela Estatística Scan Espacial .....	30
1.6 Agregados Espaciais como Espaços Prioritários da Hanseníase .....	33
1.7 Perguntas de Partida .....	36
1.8 Hipótese .....	36
1.9 Justificativa .....	36
2. OBJETIVOS .....	38
2.1 Objetivo Geral .....	38
2.2 Objetivos Específicos .....	38
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	39
3.1 Local do Estudo .....	39
3.2 Fontes de Dados .....	40
3.3 Caracterização das Fases do Estudo .....	41
3.3.1 Sub-estudo 1: Estudo Descritivo e Analítico sobre os Indicadores Epidemiológicos e Operacionais da Hanseníase.....	42
3.3.2 Sub-estudo 2: Análise de Fluxo para o Primeiro Atendimento (Diagnóstico) e de Migração Após o Diagnóstico .....	44
3.3.3 Sub-estudo 3: Análise de Padrões Espaço-Temporais de Transmissibilidade e Diagnóstico da Hanseníase.....	46
3.4 Aspectos Éticos .....	50
4. RESULTADOS.....	52

4.1 Padrões Epidemiológicos e Tendência Temporal da Hanseníase na Área de Estudo.....	52
4.2 Fluxos para Primeiro Atendimento e de Migração Após o Diagnóstico ...	59
4.3 Aglomerados Espaciais com Cortes Temporais de Alto Risco .....	68
5. DISCUSSÃO .....	87
5.1 Situação Epidemiológica da Hanseníase.....	87
5.2 Fluxo, Migração e Descentralização .....	92
5.3 Distribuição Espaço-Temporal da Hanseníase .....	98
5.4 Limitações do Estudo.....	113
6. CONCLUSÕES .....	116
7. REFERÊNCIAS.....	122
8. APÊNDICES.....	136
8.1 Apêndice 1 – Municípios do agregado 1 da hanseníase que apresentaram casos de hanseníase notificados fora de sua residência, 2001 a 2009. ....	136
8.2 Apêndice 2 – Municípios que notificaram casos de hanseníase residentes em outros municípios do agregado 1 da hanseníase, 2001 a 2009.....	144
8.3 Apêndice 3 – Coeficiente de detecção geral médio da hanseníase no período de 2001 a 2009 em municípios de alto risco de transmissão. ....	152
8.4 Apêndice 4 – Coeficiente de detecção médio em menores de 15 anos da hanseníase no período de 2001 a 2009 em municípios de alto risco de transmissão.....	160
8.5 Apêndice 5 – Coeficiente de casos com grau 2 por 100.00 habitantes médio no período de 2001 a 2009 em municípios de alto risco de transmissão.....	169
8.6 Apêndice 6 – Municípios pertencentes ordenados por agregados do Coeficiente de Detecção Geral no agregado 1 da Hanseníase, de 2001-2009. ....	178
8.7 Apêndice 7 – Municípios pertencentes ordenados por agregados do Coeficiente de Detecção em menores de 15 anos no agregado 1 da hanseníase, de 2001-2009. ....	180
8.8 Apêndice 8 – Municípios pertencentes ordenados por agregados do Coeficiente de Casos Novos com Grau 2 por 100.000 habitantes no agregado 1 da Hanseníase, de 2001-2009.....	182
8.9 Apêndice 9 – Municípios pertencentes a áreas de valores altos e valores baixos para o coeficiente de detecção geral - índice de autocorrelação local $G_i^*$ significativo – 2007 a 2009.....	185

8.10 Apêndice 10 – Municípios pertencentes a áreas de valores altos e valores baixos para o coeficiente de detecção em menores de 15 anos - índice de autocorrelação local $G_i^*$ significativo – 2007 a 2009. ....	188
8.11 Apêndice 11 – Municípios pertencentes a áreas de valores altos e valores baixos para o coeficiente de casos com Grau 2 de incapacidade - índice de autocorrelação local $G_i^*$ significativo – 2007 a 2009. ....	190
8.12 Apêndice 12 – Indicadores epidemiológicos e operacionais do agregado 1 da hanseníase.....	193
9. ANEXOS.....	198
9.1 Anexo 1 – Ficha de Notificação/Investigação Individual da Hanseníase .....	198
9.2 Anexo 2 – Cópia do Parecer do Comitê de Ética da Universidade Federal do Ceará .....	199
9.3 Anexo 3 – Cópia do Parecer do Comitê de Ética do Centro Universitário Luterano de Palmas .....	200
9.4 Anexo 4 – Cópia do Parecer da Secretaria da Saúde do Estado do Tocantins.....	201
9.5 Anexo 5 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	202
10. ARTIGOS .....	205
10.1 Artigos relacionados à Tese .....	205
10.1.1 Artigo 1: Submetido à Leprosy Review .....	205
10.1.2 Artigo 2 - Submetido à Cadernos de Saúde Pública .....	224
10.1.3 Artigo 3: Submetido à Tropical Medicine and International Health ...	246
10.1.4 Artigo 4 – Submetido à Plos NTD.....	269

# 1. INTRODUÇÃO

A hanseníase é uma das principais doenças infecciosas que acomete a população mundial e, apesar de todos os esforços dos órgãos governamentais, ainda é um problema de saúde pública no mundo, inclusive no Brasil (Brasil, 2010a; Britton e Lockwood, 2004; WHO, 2010b).

Em vários lugares do mundo muitas ações têm sido realizadas na tentativa de eliminar a hanseníase como problema de saúde pública (Britton e Lockwood, 2004). Em 1991, a 44<sup>a</sup> Assembleia Mundial de Saúde da Organização Mundial da Saúde [OMS] (WHO, 1991), estimulada pela diminuição do número de casos registrados pela implantação da poliquimioterapia no ano de 1985, propôs a eliminação da doença como problema de saúde pública até o ano 2000. Dessa forma, todos os países endêmicos deveriam ter alcançado o coeficiente de prevalência de menos de dez casos novos para cada 100.000 habitantes/ano (ILA, 2002; WHO, 1991; 2001). Entretanto, no ano de 2009, observaram-se 37.610 casos novos e um coeficiente de prevalência geral de 19,6 casos novos por 100.000 habitantes, no Brasil, valores superiores ao pactuado para a eliminação desta doença (Brasil, 2010a).

Em 1999, durante a III Conferência Mundial para Eliminação da Hanseníase foi criada a Aliança Global para a Eliminação, composta por 12 países endêmicos incluindo o Brasil, em associação com organizações não governamentais (ONGs) e governamentais, o Banco Mundial, a OMS e a *International Federation of the Anti-Leprosy Associations* (ILEP). A aliança teve como objetivo a atuação junto aos países endêmicos para consecução de uma nova meta de eliminação da hanseníase como problema de saúde pública até 2005 (Brasil, 2002a). Como essa meta também não foi alcançada por nove países (Angola, Brasil, República Central Africana, República Democrática do Congo, Índia, Madagascar, Moçambique, Nepal e República Unida da Tanzânia), a OMS elaborou novas estratégias visando atingir a eliminação até 2010 (WHO, 2005; 2006).

Dentre os principais elementos da estratégia global para aliviar a carga da hanseníase e manter as atividades de controle da hanseníase (*Global Strategy for Further Reducing the Leprosy Burden and Sustaining Leprosy Control Activities [Plan Period: 2006-2010]* - WHO/CDS/CPE/CEE/2005.53), inserem-se:

- i. Sustentar as atividades de controle da hanseníase em todos os países endêmicos;
- ii. Usar a detecção de casos como principal indicador para monitorar o progresso;
- iii. Assegurar diagnóstico de qualidade, gestão de casos, registro e notificação em todas as comunidades endêmicas;
- iv. Fortalecer os serviços rotineiros e de encaminhamento;
- v. Descontinuar a abordagem baseada em campanhas;
- vi. Desenvolver ferramentas e procedimentos baseados na atenção domiciliar/comunitária, integrados e localmente apropriados para a prevenção de incapacidades/deficiências e para a provisão de serviços de reabilitação;
- vii. Promover pesquisa operacional a fim de melhorar a implementação de uma estratégia sustentável e incentivar o apoio mútuo dos parceiros, em todos os níveis.

Segundo a OMS, a meta dessa estratégia global seria alcançar uma maior redução da carga de hanseníase e prover acesso a serviços de controle da hanseníase de qualidade para todas as comunidades afetadas, seguindo os princípios de equidade e justiça social (WHO, 2010b). O fato é que, apesar dos esforços, as recentes prorrogações vêm mostrando como é difícil eliminar este processo infeccioso em regiões com alta endemicidade (Lockwood, 2002; Lockwood, 2005; Taulil, 1998). Até o início de 2006, o número de novos casos de hanseníase detectados em todo o mundo foi de aproximadamente 300.000, apontando ainda para a existência no século XXI de vários países endêmicos, nos continentes americano, africano e asiático (Bobin, 2004; Britton e

Lockwood, 2004; East-Innis, 2005), constituindo contextos epidemiológicos complexos (Meima, Richardus *et al.*, 2004; Meima, Smith *et al.*, 2004).

Dessa forma, observou-se que não somente o Brasil, mas também diversos outros países não alcançaram a eliminação da hanseníase em 2005, pois as dificuldades de controle estão, não somente na estratégia do uso da poliquimioterapia, mas em uma melhor compreensão do contexto geral em que esta doença se apresenta, com os seus determinantes e condicionantes de diferentes ordens (Andrade, 2000; Araújo, 2003; Britton e Lockwood, 2004; Cunha, Rodrigues *et al.*, 2004; East-Innis, 2005). Uma dessas questões importantes pouco abordadas não apenas no Brasil, mas em outros países endêmicos, é o padrão epidemiológico desigual de ocorrência da hanseníase (e de outras endemias) nos territórios (Martelli, Stefani *et al.*, 2000; Matos, Duppre *et al.*, 1999).

Alguns estudos realizados na região Nordeste do Brasil, mais especificamente no Ceará, vêm contribuindo para uma maior compreensão desse aspecto da epidemiologia da doença. Municípios com maior desigualdade social apresentaram os maiores coeficientes de detecção e de prevalência de hanseníase, reforçando que indicadores socioeconômicos e ambientais também se mostram importantes preditores da hanseníase (Albuquerque, Morais *et al.*, 1989; Kerr-Pontes, Barreto *et al.*, 2006; Kerr-Pontes, Montenegro *et al.*, 2004; Montenegro, Werneck *et al.*, 2004). Dados referentes às condições de habitação, número de habitantes por domicílio, tamanho da família, anos de escolaridade, fatores nutricionais bem como fatores ambientais influenciam diretamente no processo de determinação da ocorrência da doença em populações humanas (Andrade, Sabroza *et al.*, 1994; Kerr-Pontes, Barreto *et al.*, 2006; Lockwood e Suneetha, 2005).

## **1.1 Biologia e Transmissão do *Mycobacterium leprae***

A hanseníase é uma infecção crônica causada pelo *Mycobacterium leprae*. Este bacilo tem predileção por nervos periféricos e pela pele, apresenta alta infectividade. Entretanto apresenta baixa patogenicidade, ou seja, das

peças infectadas poucos adoecem (Brasil, 2005; Britton e Lockwood, 2004). A hanseníase também apresenta um elevado poder incapacitante que está relacionado ao poder imunogênico do *M. leprae*, o dano neurológico é responsável pelas sequelas que podem surgir com a evolução da doença (Araújo, 2003; Brasil, 2005).

O conhecimento sobre o mecanismo de transmissão da hanseníase ainda apresenta lacunas, mas existe evidência que a doença tem transmissão preferencialmente de pessoa a pessoa e que os seres humanos são o principal reservatório de infecção. A principal forma de eliminação dos bacilos é pela via aérea superior, sendo o trato respiratório a mais provável via de entrada do *M. leprae* no corpo. A principal fonte para transmissão é o grupo de pessoas com hanseníase classificadas como multibacilares (MB). Seus contatos intradomiciliares têm um risco estimado de 5 a 10 vezes maior de desenvolver hanseníase quando comparado com a população em geral. Desta forma, o domicílio apresenta grande importância como local de transmissão da doença (Doull, Guinto *et al.*, 1942; Fine, Sterne *et al.*, 1997; Van Beers, Hatta *et al.*, 1999).

O trato respiratório superior dos pacientes multibacilares (virchowianos e dimorfos) é a principal via de eliminação do *M. leprae* encontrada no ambiente (Brasil, 2005). Pacientes multibacilares sem tratamento eliminam grandes quantidades de *M. leprae* a partir do nariz e da boca (Davey e Rees, 1974). Alguns autores sugerem que esses pacientes atuem como única fonte de infecção. Porém, pessoas que moram na mesma residência de casos paucibacilares (PB) também apresentam risco aumentado de desenvolver a doença quando comparados às demais pessoas (Almeida, Martinez *et al.*, 2004; Cardona-Castro, Beltran-Alzate *et al.*, 2008; Doull, Guinto *et al.*, 1942; Fine, Sterne *et al.*, 1997; Job, Jayakumar *et al.*, 2008). Desta forma, a transmissão parece ocorrer através de um contato íntimo e prolongado de pessoas saudáveis com casos (Brasil, 2005).

Existe evidência crescente que a transmissão subclínica também possa ocorrer e a eliminação nasal no *M. leprae* por pessoas nessa situação pode ser responsável por esse tipo de transmissão, apesar de não ter sido

provada, já que não há ferramentas para o diagnóstico da infecção subclínica (Bakker, Hatta *et al.*, 2006; Cardona-Castro, Beltran-Alzate *et al.*, 2008; Hatta, Van Beers *et al.*, 1995; WHO, 2002).

A disseminação direta do bacilo é certamente muito importante, mas também pode haver disseminação indireta. O *M. leprae* tem capacidade de sobreviver fora do corpo humano por um longo período (vários meses) em condições desfavoráveis (Cree e Smith, 1998; Desikan e Sreevatsa, 1995) e sua presença na água e no solo já foi demonstrada (Banerjee, Banerjee *et al.*, 1991; Kazda, Ganapati *et al.*, 1986; Kazda, Irgens *et al.*, 1990; Weng, Li *et al.*, 2011). Entretanto, a importância dessas formas de transmissão para a saúde pública não é conhecida.

Nas Américas, tatus (*Dasypus novemcinctus*) também podem atuar como reservatórios (Truman, Singh *et al.*, 2011). A proporção de casos relacionados à transmissão por tatus ainda é desconhecida, contudo estima-se que dois terços dos casos detectados no sul dos Estados Unidos da América tenham cepas de *M. leprae* derivados do tatu (Truman e Fine, 2010). No Brasil a exposição direta a tatus está associada duas vezes mais a detecção de casos de hanseníase e este risco foi significativo mesmo após o controle das variáveis de confusão (Deps, Alves *et al.*, 2008).

A predisposição genética tem um papel pouco claro no desenvolvimento da hanseníase e na sua forma clínica. Genes de susceptibilidade à infecção da hanseníase têm sido relatados, mas a replicação destes achados tem sido difícil (Rodrigues e Lockwood, 2011).

## **1.2 Características Clínicas, Diagnóstico, Tratamento e Prevenção**

O diagnóstico clínico da hanseníase é definido por meio do exame do paciente para identificação de lesões dermatológicas e palpação de troncos nervosos. Entretanto, há uma grande diversidade do espectro clínico do processo infeccioso. No Congresso de Hansenologia de Madrid em 1953,

foram definidas as formas clínicas da hanseníase indeterminada (HI), duas formas polares – a hanseníase tuberculóide (HT) e a hanseníase virchowiana (HV) - e uma forma interpolar, a hanseníase dimorfa (HD) (Talhari e Neves, 1997).

Na forma clínica indeterminada as lesões caracterizam-se por manchas hipocrômicas com alteração de sensibilidade. A HI é considerada a primeira manifestação clínica da hanseníase e, após um período de tempo que varia de poucos meses até anos, ocorre evolução para cura ou para outra forma clínica (Araújo, 2003; Talhari e Neves, 1997).

Na forma tuberculóide são encontradas lesões bem delimitadas, em número reduzido, anestésicas e de distribuição assimétrica. Há espessamento do tronco nervoso e dano neural. A forma tuberculóide, juntamente com a HI constituem as formas paucibacilares (PB) da hanseníase. Apesar da possibilidade de cura espontânea na HT, os casos devem ser tratados para evitar dano neural mais extenso e reduzir o tempo de evolução da doença (Araújo, 2003; Talhari e Neves, 1997).

A hanseníase virchowiana é uma forma multibacilar (MB), correspondendo ao pólo de baixa resistência em relação à imunologia da doença, ou seja, está presente em indivíduos com imunidade celular deprimida para o *M. leprae*. Esta forma pode evoluir da forma HI ou se apresentar logo de início. A HV apresenta exame de baciloscopia positivo e é um importante foco infeccioso ou reservatório da hanseníase (Araújo, 2003; Talhari e Neves, 1997).

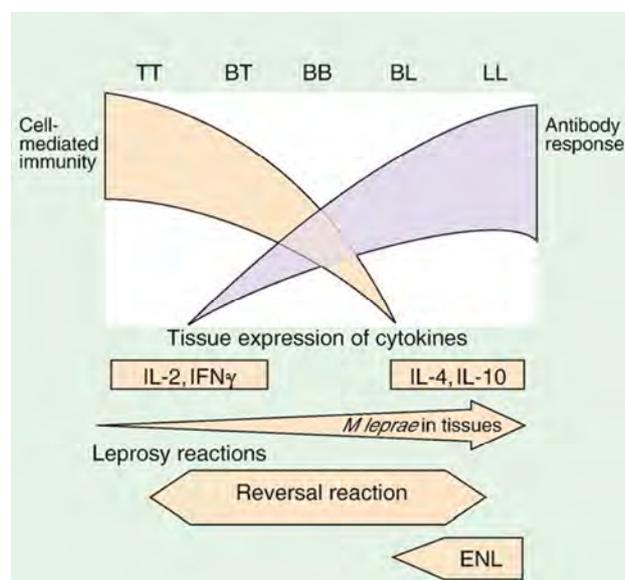
A forma dimorfa é caracterizada pela sua instabilidade imunológica, havendo grande variação em suas manifestações clínicas, na pele, nervos ou comprometimento sistêmico. As lesões neurais são frequentes e levam a incapacidades físicas, o exame bacteriológico poder ser positivo ou não e isto leva a possibilidade de transmissão subclínica (Araújo, 2003; Talhari e Neves, 1997).

Para fins de tratamento e acompanhamento na rede de serviços de saúde, os pacientes com hanseníase são classificados em dois grupos, de

acordo com o número total de lesões cutâneas encontradas: PB (menos de 5 lesões) e MB (5 lesões ou mais) (Brasil, 2005)

Outra classificação utilizada com fins de pesquisa é a de Ridley e Jopling (1966) que leva em consideração a imunidade dentro de um espectro de resistência do hospedeiro, esta classificação não inclui a forma HI e o exame histopatológico é necessário para sua utilização (Araújo, 2003).

Desta forma, a hanseníase pode apresentar-se através de várias formas clínicas, desde a forma tuberculóide, passando pela dimorfa (*borderline*) até virchowiana (*lepromatous*) (Ridley e Jopling, 1966). Esta classificação foi baseada em critérios clínicos, histológico e imunológico, constituindo-se em cinco grupos: Tuberculóide (TT), Dimorfa (*borderline*) Tuberculóide (BT), Dimorfa (BB), Dimorfa Lepromatosa (BL) e Lepromatosa (LL) (Figura 1). Esta classificação reconhece de forma mais adequada a complexidade da classificação da hanseníase (Lockwood, Sarno *et al.*, 2007; Matsuo, Talhari *et al.*, 2010).



Fonte: (Walker e Lockwood, 2007).

**Figura 1** – Amplitude clínica e imunológica da hanseníase. (IL=Interleucina; IFN=Interferona; ENL=Eritema Nodoso Hansênico)

Em 1982, para fins operacionais, a Organização Mundial da Saúde (OMS) recomendou que se utilizasse uma nova classificação, agregando os pacientes nas formas paucibacilar (PB) e multibacilar (MB) (WHO, 1982). O objetivo era simplificar o reconhecimento da doença e assegurar que o paciente fosse tratado apropriadamente com a poliquimioterapia (PQT). No decorrer do tempo, esta classificação sofreu alterações (Lockwood, Sarno *et al.*, 2007). Inicialmente foi incorporada a baciloscopia da pele e pacientes com Índice Baciloscópico (IB) maior que 2+ (duas cruces) foram classificados como MB. Em 1988, uma baciloscopia positiva tornava o pacientes num caso multibacilar (WHO, 1988). Para fins operacionais, o número de lesões de pele é utilizado para classificação (Brasil, 2005).

Considera-se um caso de hanseníase uma pessoa que apresenta um ou mais dos seguintes sinais cardinais e que necessita de tratamento poliquimioterápico:

- a) lesão(ões) e/ou área(s) da pele com alteração de sensibilidade;
- b) acometimento de nervo(s) periférico(s), com ou sem espessamento, associado a alterações sensitivas e/ou motoras e/ou autonômicas; e
- c) baciloscopia positiva de esfregaço intradérmico (Brasil, 2010c).

A avaliação neurológica é utilizada para monitorar mudanças no estado e na função neural, identificar neurites precocemente, determinar o tratamento necessário (inclusive avaliar necessidade de intervenção cirúrgica) e monitorar a resposta ao tratamento. Consiste, de forma simplificada, na avaliação de: Face, principalmente Nariz (ressecamento, ferida, perfuração de septo) e Olhos (avaliação da força ao fechar os olhos, da sensibilidade corneana e da acuidade visual, presença de triquíase, ectrópio, catarata, opacidade da córnea); Membros superiores e Inferiores (inspeção e avaliação sensitiva, palpação de nervos e avaliação da força). Deve ser necessariamente realizada no diagnóstico, a cada três meses durante o tratamento, mensalmente durante neurites e reações (mesmo que apenas suspeitadas)

durante e após o tratamento, na apresentação de queixas e na alta do paciente (Brasil, 2008a).

Além do diagnóstico da doença, a avaliação do grau de incapacidade é fundamental, a fim de planejar ações para prevenção de possíveis incapacidades, orientar e indicar tratamento adequado e reabilitação para incapacidades já instaladas, assim como contribuir para a obtenção de indicadores epidemiológicos que permitam avaliar a efetividade das ações de detecção precoce de casos (Croft, Nicholls *et al.*, 2000; Moschioni, Antunes *et al.*, 2010; Oliveira, Grossi *et al.*, 2010; Van Brakel e Officer, 2008).

A avaliação do grau de incapacidade consiste em atribuir um valor, na escala de 0 a 2, para cada olho, mão e pé, sendo que o maior valor atribuído, desses seis, constitui o grau de incapacidade do indivíduo. O grau zero é empregado quando não há nenhum problema nos locais examinados decorrentes da hanseníase. O grau 1 é atribuído quando se detecta diminuição ou perda da sensibilidade nos olhos, mãos e/ou pés. O grau 2 refere-se a comprometimentos específicos, tais como em olhos: lagofalmo e/ou ectrópio, triquiase, opacidade corneana central, acuidade visual menor que 0,1 ou não contar dedos a 6 metros; nas mãos: lesões tróficas e/ou traumáticas, garras, reabsorção, mão caída; nos pés: lesões tróficas e/ou traumáticas, garras, reabsorção, pé caído ou contratatura do tornozelo (Brandsma, 2003; Brasil, 2008a).

A hanseníase pode ser confundida com algumas outras doenças transmissíveis e não transmissíveis, visto que podem cursar com manifestações clínicas semelhantes dificultando o diagnóstico precoce e adequado da hanseníase. Dentre as doenças que compõem o diagnóstico diferencial da hanseníase, destacam-se algumas doenças dermatológicas e outras que podem cursar com manifestações nervosas, como sífilis secundária, farmacodermias, eritema nodoso, o lúpus eritematoso e a dermatomiosite, leishmaniose, dentre outras (Brasil, 2008a; Durayski, Bonamigo *et al.*, 2010; Júnior, Silva *et al.*, 2011; Talhari e Neves, 1997).

O tratamento precoce do paciente com hanseníase é indispensável para a cura e, assim interromper a cadeia de transmissão da doença, sendo,

portanto estratégico no controle da endemia (Brasil, 2005). Ele é composto por quimioterapia específica, supressão dos surtos reacionais, prevenção de incapacidades físicas em casos já diagnosticados, reabilitação física e psicossocial. Este conjunto de medidas deve ser desenvolvido em serviços de saúde da rede pública ou particular, mediante notificação de casos à autoridade sanitária competente. As ações de controle são realizadas em níveis progressivos de complexidade, dispondo-se de centros de referência locais, regionais e nacionais para o apoio da rede básica (Araújo, 2003).

Embora existam outros esquemas de tratamentos (Diniz, Catabriga *et al.*, 2010), no Brasil, os casos são submetidos ao tratamento com esquema poliquimioterápico padronizado pela OMS (PQT/OMS) e recomendado pelo Ministério da Saúde por meio da Portaria Nº 3.125, de 7 de outubro de 2010 (Brasil, 2010c). O tratamento completo de seis (PB) a doze (MB) meses garante a cura microbiológica da doença e deve ter o seu acesso disponibilizado em todas as unidades da rede básica de saúde do Sistema Único de Saúde (SUS). Crianças com hanseníase devem ser tratadas com o esquema padrão recomendado, com as doses dos medicamentos ajustadas, de acordo com a sua idade e peso (Brasil, 2010c).

A vacinação com bacilo de Calmette-Guërin (BCG) protege as pessoas contra o desenvolvimento da hanseníase. A vacinação BCG neonatal, dada para prevenir a tuberculose tem, provavelmente, contribuído substancialmente para a diminuição da prevalência da hanseníase (Rodrigues e Lockwood, 2011). Uma segunda dose da vacina BCG em contatos parece levar mais proteção, mesmo em contatos que já receberam BCG neonatal (Barreto, Pereira *et al.*, 2006; Duppre, Camacho *et al.*, 2008; Schuring, Richardus *et al.*, 2009).

A quimioprofilaxia com rifampicina em contatos de casos diagnosticados de forma precoce efetivamente reduz a incidência de hanseníase (Moet, Pahan *et al.*, 2008). A recomendação atual da OMS é examinar todos os contatos domiciliares de pacientes para diagnosticar possíveis casos novos bem como reduzir a possibilidade de transmissão, se não forem identificados casos novos os contatos deve ser educados quanto

aos primeiros sinais da doença, e para voltar ao serviço de saúde se algum sinal se desenvolva (WHO, 2009). Se novos casos forem identificados devem ser tratados de forma padrão (Brasil, 2010c).

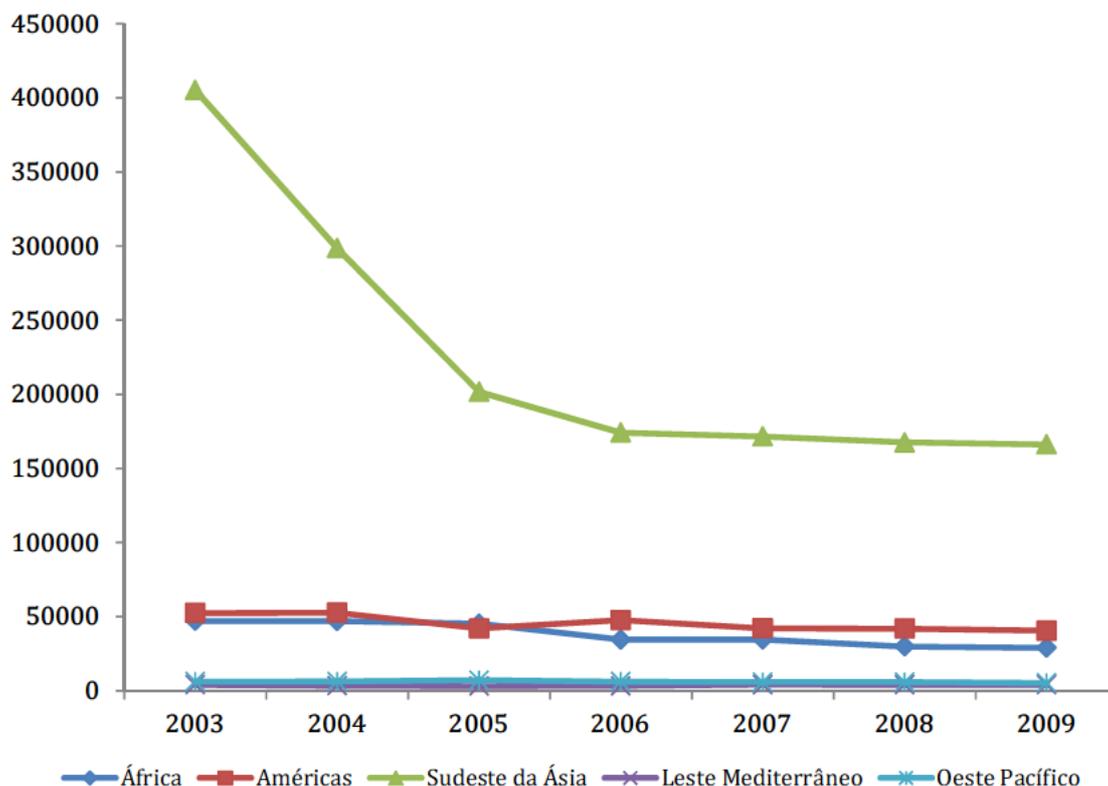
A principal forma de prevenir a instalação de deficiências e incapacidades físicas é o diagnóstico precoce. A prevenção de deficiências temporárias ou incapacidades permanentes não deve ser dissociada do tratamento PQT. Essas ações devem fazer parte da rotina dos serviços de saúde e serem recomendadas para todos os pacientes (Brasil, 2010c). Mesmo após o final do tratamento, o acompanhamento ainda deverá ser continuado, já que o caráter de processo infeccioso crônico, potencialmente degenerativo, com repercussões físicas, sociais e psicológicas, faz com que a longitudinalidade da atenção seja uma meta a ser alcançada na hanseníase (Britton e Lockwood, 2004).

### **1.3 Situação Epidemiológica da Hanseníase no Mundo**

Em vários países do mundo, a hanseníase mantém-se como um processo infeccioso crônico de elevada magnitude. Apesar disto, o caráter de doença negligenciada compromete sistematicamente o seu controle (Britton e Lockwood, 2004; Lockwood e Suneetha, 2005). Do ponto de vista epidemiológico, apesar dos avanços alcançados, há uma elevada carga nos países endêmicos quando se considera o número de casos novos detectados (Meima, Smith *et al.*, 2004; Richardus e Habbema, 2007). Além disso, do ponto de vista do desempenho dos programas de controle, muitas questões operacionais persistem como entraves para o alcance do controle (Penna, Oliveira *et al.*, 2009b; Ramos Jr, Heukelbach *et al.*, 2006).

O número de casos prevalentes de hanseníase no mundo no ano de 1985 era de 5,4 milhões. Dez anos depois, em 1995, a prevalência reduziu para 1,3 milhões - uma redução de 4,1 vezes (WHO, 1996). Estes valores continuaram a decrescer, chegando a cerca de 750.000 casos prevalentes em 1999. Esses resultados foram possivelmente em decorrência do uso da poliquimioterapia em larga escala, da redefinição do tempo de tratamento, bem

como em resposta aos critérios adotados para alta por cura (WHO, 1997; 2005). Dessa forma, chega-se a um número global de casos prevalentes de hanseníase no início de 2010 de 212.000 casos, com um número de casos novos durante o ano 2009 de 245.000 (Figura 2) (WHO, 2007; 2008; 2010a).

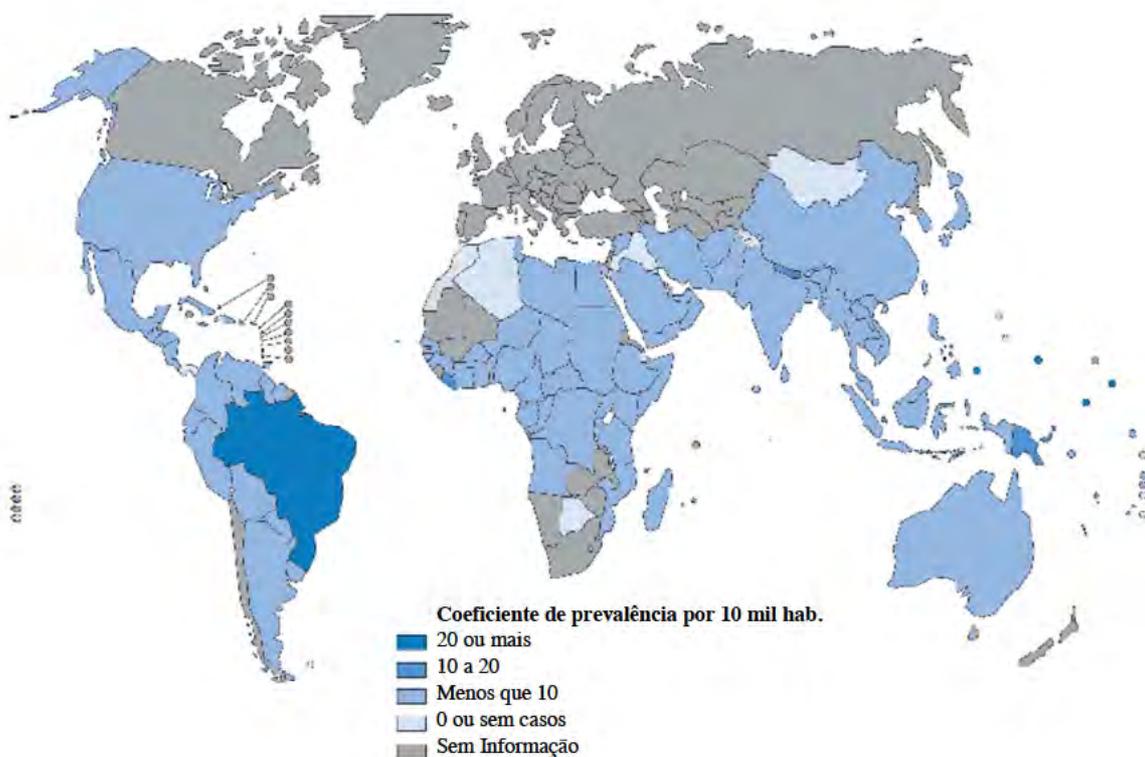


Fonte: (WHO, 2010).

**Figura 2** – Tendência de detecção de casos novos durante o período de 2006-2008, segundo Região da OMS.

Observa-se na Figura 3 que o Brasil se destaca como o país de maior prevalência no mundo, apesar das diversas ações de controle realizadas. A prevalência real, por outro lado, difere significativamente dos dados oficiais disponíveis, baseados nos casos registrados para tratamento. A redução da prevalência é atribuída primariamente à limpeza dos bancos de dados oficiais (por cura microbiológica ou perdas de seguimento) e à redução da duração do tratamento, e não apenas à redução da transmissão do *M. leprae* (ILA, 2002). Além disto, como resultado das campanhas massivas de detecção de casos (principalmente na Índia) e da ampliação de cobertura dos

serviços, o número de casos novos detectados anualmente permanece relativamente estável ao longo destes últimos 20 anos (WHO, 2000; 2006).



Fonte: WHO, 2010

**Figura 3** - Coeficientes de prevalência da hanseníase no mundo no início de 2009 (por 10.000 habitantes)

A detecção de casos novos, por outro lado, mantém uma pequena tendência de redução em todo o mundo, com aproximadamente 10.000 casos (3%) a menos durante o ano de 2009 em comparação com os novos casos relatados durante 2006 (WHO, 2007; 2008; 2010b). A Tabela 1 evidencia a detecção de casos novos de hanseníase nos 17 países com o maior número de casos novos detectados em 2009. Ressalta-se a situação do Brasil, que comparativamente nos anos de 2007 a 2009 apresenta uma leve redução no número de casos novos (Tabela 1).

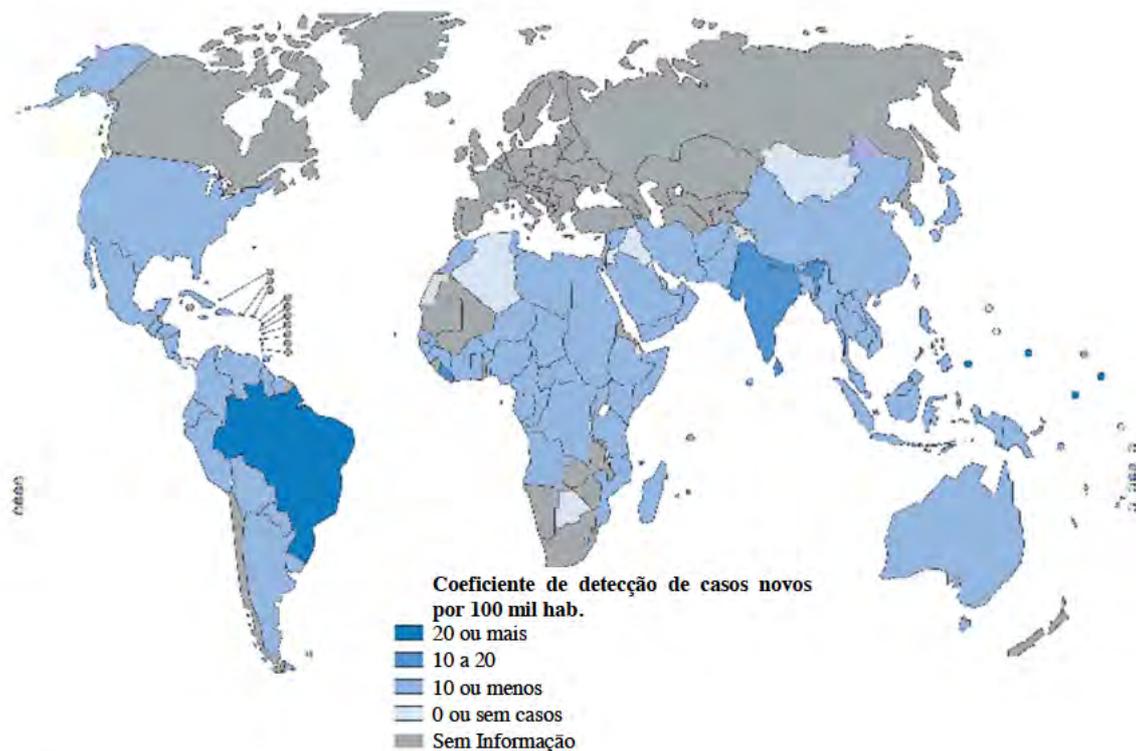
**Tabela 1** – Detecção de novos casos nos 17 países que relataram 1.000 casos ou mais durante o ano de 2009, em comparação com os anos de 2004 a 2008.

País	Detecção De Casos Novos/ Ano					
	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Índia	260.063	169.709	139.252	137.685	134.184	133.717
Brasil	49.384	38.410	44.436	39.125	38.914	37.610
Indonésia	16.549	19.695	17.682	17.723	17.441	17.260
R. D. Congo	11.781	10.369	8.257	8.820	6.114	5.062
Bangladesh	8.242	7.882	6.280	5.357	5.249	5.239
Nepal	6.958	6.150	4.235	4.436	4.708	4.394
Moçambique	4.266	5.371	3.637	2.510	1.313	1.191
Nigéria	5.276	5.024	3.544	4.665	4.899	4.219
Etiópia	4.787	4.698	4.092	4.187	4.170	4.417
Tanzânia	5.190	4.237	3.450	3.105	3.276	2.654
Mianmar	3.748	3.571	3.721	3.637	3.365	3.147
Filipinas	2.254	3.130	2.517	2.514	2.373	1.795
Madagascar	3.710	2.709	1.536	1.644	1.763	1.572
Sri Lanka	1.995	1.924	1.993	2.024	1.979	1.875
Angola	2.109	1.877	1.078	1.269	1.184	-
China	1.499	1.658	1.506	1.526	1.614	1.597
Sudão	722	720	884	1.706	1.901	2.100
Total de casos:	388.533	287.134	248.100	241.933	234.447	227.849
Total global de casos:	407.791	299.036	265.661	258.133	249.007	244.796
% do total global:	95%	96%	93%	94%	94%	93%

Fonte: WHO, 2010

Pode-se observar uma manutenção ou mesmo pequeno aumento no número de casos novos, o que pode ser explicado por uma melhora no sistema de diagnóstico e na busca ativa de casos.

Na Figura 4 são mostrados os coeficientes de detecção de casos novos no mundo, o Brasil se destaca na América do Sul, enquanto a Índia se destaca na Ásia e, mesmo com o maior número absoluto de casos novos, tem coeficientes de detecção de casos novos inferiores ao do Brasil.



Fonte: WHO, 2010.

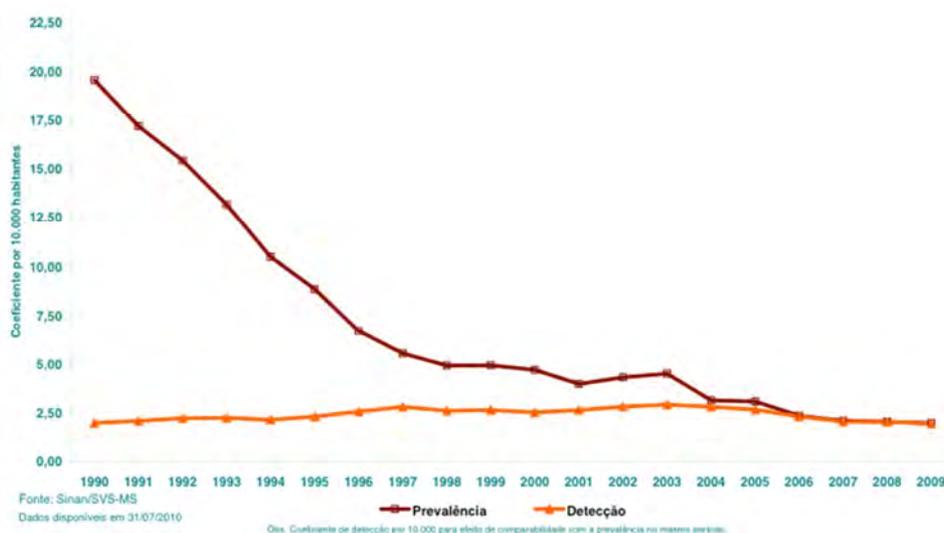
**Figura 4** - Coeficientes de detecção da hanseníase no mundo em 2008 (por 100.000 habitantes)

Apesar da OMS colocar que, quando a prevalência atingisse o nível estabelecido em 1991, a detecção de casos novos iria consequentemente reduzir e, em longo prazo, a transmissão seria interrompida, levando ao desaparecimento natural da hanseníase (WHO, 2006). Entretanto, não existem evidências de que, ao se alcançar um determinado coeficiente de prevalência a transmissão da hanseníase seria de fato interrompida (Ila, 2002; Lockwood, 2002; Lockwood e Suneetha, 2005). A “eliminação” da hanseníase pode ser um fenômeno virtual de eliminação de casos registrados, através do esquema de tratamento em tempo reduzido, sem reduzir o número de casos novos (Lockwood, 2002). Neste sentido, mesmo postergando-se o alcance da meta de eliminação para o ano 2010, muitos países não conseguiram atingi-la (Lockwood e Suneetha, 2005).

## 1.4 Contexto Epidemiológico da Hanseníase no Brasil

O Brasil é o segundo país em número absoluto de casos novos detectados no ano de 2009, no mundo (37.610) e o 1º lugar nas Américas (com 97,8% dos casos do continente americano) (WHO, 2010b). As regiões Norte e Nordeste do país têm apresentado a maior tendência de crescimento em número de casos novos detectados, sendo uma área prioritária para o controle da hanseníase (Brasil, 2007b; 2008b).

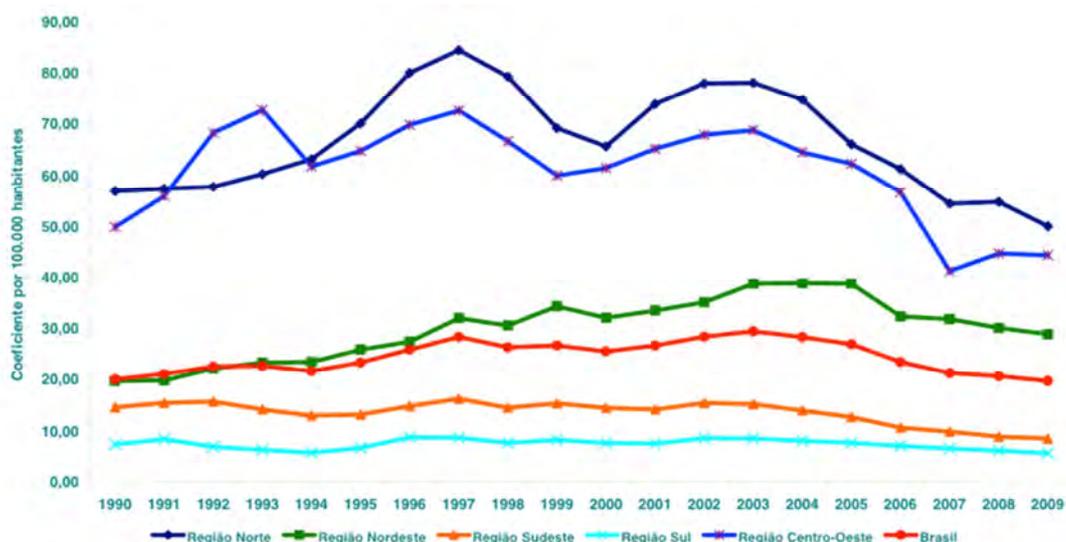
Em 2005, o Ministério da Saúde decidiu adotar os critérios da OPAS/OMS para o cálculo do indicador de prevalência da hanseníase. Com esta mudança o coeficiente de prevalência de hanseníase no Brasil alcançou 1,71 casos de hanseníase por 10.000 habitantes (Figura 5) ao final de 2004, (em 1985 este valor era de 16,4 por 10.000 habitantes), aproximando-se da meta proposta pela OMS de eliminação da doença como problema de saúde pública, com a redução de sua prevalência para um caso por 10.000 habitantes no ano de 2005 (Brasil, 2007b; 2008b).



FONTE: SINAN/SVS-MS  
Dados disponíveis em 31/07/2010

**Figura 5** – Coeficientes de detecção geral e de prevalência da hanseníase (por 10.000 habitantes) no Brasil, de 1994 a 2009.

Segundo o coeficiente de prevalência de 2004 as regiões Sul e Sudeste já alcançaram a meta de eliminação. Apesar da importante redução do coeficiente de prevalência da hanseníase no Brasil, em 2004, algumas regiões demandam intensificação das ações para eliminação, justificadas por um padrão de alta endemicidade (Figura 6). Portanto, foram definidos esforços necessários para o alcance da meta de eliminação de hanseníase em nível municipal até o ano 2010.



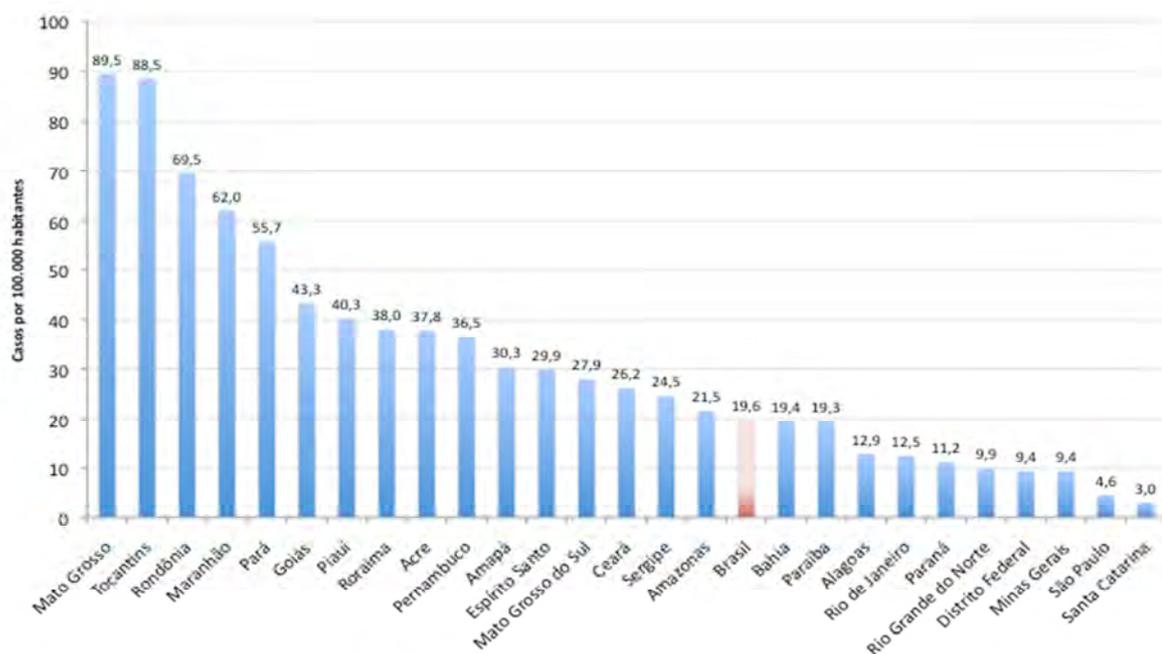
FONTE: SINAN/SVS-MS  
 Dados disponíveis em 31/07/2010

**Figura 6** – Coeficientes de detecção geral da hanseníase (por 100.000 habitantes) no Brasil e Regiões, de 1990 a 2009.

Novamente, essas situações trazem à tona a discussão da inadequação do coeficiente de prevalência como indicador para as metas de eliminação da hanseníase (Lockwood, 2002; 2004; Meima, Van Veen *et al.*, 2008; Talhari e Penna, 2005). Uma das questões que surgem atreladas aos aspectos epidemiológicos é a necessidade de qualificação do processo de vigilância epidemiológica, englobando não apenas a captação de casos e a coleta de dados, mas também a consolidação no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), com posterior análise.

### 1.4.1 A Hanseníase nos Estados do Pará, Tocantins, Maranhão e Piauí

De acordo com os dados do Ministério da Saúde de 2010, observou-se em torno de 37 mil casos novos de hanseníase distribuídos em todos os Estados no ano de 2009 (Brasil, 2010a). Os quatro Estados: Pará, Tocantins, Maranhão e Piauí estão entre os 10 primeiros com maior coeficiente de detecção para casos novos de hanseníase. Destaca-se, em segundo lugar, o estado do Tocantins com 88,5 casos novos para cada 100 mil habitantes (1.144 casos) (Figura 7). O estado do Maranhão vem em quarto, com 61,9 casos por 100 mil habitantes (3.947 casos) seguido pelo Estado do Pará com 55,7 (4.139 casos), o Estado do Piauí aparece em sétimo com 40,2 casos por 100 mil habitantes (1.266 casos) (Figura 7). Estes estados estão bem acima do valor encontrado para o Brasil, que é de 19,6 casos por 100 mil habitantes (Brasil, 2010a).

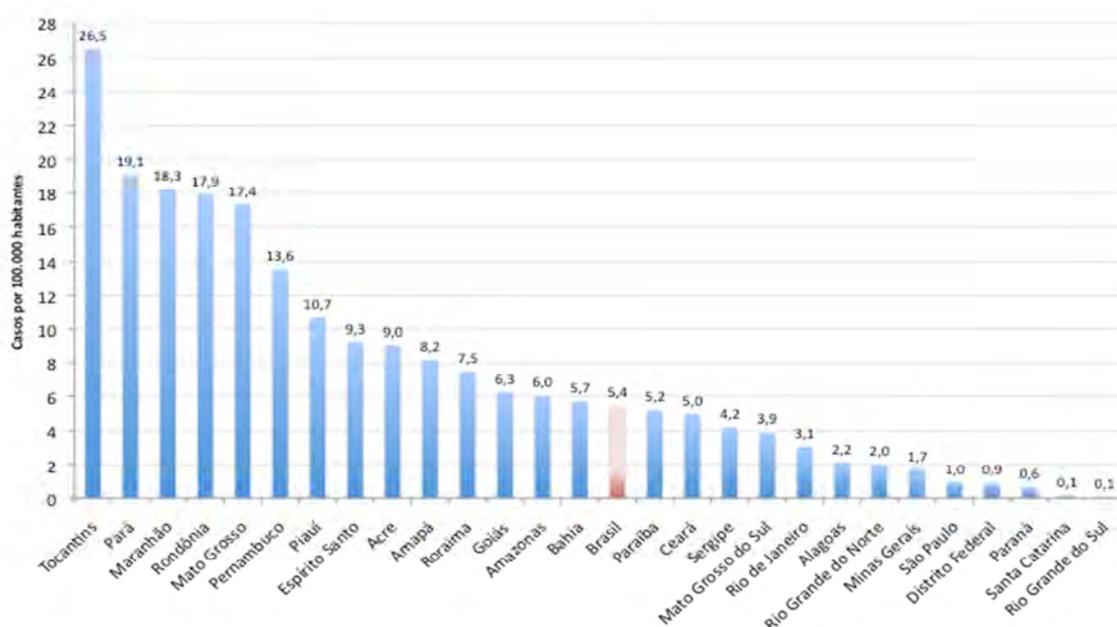


FONTE: SINAN/SVS-MS

Dados disponíveis em 31/07/2010

**Figura 7** – Coeficiente de detecção de casos novos de hanseníase por Estado de residência, Brasil 2009.

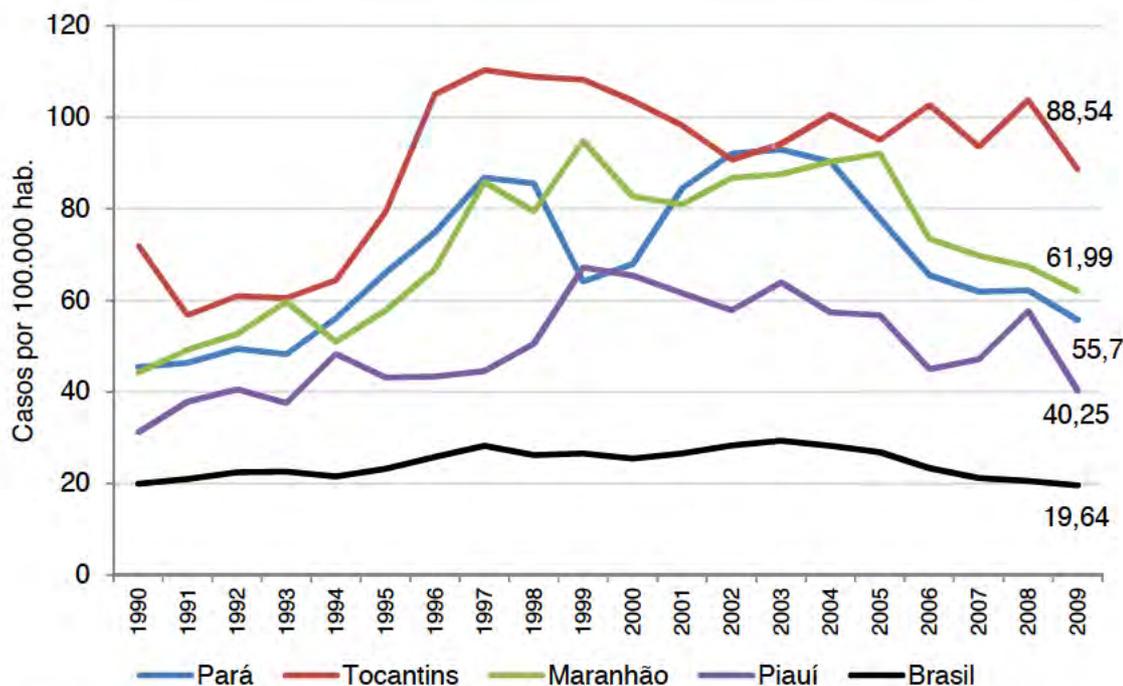
Em menores de 15 anos de idade, no Brasil, houve 2.669 casos novos e um coeficiente de detecção de 5,4 casos por 100 mil habitantes. Nesta faixa etária estes quatro Estados apresentam um maior destaque, tendo três deles entre os cinco primeiros. Tocantins é o primeiro com 102 casos e um coeficiente de detecção de 26,5 casos por 100 mil habitantes. Em segundo e terceiro estão o Pará (450 casos) e Maranhão (376 casos) com um coeficiente de 19,1 e 18,2 casos por 100 mil habitantes, respectivamente. O estado do Piauí (99 casos) tem um coeficiente de detecção de 10,7, o menor dos quatro Estados, porém, ainda assim, o dobro do valor médio do Brasil (Figura 8) (Brasil, 2010a).



FONTE: SINAN/SVS-MS  
 Dados disponíveis em 31/07/2010

**Figura 8** – Coeficiente de detecção de casos novos de hanseníase em menores de 15 anos por Estado de residência do Brasil em 2009.

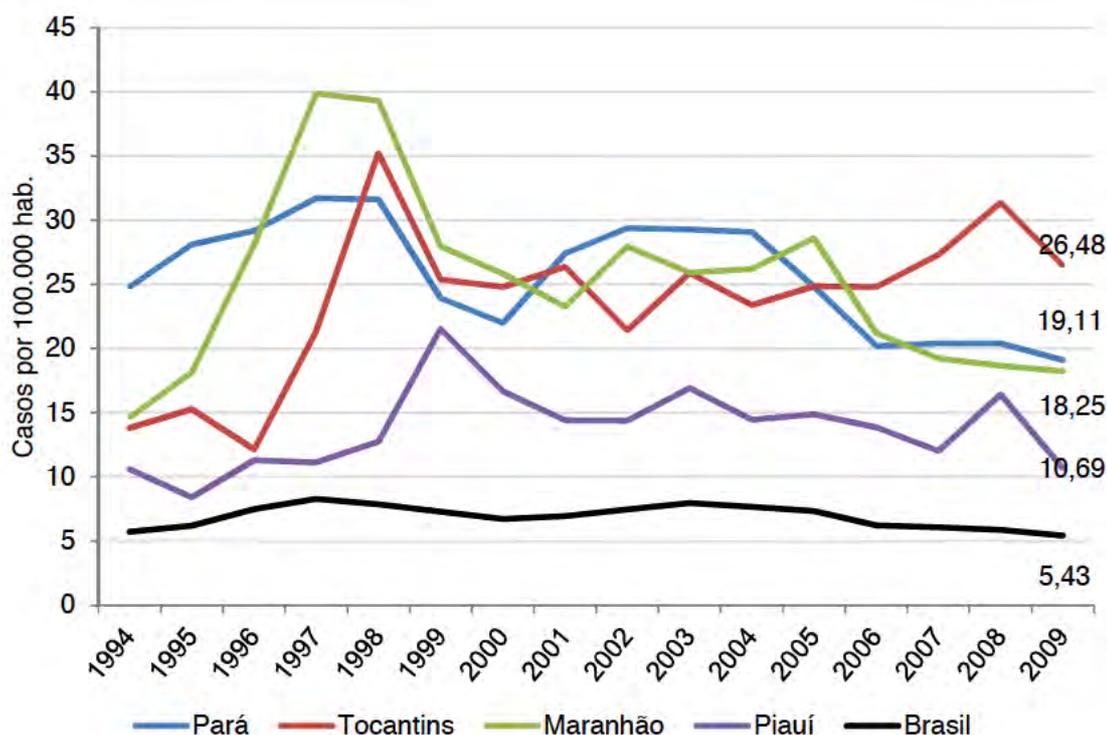
A série histórica mostra uma tendência de queda no coeficiente de detecção geral dos estados do Pará, Maranhão e Piauí nos últimos anos. No estado do Tocantins se observa uma manutenção dos valores nos últimos oito anos com pequenas variações anuais. Durante os anos de 1990 a 2009 os valores sempre foram mais elevados que o parâmetro nacional (Figura 9) (Brasil, 2010a).



FONTE: SINAN/SVS-MS  
 Dados disponíveis em 31/07/2010

**Figura 9** – Coeficiente de detecção geral de casos de hanseníase no Brasil e estados do Pará, Tocantins, Maranhão e Piauí de 1990 a 2009.

Em menores de 15 anos os valores dos dados do período de 1994 a 2009 mostram uma variação crescente do coeficiente até 1998 quando há uma redução e posterior manutenção dos valores até 2006, neste período os estados do Pará, Tocantins e Maranhão tem valores semelhantes. O Estado do Piauí segue o mesmo padrão, com valores mais reduzidos, mas ainda muito superior ao valor nacional. Nos últimos quatro anos o Pará e Maranhão reduziram um pouco o valor deste coeficiente, enquanto Tocantins e Piauí mantiveram a mesma tendência, com crescimento em 2008 e queda em 2009 para os mesmos valores de 2007 (Figura 10) (Brasil, 2010a).



FONTE: SINAN/SVS-MS  
 Dados disponíveis em 31/07/2010

**Figura 10** – Coeficiente de detecção de casos de hanseníase em menores de 15 anos no Brasil e estados do Pará, Tocantins, Maranhão e Piauí de 1990 a 2009.

## 1.5 Espaço Geográfico e Epidemiologia de Doenças Transmissíveis

A Epidemiologia tem como preocupação compreender e explicar o processo saúde-doença nos indivíduos e em populações. A identificação das relações causais é a chave deste processo de investigação. A Geografia se insere nesse contexto identificando, na estrutura espacial e nas relações sociais, as diversas associações plausíveis com os processos de adoecimento e morte nas coletividades. Uma vez feita esta identificação, passa-se para a reconstrução do processo de organização do espaço que resultou no sistema de relações identificado (Santos e Barcelos, 2006; Silva, 1997). Tanto a

Epidemiologia como a Geografia Médica aceitam, como pressuposto geral, que os padrões de morbimortalidade e saúde não ocorrem de forma aleatória em populações humanas, mas apresentam padrões ordenados que refletem causas subjacentes (Santos e Barcelos, 2006; Silva, 1997)

A epidemiologia descritiva, em sua conceituação clássica, entende o espaço como um conjunto de determinantes, geralmente de natureza biológica ou natural (Medronho, Bloch *et al.*, 2008; Silva, 1997). Sua influência seria exercida unicamente através de fenômenos naturais, como temperatura ou umidade. Nesta visão, o espaço se mostra de forma estática, imutável, sendo apenas um “observador” não participante da dinâmica de transmissão das doenças (Sabroza, Kawa *et al.*, 1995).

Entretanto, o espaço geográfico é mutável e diferenciado, funcionando como o suporte de um sistema de relações determinadas pelo meio físico ou provenientes das relações humanas, em função da organização social e econômica (Dollfus, 1972). O determinante maior do processo de organização do espaço é a necessidade econômica, que vai reorganizar o espaço conforme as necessidades das atividades que devem se desenvolver (Silva, 1997). Com o passar do tempo, a visão de espaço geográfico deixa de ser unicamente focada no ser humano e na sociedade e direciona sua visão em uma interação entre a sociedade e a natureza (Silva, 1997).

A implicação prática deste paradigma ecológico, no desenho de um projeto de investigação epidemiológica, é que seu foco exclusivo nos fatores de risco a nível individual, mesmo tendo em conta um grande número de indivíduos de uma população, não será mais suficiente. As visões de causalidade devem ser abordadas de forma diferenciada ao nível social, patogênico, bem como ao nível molecular (Susser e Susser, 1996a).

Assim, a epidemiologia que direcionava seu olhar somente à coletividade em si, muda seu foco para o processo de interação com natureza e a maneira como o meio é transformado ao longo do tempo, com uma perspectiva histórica das doenças. A análise do processo de organização do espaço, como um processo contínuo, permite uma visão mais dinâmica do processo saúde-doença (Silva, 1997).

A análise das relações entre saúde e espaço precisam fazer uso de estudos que abordem escalas ecológicas para identificar os fatores que possam estar envolvidos nestas relações. As características estudadas serão sempre atributos de uma população e do ambiente onde este grupo de pessoas está inserido (Santos e Barcelos, 2006). É fundamental medir características de contexto para entender como estas afetam a saúde das pessoas e grupos, uma vez que medidas de atributos individuais não podem dar conta dos processos envolvidos nesta relação (Susser e Susser, 1996a). Processos como seleção, distribuição, interação e adaptação acontecem na escala contextual e não podem ser analisados através dos estudos baseados nos indivíduos. Como exemplo os padrões de mortalidade e morbidade, e a difusão de doenças só podem ser explicados tendo-se em consideração os níveis ecológicos (Santos e Barcelos, 2006).

O processo de organização do espaço geográfico, em diferentes momentos se caracteriza como uma forma específica das populações humanas conhecerem a dinâmica das doenças. Este processo permite entender o papel da organização do espaço geográfico na origem e na distribuição das doenças e assim estabelecer uma vigilância adequada (Lemos e Lima, 2002). A modificação do espaço, ou paisagem, determina alterações ecológicas nas relações entre o ambiente e os agentes infecciosos, alterando a circulação e conseqüentemente sua transmissão (Silva, 1997).

As condições de vida de grupos sociais nos territórios definem um conjunto de problemas, necessidades e insatisfações. Cada sociedade é influenciada por sua economia, política e circunstâncias culturais, bem como a variedade de pessoas, o clima da área e sua geografia (Susser e Susser, 1996b). Essas condições de existência se modificam ao longo do tempo. Um grupo populacional em um território é definido, dentre muitos outros determinantes, pelos problemas e necessidades em saúde, assim como pelas respostas sociais a esses problemas (Santos e Barcelos, 2006). A abordagem adequada analisa os determinantes e os resultados em diferentes níveis de organização, mas limitando os campos de observação (Susser e Susser, 1996b).

O espaço geográfico e o espaço social, onde se dão as relações humanas, são espaços relacionais (Santos e Barcelos, 2006; Susser e Susser, 1996b). Assim, não estão isolados, mas interligados a outros espaços de maior ou de menor nível e a diversas áreas com quem estabelecem relações de troca, através de uma rede e de uma hierarquia de áreas (Santos e Barcelos, 2006). Desta forma, não existe uma área autossuficiente, ela sempre se relaciona com o espaço ao seu redor (vizinhança) e com espaços distantes, através das redes de comunicação ou transporte, sejam eles outras cidades ou áreas rurais, formando assim uma rede (Santos e Barcelos, 2006). O grau de conectividade e importância de uma determinada área, em geral, tem um efeito importante nos processos de difusão de doenças, ou seja, quanto maior a conectividade entre essas áreas maior a velocidade com que elas serão atingidas (Santos e Barcelos, 2006). O espaço socialmente organizado guarda as marcas impressas pela organização social, inclusive aquelas herdadas do passado, adquirindo características locais próprias que expressam a diferenciação de acesso aos resultados da produção coletiva (Santos, 1979; Santos e Barcelos, 2006).

### **1.5.1 Modelos de Distribuição de Dados em Áreas**

O objetivo da análise espacial é aprofundar a compreensão do processo, avaliar evidências de hipóteses a ele relacionadas, ou ainda tentar prever valores em áreas onde as observações não estão disponíveis (Gatrell e Bailey, 1996). A análise da distribuição espacial de eventos de saúde visa identificar seu padrão espacial, por meio de mapas de risco, relativos às unidades territoriais de análise, de forma a apontar as áreas de maior gravidade do problema e facilitar o planejamento de intervenções de Saúde Pública (Castro e Singer, 2007; Gauy, Hino *et al.*, 2007; Santos e Souza, 2007).

Em muitas ocasiões, dados estão disponíveis a partir de contagens por áreas, agregados por regiões geograficamente definidas, como regiões administrativas ou sanitárias. A análise de dispersão espacial da ocorrência de um acontecimento normalmente é feita via mapas de índices ou coeficientes,

onde as áreas são sombreadas de acordo com os valores encontrados (Assunção, 2003). A análise de dados espaciais, cuja localização está associada a áreas delimitadas por polígonos, tem como objetivo principal construir uma aproximação para a distribuição conjunta de variáveis aleatórias, estimando sua distribuição (Santos e Souza, 2007).

A hipótese mais comum é supor que a variável descreve o número de ocorrências em cada área que pode ser associada a uma distribuição de probabilidade de Poisson. Tal hipótese justifica-se por ser a distribuição estatística mais adequada a fenômenos que envolvem contagens de eventos aleatórios, como é o caso na maioria dos dados agregados por áreas. Evidentemente outras distribuições podem ser mais adequadas, dependendo da variável a ser analisada, como a distribuição normal (Santos e Souza, 2007).

### **1.5.2 Métodos de Suavização Espacial**

Um problema associado ao uso de coeficientes é a elevada instabilidade que elas possuem para expressar o risco de um determinado evento, quando este evento é raro, bem como quando a população da região de ocorrência é pequena (Assunção, Schmertmann *et al.*, 2005; Gatrell e Bailey, 1996). Nesses casos, flutuações aleatórias casuais podem levar a variações substanciais nos índices, em contraste a localidades de grande população. Mapas baseados diretamente nessas estimativas brutas frequentemente geram falsas interpretações e conclusões (Assunção, Schmertmann *et al.*, 2005). O valor do coeficiente bruto pode até mesmo estimar o risco de ocorrência de um evento como zero.

Para diminuir esse erro pode-se usar a inferência Bayesiana, que é um tipo de inferência estatística que descreve as incertezas sobre os valores não visíveis de forma probabilística. Esta operação realiza uma suavização à medida que os valores são conhecidos, realizando assim uma melhoria na qualidade dos indicadores. O indicador suavizado para uma determinada área é calculado como uma média ponderada entre o indicador observado e os

indicadores de seus vizinhos, atribuindo-se ao indicador de cada área um peso diretamente proporcional ao tamanho populacional da área (Santos e Souza, 2007). A metodologia estima valores corrigidos a partir dos valores observados utilizando-se conceitos de inferência Bayesiana (Gatrell e Bailey, 1996). A Abordagem Bayesiana propõe que o número de casos ocorridos em cada uma das áreas geográficas são realizações de uma variável aleatória com distribuição de Poisson e com média  $\mu$  (Santos e Souza, 2007).

Se considerarmos como vizinhos todos os municípios ou setores censitários da área de estudo, temos o Método Bayesiano Empírico Global. Por outro lado, se adotarmos outro critério de vizinhança como adjacência ou uma distância pré-definida, temos o Método Bayesiano Empírico Local (Santos e Souza, 2007). O estimador Bayesiano empírico global calcula uma média ponderada entre o coeficiente bruto da localidade e o coeficiente global da região (razão entre o número total de casos e a população total). O estimador Bayesiano empírico local inclui efeitos espaciais calculando um novo indicador, utilizando somente os vizinhos geográficos da área na qual se deseja estimar o coeficiente, convergindo em direção a uma média local em vez de uma média global (Assunção, Schmertmann *et al.*, 2005; Gatrell e Bailey, 1996). Pode-se utilizar o método Bayesiano completo para estimação da função de densidade de probabilidade do risco relativo analisado espacialmente, levando em consideração co-fatores socioeconômicos e ambientais, além de indicadores de atenção à saúde (Santos e Souza, 2007).

$$\log(\text{RR}) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \theta_i y_i$$

Sob a hipótese de não haver diferenças entre os coeficientes de incidência no espaço, pode-se estimar o vetor de casos esperados para cada área, pela simples aplicação do coeficiente médio de incidência do setor censitário, município, unidade da federação, ou país à população de cada uma destas áreas, no período de estudo (Santos e Souza, 2007).

$$\text{Obs} = \text{esp} \times \text{RR}$$

$$\log(\text{obs}) = \log(\text{esp}) + \log(\text{RR})$$

### 1.5.3 Análise de Autocorrelação Espacial

A autocorrelação espacial está diretamente relacionada com a Primeira Lei da Geografia de 1979: “*Tudo está relacionado a tudo, mas as coisas mais próximas estão mais relacionadas que as coisas mais distantes*” (Tobler, 1979). Para evidenciar estes regimes espaciais, podem-se utilizar os indicadores de autocorrelação espacial e o mapa de espalhamento. Esta técnica permite identificar a estrutura de correlação espacial que melhor descreve o padrão de distribuição dos dados. Estimando a magnitude da autocorrelação espacial entre as áreas, evidenciando como os valores estão correlacionados no espaço.

Neste contexto, as funções utilizadas para estimar quanto o valor observado de um atributo numa região é dependente dos valores desta mesma variável nas localizações vizinhas são a autocorrelação espacial e o variograma. Neste caso, uma medida que pode ser utilizada é o índice global de Moran, *I de Moran*. De uma forma geral, o índice de Moran presta-se a um teste cuja hipótese nula é a independência espacial; neste caso, seu valor seria zero. Valores positivos (entre 0 e +1) indicam para correlação direta, e negativos, (entre 0 e -1) correlação inversa (Druck, Carvalho *et al.*, 2004; Santos e Souza, 2007). O índice global de Moran *I* considera apenas o primeiro vizinho espacial (Santos e Souza, 2007).

Quando se dispõe de grande número de áreas resultantes, por exemplo, de escalas espaciais detalhadas, a natureza dos processos envolvidos pode levar à existência de diferentes regimes de correlação espacial em diferentes sub-regiões (Druck, Carvalho *et al.*, 2004; Santos e Souza, 2007).

Uma vez calculado o índice de Moran, é importante estabelecer sua validade estatística, para determinar se os valores medidos representam correlação espacial significativa. Para estimar a significância do índice, será preciso associar a este uma distribuição estatística, como teste à distribuição normal (Santos e Souza, 2007).

### 1.5.3.1 Diagrama de Espalhamento de Moran

O diagrama de espalhamento de Moran é uma maneira adicional de visualizar a dependência espacial. Construído com base nos valores normalizados (valores de atributos subtraídos de sua média e divididos pelo desvio padrão), permite analisar o comportamento da variabilidade espacial. A ideia é comparar os valores normalizados do atributo em uma área com a média dos seus vizinhos, construindo um gráfico bidimensional de valores normalizados pela média dos vizinhos, que é dividido em quatro quadrantes, como mostrado na Figura 11 (Druck, Carvalho *et al.*, 2004; Santos e Souza, 2007).

Os quadrantes podem ser interpretados como:

- Q1 (valores positivos, médias positivas) e Q2 (valores negativos, médias negativas):

Indicam pontos de associação espacial positiva, no sentido que uma localização possui vizinhos com valores semelhantes.

- Q3 (valores positivos, médias negativas) e Q4 (valores negativos, médias positivas):

Indicam pontos de associação espacial negativa, no sentido que uma localização possui vizinhos com valores distintos.

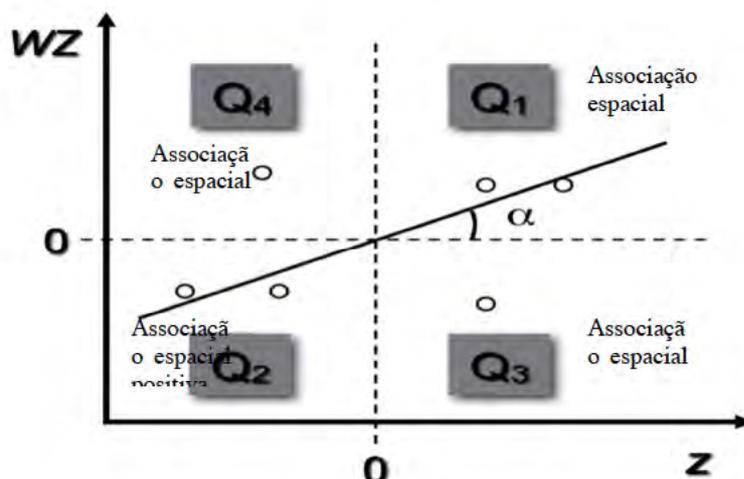


Figura 11 – Interpretação do diagrama de espalhamento de Moran

Da mesma forma que podemos utilizar o método bayesiano empírico global e local, pode-se estimar a autocorrelação global (Estatística de Moran), e a autocorrelação na sua forma local (função LISA – Indicador Local de Associação Espacial). Nesse caso, em vez de utilizar o indicador global, utiliza-se o valor do indicador na subárea composta por vizinhos. Essas duas técnicas permitem a construção do Diagrama de Espalhamento de Moran que possibilita visualização gráfica do grau de similaridade entre vizinhos (Druck, Carvalho *et al.*, 2004; Santos e Souza, 2007).

#### **1.5.4 Índices de Getis-Ord Global e Local**

O índice de Getis e Ord é uma medida de associação espacial não paramétrica que tem como função medir as dependências espaciais. O índice de Getis e Ord (G) pode ser analisado ou aplicado a dados onde a distribuição não é normal e seu objetivo é fazer uma medida de aglomeração espacial (Ord e Getis, 1995).

A análise estatística de Getis-Ord trabalha com a premissa de que qualquer distribuição de valores de atributos, dentro de uma área definida, irá criar um determinado padrão. Estes padrões podem variar de completamente agrupado em um extremo ou de completamente disperso no outro. Um padrão que se enquadre entre os extremos é identificado como tendo uma distribuição aleatória. Identificar o padrão dos dados no espaço torna-se útil para comparar padrões e monitorar as mudanças ao longo do tempo (Ord e Getis, 1995).

O índice de Getis-Ord mostra a existência de agregados de valores elevados, chamados de áreas quentes (*hot spots*) bem como agregados de valores baixos, áreas frias (*cold spots*), em uma determinada área de estudo (Ord e Getis, 1995). O índice é calculado para a distribuição observada, assim como para uma distribuição aleatória. Indica o quanto a medida da distribuição observada se desvia da distribuição aleatória e identifica se o padrão é mais agrupado ou disperso em relação a uma distribuição aleatória (Getis e Ord, 1996; Ord e Getis, 1995). No entanto, da mesma forma como o índice geral de

Moran, ele não identifica onde os agregados de áreas quentes ou frias estão localizados.

Outro indicador usado para localizar os agregados no espaço, é o indicador local de associação espacial (Anselin, 1995), especificamente o índice  $G_i^*$  (*gi star*). Este índice é recomendado para identificação de aglomerados significativos de valores altos ou baixos próximos a uma determinada localidade, dada certa distância desta localidade (Getis e Ord, 1996).

A interpretação do índice local de Getis-Ord –  $G_i^*$  mostra que valores padronizados positivos e significantes, com *valor p* menor que 0,05, indicam uma aglomeração espacial de valores altos. Os valores padronizados negativos e significantes, *valor p* menor que 0,05, indicam uma aglomeração espacial de valores baixos. Aqueles *valores p* que se mostrarem superiores a 0,05 não apresentam significância espacial (Ord e Getis, 1995).

A escolha do tamanho do raio estabelecido para fazer a análise da presença de agregados é conceitualmente mais complexa, pois não há uma regra preestabelecida para sua escolha, e tampouco procedimentos estatísticos que ajudem sua definição. Idealmente, a distância deve ser escolhida com base nas características físicas da área e nas particularidades do fenômeno em estudo.

### **1.5.5 Detecção de Aglomerados pela Estatística Scan Espacial**

A Estatística Scan Espacial é uma técnica que detecta a localização de possíveis aglomerados de um agravo em uma população com densidade espacial não homogênea e simultaneamente usa métodos de inferência estatística para testar a significância destes aglomerados (Kulldorff e Nagarwalla, 1995). Esta técnica pode ser definida por uma janela geográfica circular que se move através da área de interesse, ou seja, é uma estatística de varredura onde, o círculo é capaz de incluir diferentes conjuntos de áreas vizinhas (Kulldorff, 2010; Santos e Souza, 2007).

A Estatística Scan Espacial apresenta recursos que a torna particularmente adequada para fins de pesquisa como: i) O ajuste para a densidade populacional bem como para variáveis de confusão; ii) Busca pelos agregados espaciais sem especificação prévia de seus tamanhos e localização, o que melhora o problema de erros de pré-seleção; iii) Baseado na razão de verossimilhança, realiza múltiplos testes e retorna com um único *valor p*; iv) Caso a hipótese nula seja rejeitada, pode-se identificar a localização do agregado que causou a rejeição (Kulldorff, 2001).

Para cada janela, o método testa a hipótese nula frente à hipótese alternativa que existe um risco elevado de ocorrência de eventos dentro desta janela em comparação com o exterior. É comparado o número de casos dentro da janela com o número de casos esperados se os casos estivessem aleatoriamente distribuídos no espaço (Santos e Souza, 2007). Entretanto, a escolha do tamanho do raio do círculo não segue uma regra para sua escolha, bem como procedimentos estatísticos que ajudem sua definição. Como o  $G_i^*$ , a distância deve ser escolhida com base nas características físicas da área e nas particularidades do fenômeno em estudo (Castro e Singer, 2007). O raio de cobertura da janela pode variar de zero a um valor máximo, de acordo com o tamanho da área que se deseja pesquisar, tendo uma flexibilidade na localização. São criados infinitos círculos distintos, cada um podendo conter uma série diferente de regiões vizinhas e um grupo de eventos distintos (Santos e Souza, 2007).

Uma das desvantagens deste método é que os aglomerados são sempre definidos como círculos ou elipses. Desta forma, uma área de baixa frequência de casos cercada por áreas com maior número de casos será incluída no aglomerado, apesar de poder apresentar características diferenciadas (Sankoh, Ye *et al.*, 2001). Por outro lado, dependendo do objetivo da pesquisa, isso também pode ser um efeito desejado, considerando variáveis que alternam seus valores de uma área para outra de acordo com o desempenho dos serviços de saúde. Um exemplo é a hanseníase: municípios de alta endemicidade podem estar vizinhos de municípios com coeficientes de detecção baixos, o que não necessariamente reflete uma dinâmica de

transmissão diferente, mas a capacidade diferenciada do serviço de saúde local de detectar e diagnosticar casos novos.

A função de verossimilhança é maximizada para todas as janelas e, aquela com maior valor, é considerada como o aglomerado mais provável. São também identificados aglomerados secundários com altos valores de verossimilhança (Kulldorff, Athas *et al.*, 1998; Santos e Souza, 2007).

Existem dois tipos diferentes de modelos probabilísticos na aplicação da estatística espacial scan, o modelo Bernoulli e o de Poisson. No modelo Bernoulli, cada unidade de medida corresponde a um indivíduo que pode ter o status de “caso” ou de “não caso”. Pode representar indivíduos com ou sem uma doença, ou ainda, pessoas em estágios diferentes de doenças, podendo significar casos e controles de uma população em geral. Os indivíduos em quaisquer dessas situações são identificados como pontos e sua localização constitui o processo pontual. Os eventos podem ser agregados para áreas pré-determinadas (Kulldorff, 1997; Santos e Souza, 2007).

No modelo Poisson, o número de eventos em cada área é considerado como distribuído de acordo com a população sob risco conhecida. Neste caso, a hipótese nula é que o número esperado de casos em cada área é proporcional ao tamanho de sua população. No modelo Poisson é necessário a contagem de casos e da população para cada região de localização dos eventos, bem como o conhecimento das coordenadas geográficas para cada uma destas localizações (Kulldorff, 1997; Kulldorff, Athas *et al.*, 1998; Santos e Souza, 2007).

Para dados binários, o modelo Bernoulli é utilizado, por outro lado, para dados em forma de contagens de eventos o modelo Poisson é o mais indicado (Kulldorff, 2010; Santos e Souza, 2007).

## 1.6 Agregados Espaciais como Espaços Prioritários da Hanseníase

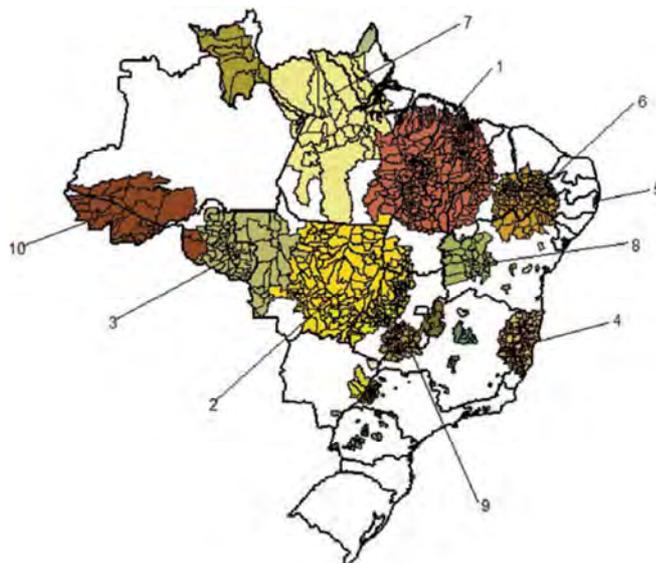
O contexto operacional de desenvolvimento das ações de controle da hanseníase no Brasil traz a necessidade de implementação de iniciativas (inovadoras e tradicionais) voltadas ao seu controle, com a qualificação das ações. Esta estratégia inclui a focalização em áreas reconhecidas como prioritárias, ampliando-se o olhar para além daquelas áreas com grande número de casos. Para tanto, a institucionalização do processo de monitoramento e avaliação insere-se como ferramenta para a gestão visando programar e consolidar ações de controle, de forma intersetorial e integrada. Uma das iniciativas neste sentido vem sendo o desenvolvimento de investigações em serviços de saúde nos últimos oito anos no Brasil.

Nas doenças transmissíveis a distribuição de casos não se dá ao acaso na população – os casos estão agregados no espaço como consequência da dinâmica de transmissão (Medronho, Bloch *et al.*, 2008; Snow, 1855). Consequentemente, um estudo conduzido pelo Programa Nacional de Controle da Hanseníase – PNCH em 2007 com base nos dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN permitiu orientar a identificação de agregados (*clusters*) para acompanhamento do comportamento da hanseníase no Brasil (Brasil, 2008b; Penna, Oliveira *et al.*, 2009a). A proposta do PNCH é de que a detecção dos espaços de maior vulnerabilidade da doença permite a orientação do programa de controle para áreas onde a transmissão é maior, com enfoque em espaços geograficamente contínuos e maior efetividade epidemiológica.

Segundo o PNCH, a abordagem por meio dos agregados evitaria que fossem ignoradas áreas silenciosas próximas a áreas com altos coeficientes de detecção, devido a um baixo esforço de detecção ou que se priorizassem municípios com muitos casos devido ao tamanho de sua população e não devido ao maior risco.

Nesse estudo, foram identificados os 10 agregados mais prováveis, e incluíram 1.173 municípios, 53,5% dos casos novos detectados no período

considerado, mas apenas 17,5% da população do país (Figura 12) (Brasil, 2008b).



Fonte: Ministério da Saúde, 2008 / Penna, MLF

**Figura 12** - Dez agregados de casos de hanseníase, identificados por meio do coeficiente de detecção de casos novos de 2005 a 2007, Brasil.

Estes agregados de transmissão da hanseníase foram definidos através da Estatística Scan Espacial, método de Poisson, levando em conta a distribuição da população, com base no coeficiente médio de detecção de casos novos por município do Brasil para o período de 2003 a 2005. Os casos foram alocados espacialmente nas coordenadas geográficas da sede do município, como uma aproximação da real localização dos casos (Brasil, 2008b).

Assim, foi encontrado um valor de risco relativo e alocado a sua distribuição espacial em cada município quanto ao aparecimento de casos novos de hanseníase no país e em uma ampliação que permite observar melhor os municípios de maior risco.

Este risco significa quantas vezes é maior a detecção de um caso de hanseníase em um habitante de determinado município em relação a um

habitante “médio” de todos os outros municípios do país. Este habitante médio é um indivíduo imaginário submetido ao risco médio de todos os demais municípios do país (Penna, Oliveira *et al.*, 2009a).

## **1.7 Perguntas de Partida**

- 1) Qual a situação epidemiológica da hanseníase no agregado de casos nos estados do Maranhão, Pará, Tocantins e Piauí?
- 2) Qual o fluxo das pessoas com hanseníase entre seu município de residência e seu município de diagnóstico? Quais as causas de migração após o diagnóstico?
- 3) Que padrões espaciais e temporais de ocorrência da hanseníase existem neste agregado?
- 4) Quais as áreas de alta transmissão mais destacadas dentro desse agregado?

## **1.8 Hipótese**

A distribuição espacial heterogênea da hanseníase no agregado 1 da hanseníase não é por acaso, mas está relacionada a fatores geográficos e sociais, como ocupação do espaço urbano, perfil socioeconômico, ocupação, acesso à rede de atenção à saúde e características ambientais.

## **1.9 Justificativa**

Nos últimos anos, o Programa de Controle da Hanseníase do Ministério da Saúde do Brasil tem focado suas ações em maior grau em áreas geográficas definidas como agregados da hanseníase (agregados municipais com alta detecção de casos novos de hanseníase). O presente estudo nos municípios, cuja área é delimitada por um desses agregados, justifica-se pelo número pequeno de estudos epidemiológicos que incorporam a utilização do espaço como categoria de análise de uma forma geral e pelas lacunas existentes em relação a aspectos epidemiológicos e operacionais da hanseníase, uma doença expressa em territórios e populações negligenciados, principalmente nas periferias dos grandes centros urbanos.

Desta forma, existe uma necessidade de caracterizar uma área hiperendêmica de extensão grande principalmente estando localizada no serrado do país através dos indicadores epidemiológicos e operacionais, comparando com outras regiões do Brasil, já que este foi identificado como o agregado espacial de maior significância estatística para a detecção de casos novos de hanseníase.

Os quatro Estados pertencentes ao agregado carecem de pesquisas que possam explicar de forma adequada a dinâmica espaço-temporal da hanseníase. Devido à metodologia empregada, este estudo poderá identificar áreas de maior risco de transmissão ativa e diagnóstico tardio, verificando se há a presença de agregados significativos dentre os municípios do estudo. A tendência espaço-temporal da doença também poderá ser conhecida, e assim o controle poderá ser realizado de forma mais efetiva.

A dinâmica de migração para o diagnóstico da hanseníase nesta área será outro ponto abordado, identificando-se os municípios que mais realizaram notificações de casos residentes em outro município. Isto poderá mostrar problemas operacionais do serviço de saúde, bem como a tendência de descentralização das ações de controle em uma área com grandes fluxos migratórios.

Os resultados do estudo ajudarão no delineamento de áreas vulneráveis socialmente ou de maior risco para a hanseníase no sentido de se estruturarem de forma mais clara as ações de controle, estudos operacionais e os estudos epidemiológicos relativos às potenciais fontes de infecção, humanas ou não humanas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Caracterizar os padrões epidemiológicos, espaciais e temporais da hanseníase em um aglomerado de alto risco de transmissão para hanseníase nos estados do Maranhão, Pará, Tocantins e Piauí no período de 2001 a 2009.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- a. Caracterizar os padrões epidemiológicos e tendência temporal da hanseníase na área do estudo de 2001 a 2009.
- b. Descrever fluxo de pessoas afetadas pela hanseníase, entre município de residência e de diagnóstico bem como motivos para migração após diagnóstico.
- c. Definir e classificar aglomerados espaço-temporais de alto risco de detecção da hanseníase, de transmissão recente e de diagnóstico tardio na área endêmica utilizando quatro métodos de análise espacial para detectar agregados.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um estudo ecológico sobre tendências espaciais com três cortes temporais da transmissão da hanseníase, com a identificação de áreas de alto risco. Foi analisada a distribuição espacial e quantificada a dependência espacial de diversos indicadores epidemiológicos e operacionais da hanseníase e sua relação com fatores socioeconômicos.

#### 3.1 Local do Estudo

O presente estudo engloba municípios dos estados do Maranhão, Pará, Tocantins e Piauí (MAPATOPI) pertencentes ao agregado 1 da hanseníase definidos pelo PNCH. Este agregado é localizado na área centro-norte do Brasil (Figura 13).



**Figura 13** – Localização do agregado 1 da hanseníase no Brasil.

Este agregado é formado por 373 municípios, 60 no Estado do Pará, 79 no Estado do Tocantins, 186 do Estado do Maranhão e 48 no Estado do Piauí (Tabela 2; Apêndice 1), apresentando uma área de aproximadamente 776 mil km<sup>2</sup>. A população estimada para o ano de 2009 foi de 8.877.378 habitantes com 7.524 casos novos de hanseníase notificados e um coeficiente de detecção de 75,6 casos novos por 100.000 habitantes.

**Tabela 2** – Dados populacionais dos municípios do agregado 1 da hanseníase comparando com os valores dos respectivos Estados em uma área de alto risco de transmissão no Norte/Nordeste do Brasil.

	Número de Municípios	População em 2009	Proporção da População no Agregado (%)
Maranhão			
Agregado	168	5.734.305	
Estado	217	6.367.111	90,1
Pará			
Agregado	60	2.326.116	
Estado	144	7.431.041	31,3
Tocantins			
Agregado	79	641.056	
Estado	139	1.292.063	49,6
Piauí			
Agregado	48	124.576	
Estado	223	3.145.164	39,7
Total			
Agregado 1	373	8.877.378	
Todos os quatro Estados	723	18.235.379	48,7

### 3.2 Fontes de Dados

Os dados dos casos de hanseníase foram coletados a partir do Sistema Nacional de Agravos de Notificação – SINAN, os dados compreendem todos os casos novos notificados no período de 1º de Janeiro de 2001 a 31 de Dezembro de 2009. Os dados foram obtidos em 31 de julho de 2010. Nesta data o banco de dados do SINAN foi considerado completo, para a análise dos indicadores da hanseníase do ano anterior, neste caso o ano de 2009. Os dados foram obtidos junto ao Programa Nacional de Controle da Hanseníase –

PNCH e das Secretarias Estaduais de Saúde de cada Estado do estudo. Foram excluídos os registros duplicados.

A segunda fonte foram bases de dados dos censos demográficos de 2000, para informações socioeconômicas, demográficas e sanitárias sobre população e domicílios, por município, provenientes do censo realizado pelo IBGE no ano 2000 (Censo, 2000). Os dados deste censo são os mais adequados devido ao período médio de incubação da doença ser de 2 a 7 anos (Brasil, 2005; 2009) e os casos detectados entre os anos de 2001 e 2009 provavelmente se infectaram em anos próximos ao censo. Os dados foram obtidos junto ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (Censo, 2000; IPEA, 2011).

Foi também obtido mapa digital para o georeferenciamento dos casos de hanseníase contendo os municípios pertencentes a este agregado de transmissão, referentes ao Censo de 2000, fornecido pelo site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (Brasil, 2010b). O georeferenciamento foi realizado a partir da informação do município de residência ou de notificação presentes da base de dados do SINAN.

### **3.3 Caracterização das Fases do Estudo**

Este estudo maior foi composto por três sub-estudos, cada um apresentando método e desenho de estudo específicos.

Sub-estudo 1: Estudo descritivo e analítico sobre os indicadores epidemiológicos e operacionais da hanseníase com base em dados secundários;

Sub-estudo 2: Análise de fluxo para o primeiro atendimento (diagnóstico da hanseníase) e de migração após o diagnóstico;

Sub-estudo 3: Análise de padrões espaciais com recortes temporais de transmissibilidade e diagnóstico da hanseníase;

### **3.3.1 Sub-estudo 1: Estudo Descritivo e Analítico sobre os Indicadores Epidemiológicos e Operacionais da Hanseníase**

#### **Tipo e Desenho do Estudo**

Trata-se de uma construção das séries históricas dos indicadores epidemiológicos e operacionais de ocorrência da hanseníase em cada um dos nove anos do estudo e do período completo de 2001 a 2009.

#### **Análise da Situação Epidemiológica da Hanseníase nos Municípios**

Foi realizada análise descritiva e analítica da ocorrência da hanseníase (todas as formas) nos municípios da área de estudo, no período 2001 a 2009, segundo indicadores epidemiológicos e operacionais.

Foram calculados e apresentados os seguintes indicadores de monitoramento e avaliação de acordo com a “Enhanced Global Strategy for Further Reducing the Disease Burden due to Leprosy” (Estratégia Global para Maior Redução da Carga de Doenças devido à Hanseníase) pela OMS (WHO, 2009):

- a- Para monitorar o progresso do programa de controle:
  - coeficiente de casos novos/100.000 habitantes,
  - coeficiente de casos novos <15 anos/100.000 habitantes,
  - coeficiente de casos novos com grau 2 de incapacidade/100.000 habitantes,
  - proporção de cura.
- b- Para avaliar a detecção de casos:
  - proporção de casos que se apresentam com grau 2 de incapacidade,
  - proporção de pacientes do sexo feminino,

- proporção de casos multibacilares entre os casos novos.
- c- Para avaliar a qualidade dos serviços:
- proporção de casos novos confirmados com o diagnóstico correto,
  - proporção de abandonos de tratamento,
  - proporção de recidivas.

Os indicadores também foram observados e descritos ao longo do tempo. A proporção de pacientes que desenvolveram novas incapacidades físicas ou adicionais durante a poliquimioterapia não foi apresentada nesta tese, pois esta informação estava disponível em menos de 50% dos casos.

O banco de dados com todos os casos foi filtrado e selecionados apenas os casos novos e retiradas as duplicidades. A partir de então o banco foi transformado para sua utilização no programa estatístico Stata 11 (Stata Corporation, College Station, USA). Os dados foram agrupados por município de residência usando o número de casos novos, casos menores de 15 anos, os casos na forma multibacilar, indeterminada e os contatos examinados e registrados. A este banco de dados foi anexado as populações de cada município dos anos de 2001 a 2009 e, em seguida calculados os indicadores descritos anteriormente. Este banco de dados de todo o Brasil foi classificado em municípios pertencentes ao agregado 1 ou não para que se pudesse comparar os indicadores desta área de alta endemicidade com os dados do restante do Brasil. A diferença significativa das frequências relativas foi encontrada utilizando o teste chi quadrado de Pearson, foram também calculados os riscos relativos (RR) e respectivos intervalos de confiança.

Para a comparação dos indicadores epidemiológicos e operacionais da hanseníase nos três períodos foram também calculados os indicadores médios para os períodos 2001 a 2003, 2004 a 2006 e 2007 a 2009. A associação dos anos em triênios foi uma forma de suavizar possíveis variações aleatórias anuais em municípios com poucos casos (Gatrell e Bailey, 1996). Os

coeficientes médios compuseram mapas temáticos descritivos fornecendo a classificação segundo a distribuição utilizada pelo Programa Nacional de Controle da Hanseníase. No cálculo do coeficiente médio de cada triênio foi utilizado como numerador a média anual dos casos detectados no triênio, e como denominador a projeção da população para os anos centrais de cada triênio. Os resultados destas divisões foram multiplicados por 100.000.

Após a construção destes indicadores o banco de dados foi exportado para o formato dBase (.dbf) que pode ser lido por diversos programas de análise espacial.

### **3.3.2 Sub-estudo 2: Análise de Fluxo para o Primeiro Atendimento (Diagnóstico) e de Migração Após o Diagnóstico**

#### **Tipo e Desenho do Estudo**

Realizou-se estudo transversal com ênfase espacial. Foram quantificados e mapeados os casos novos de hanseníase nos municípios da área de estudo, comparando-se o registro de município de residência com o município de notificação dos casos. Inicialmente foi realizada a consolidação dos bancos dos quatro estados e em seguida selecionados os casos novos residentes na área de estudo cujo registro do município de notificação fosse diferente, com a construção posterior de fluxos intermunicipais.

Calculou-se a frequência absoluta de casos por município de residência e de notificação, com as respectivas proporções por meio do programa Tabwin (programa de domínio público) (Ministério da Saúde, DATASUS). Os dados foram importados por meio do programa Terraview (programa de domínio público) (INPE, São José dos Campos, Brasil) (Terraview 3.6.0., 2010) e plotados em mapas temáticos com o auxílio do programa ArcGis 9.3 (Environmental Systems Research Institute, Redlands, USA) (ESRI, 2010).

Foram também investigados os motivos e determinantes para o movimento da população após o diagnóstico da hanseníase em parte deste

aglomerado espacial. Este estudo é parte integrante de uma investigação epidemiológica entre os 79 municípios do Estado do Tocantins pertencentes ao agregado 1 da Hanseníase. Tocantins, o mais novo estado brasileiro, localizado na região Norte, é uma área hiperendêmica da hanseníase (Brasil, 2008b). Com uma das economias de base agrícola que mais cresce no Brasil, Tocantins atrai a migração de trabalhadores e apresenta mais de um terço da sua população proveniente de um Estado diferente e mais da metade nascida em diferentes municípios (IBGE, 2006; 2007; 2008).

A população-alvo incluiu todos os indivíduos recém-diagnosticados entre 2006-2008 que moravam nos municípios endêmicos. Foram excluídos os indivíduos que moravam fora do agregado, as pessoas com doença mental ou outras características que dificultavam entrevistas, incluindo aqueles sob a influência de álcool. Além disso, casos com diagnóstico de recidiva e os que morreram após o diagnóstico também foram excluídos.

As Secretarias de Saúde dos municípios foram informadas pela Secretaria Estadual sobre as visitas de estudo e para a coleta de dados de campo. A população-alvo foi identificada através do banco de dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação - SINAN. Os pacientes foram convidados através de Agentes Comunitários de Saúde para participar do estudo. A coleta de dados foi realizada entre agosto e dezembro de 2009. Dados clínicos (grau de incapacidade) foram coletados de prontuários dos pacientes e as formas de notificação de doenças. Dados demográficos (como sexo, idade, local de nascimento) e as questões de migração, antes e após o diagnóstico foram investigados por meio de entrevista utilizando um questionário estruturado, estes dados foram analisados de forma detalhada e utilizados em outras pesquisas abrangidas no projeto MAPATOPI, tendo sido usadas para outras dissertações de mestrado ou teses de doutorado. Os indivíduos que mudaram de residência após o diagnóstico foram questionados se eles se mudaram para outro bairro, município e/ou estado e suas razões e motivações para isso. Para reduzir o viés de entrevista, questionários foram aplicados por dois pesquisadores de campo previamente treinados (OAC, ARO).

### **3.3.3 Sub-estudo 3: Análise de Padrões Espaço-Temporais de Transmissibilidade e Diagnóstico da Hanseníase**

#### **Tipo e Desenho do Estudo**

Esta fase teve como objetivo comparar a variabilidade espacial dos indicadores epidemiológicos e operacionais relacionados à hanseníase nos períodos de 2001 a 2003, 2004 a 2006 e 2007 a 2009, bem como o período completo (2001 a 2009) por meio de mapas temáticos, tendo como unidade de análise os municípios.

#### **Análise dos Dados**

##### a - Geoprocessamento dos Casos de Hanseníase e das Informações do Censo Demográfico:

A construção do banco de dados geográfico teve como passo inicial a coleta das coordenadas geográficas das sedes dos municípios a partir do programa Spring (programa de domínio público) (INPE, São José dos Campos, Brasil) (Câmara, Souza *et al.*, 1996). Este programa traz em seu conteúdo a base geográfica do Brasil com mapas por Grandes Regiões, Unidades Federadas e por Municípios, além de outras bases que não foram utilizadas neste estudo. Esta base de dados geográfica foi exportada de forma que pudesse ser utilizada de forma direta nos programas Terraview (programa de domínio público) (INPE, São José dos Campos, Brasil) (Terraview 3.6.0., 2010), ArcGis (Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA, USA) (ESRI, 2010) e SatScan (programa de domínio público) (Martin Kulldorf, Harvard Medical School, Boston and Information Management Service Inc, Silver Spring, Maryland, USA) (Kulldorff, 2006) constituindo um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Uma vez com a base de dados identificada e indexada por município, realizou-se a união deste banco com o banco de dados dos indicadores salvo no formato dBase, assim o banco de dados com o número de casos, a estimativa da população e os diversos indicadores de cada ano,

triênios e período completo foram unidos à base de dados geográfica por município, perfazendo um banco de dados geográfico. A partir deste banco as informações epidemiológicas foram utilizadas para a confecção de mapas temáticos descritivos. Com a inclusão dos indicadores epidemiológicos e operacionais pôde-se fazer análises espaciais e a confecção de mapas temáticos que possibilitaram a identificação de padrões semelhantes entre os indicadores epidemiológicos e os indicadores sociais.

Além da confecção de mapas temáticos descritivos foi realizada a análise espacial da detecção de casos novos de hanseníase, detecção em menores de 15 anos, coeficiente de casos com grau 2 de incapacidade por 100 mil habitantes, bem como as proporções de casos na forma clínica indeterminada, casos multibacilares, contatos examinados, dentre outros indicadores.

#### b - Análise da Distribuição Espacial dos casos de Hanseníase:

A análise inicial, para a identificação do padrão espacial no período completo, foi realizada utilizando o método Bayesiano Empírico Local (Santos e Souza, 2007). A análise foi realizada utilizando a ferramenta “Bayes Empírico Local”, disponível no programa Terraview (programa de domínio público) (INPE, São José dos Campos, Brasil) (Terraview 3.6.0., 2010), possibilitando suavizar os efeitos aleatórios em relação aos indicadores, resultantes do cálculo de coeficientes para pequenas áreas e populações, bem como flutuações anuais. Após o cálculo dos indicadores suavizados o banco de dados geográfico foi exportado para a confecção dos mapas temáticos no programa ArcGis 9.3 (Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA, USA) (ESRI, 2010).

#### c - Dependência Espacial

Para se verificar a existência de dependência espacial a partir dos coeficientes médios de detecção de hanseníase utilizaram-se os índices G e

$G_i^*$  (Gi star) de Getis-Ord. O resultado destes índices é um escore Z e *valor p* que representam a significância estatística da aglomeração espacial de valores, dada a conceituação das relações espaciais e da escala de análise (parâmetro de distância).

Um valor alto do escore Z e pequeno *valor p* de um parâmetro indica uma aglomeração espacial de valores elevados. Um baixo escore Z negativo e pequeno *valor p* indica um agrupamento espacial de valores baixos. Quanto maior (ou menor) o escore Z, mais significativo será o agrupamento. O escore Z próximo de zero indica que não há agrupamento espacial aparente (Cliff e Ord, 1981; ESRI, 2010). Estes índices identificaram a presença de agregados de altos valores ou de baixos valores dentro do agregado de municípios.

Para esta análise foi utilizado o programa ArcGis 9.3 (Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA) (ESRI, 2010). O banco de dados no formato dBase com os indicadores dos triênios somente dos municípios do agregado foi unido à base de dados geográfica através da ferramenta “Join”, em seguida realizou-se as análises estatísticas espaciais, identificando o padrão de autocorrelação espacial global com a ferramenta “spatial statistics – analyzing patterns” que traz como resultados o escore Z global e o respectivo *valor p*. Em seguida foi realizada a análise de autocorrelação local com a ferramenta “mapping clusters”, dando como resultado a confecção dos mapas temáticos com agregados de altos valores e agregados de baixos valores para cada indicador selecionado em cada um dos triênios do estudo

#### d - Identificação dos Agregados através do método Scan espacial

Foi utilizado o programa SatScan (programa de domínio público) (Martin Kulldorf, Harvard Medical School, Boston and Information Management Service Inc, Silver Spring, Maryland, USA) (Kulldorff, 2006) para realizar a identificação dos agregados tendo como base o número de casos novos diagnosticados durante o período de estudo por município de residência e estimativas da população para o mesmo período, obtidas a partir do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (Censo, 2000).

Para esta análise os dados foram organizados de forma diferenciada, foi necessário criar um arquivo com todas as coordenadas das sedes municipais, este banco é composto de todos os códigos dos municípios e as identificações de latitude e longitude em graus, este banco foi salvo com a extensão “.geo”. Um segundo banco necessário para a análise foi composto com todas as populações dos municípios de todos os anos do estudo, da mesma forma há a identificação do código do município seguido da população e do respectivo ano, este de dados foram salvos com a extensão “.pop”.

Em seguida, para a análise ser realizada, foi criado um banco específico para cada indicador do estudo. Este banco foi composto pelo código do município e o número absoluto de casos de acordo com cada variável e em cada ano do estudo. Este banco foi salvo na extensão “.cas”.

A identificação de aglomerados foi feita pelo método proposto por Kulldorff e Nagarwalla (Kulldorff, 1997; Kulldorff e Nagarwalla, 1995), que é uma estatística espacial de varredura. Identificação de agregados espaciais foi realizada no período completo de 2001 a 2009 com uma análise de cunho puramente espacial utilizando-se o modelo de distribuição de Poisson. Para ter maior segurança nos resultados foram realizadas 999 interações, obtendo-se um *valor p* de maior validade estatística.

Este método varre uma área para identificar agregados, sem conhecimentos prévios de sua localização ou tamanho. O programa move uma janela circular em um mapa com o seu centro nas coordenadas das sedes municipais. Em cada posição, o raio da janela utilizado foi de 100 km, e cada janela inclui diferentes grupos de municípios vizinhos, o método utilizado na definição do raio foi empírico.

Após a análise, o programa traz seis arquivos: um no formato “.txt” e cinco no formato dBase, com informações diferenciadas sobre o risco relativo de cada agregado identificado, bem como dos municípios individualmente. Estes arquivos foram unidos à base geográfica inicial para a confecção dos mapas temáticos.

#### e - Confeção de Mapas Temáticos

Foi utilizado o aplicativo ArcMap (Environmental Systems Research Institute, Redlands, USA) para transformar as informações obtidas através das análises com os programas TerraView (INPE, São José dos Campos, Brasil) (Terraview 3.6.0., 2010) e SatScan (Martin Kulldorf, Harvard Medical School, Boston and Information Management Service Inc, Silver Spring, Maryland, USA) (Kulldorff, 2006) e do próprio ArcGis (ESRI, 2010) em mapas temáticos, demonstrando a distribuição e fluxo dos casos, coeficientes brutos e suavizados, identificação de novos agregados e medidas de risco em cada município pertencente ao agregado 1 da hanseníase.

#### f - Análise Comparativa dos Dados

A partir das análises foi realizada a comparação espacial das áreas de risco identificadas pela análise dos três períodos e do período completo, por meio de sobreposição geográfica, no sentido de avaliar a pertinência da classificação de áreas de risco potencial.

Foi realizada também uma comparação entre os modelos de identificação de agregados espaciais, observando a sobreposição de municípios que apresentaram maior risco de detecção de casos de hanseníase.

### **3.4 Aspectos Éticos**

A Pesquisa foi realizada seguindo princípios da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (autonomia, não maleficência, beneficência, justiça). Foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará (UFC) e do Centro Universitário Luterano de Palmas (ULBRA) do Tocantins (Anexos 2 e 3).

Este estudo também teve a autorização das Secretarias da Saúde do Estado do Tocantins para a coleta de dados primários (Anexo 4). A coleta

desses dados sobre motivos de migração se iniciou após o esclarecimento dos objetivos da pesquisa, garantindo o sigilo e anonimato das pessoas envolvidas na pesquisa, respeitando os valores socioculturais, morais, éticos, religiosos, hábitos e costumes da comunidade, assegurando o direito de desistência da pesquisa sem qualquer prejuízo para o sujeito participante (Anexo 5). Foi obtido termo de consentimento livre e esclarecido, também para menores de 18 anos, nestes casos os responsáveis eram comunicados, bem como em pessoas analfabetas, onde o termo era lido e explicado claramente a finalidade da pesquisa. Durante as atividades de pesquisa, foram divulgados os resultados por meio de seminários, apresentações em congressos e publicações técnico-científicas, envolvendo todos os atores direta ou indiretamente vinculados à pesquisa.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Padrões Epidemiológicos e Tendência Temporal da Hanseníase na Área de Estudo

No período de 2001 a 2009, um total de 82.463 casos de hanseníase foi detectado no agregado. A tabela 3 detalha os indicadores de monitoramento e avaliação de acordo com a “Enhanced Global Strategy for Further Reducing the Disease Burden due to Leprosy”. O coeficiente médio de detecção geral de casos novos no período de estudo foi 95,9/100.000 ao ano, enquanto no resto do Brasil foram notificados anualmente em torno de 21,0 casos/100.000 habitantes (RR=4,56, IC95%: 4,45-4,66;  $p < 0,0001$ ). Em crianças com menos de 15 anos de idade, houve um total de 9.009 casos de hanseníase detectados no agregado, representando 28,6% de todos os casos em crianças do Brasil. O coeficiente de detecção foi 28,40/100.000 habitantes, um valor significativamente maior em comparação com o resto do Brasil (RR=5,80, IC95%: 5,39-6,25;  $p < 0,0001$ ).

Em geral, no agregado houve 84,9% (69.220) casos de hanseníase com o grau de incapacidade avaliado no momento do diagnóstico, valor este menor que o encontrado no restante do Brasil. O coeficiente de casos novos com grau 2 de incapacidade por 100.000 habitantes foi significativamente maior no agregado 1 quando comparado ao restante do país (RR=3,46, IC95%: 3,11-3,84;  $p < 0,0001$ ). Por outro lado, a proporção de casos novos com grau 2 foi menor do que a média do país (RR=0,84, IC95%: 0,81-0,86;  $p < 0,0001$ ). A proporção de casos multibacilares, no momento do diagnóstico foi de 52,3% no agregado (RR=0,98, IC95%: 0,97-0,98;  $p < 0,001$  – Tabela 3).

Dentre os indicadores para avaliar a qualidade dos serviços a proporção de casos novos diagnosticados corretamente apresentou valores muito semelhantes, com diferença de apenas 0,3%, e apesar de ter um *valor p* altamente significativo, não tem relevância prática, já que a diferença do intervalo de confiança do RR se mostrou apenas na terceira casa decimal.

**Tabela 3** – Indicadores para monitoramento e avaliação, no agregado 1 da hanseníase e restante do Brasil, 2001-2009, de acordo com o “Enhanced Global Strategy for Further Reducing the Disease Burden due to Leprosy” (OMS).

	<b>Agregado Total</b>	<b>Resto do Brasil</b>	<b>Risco Relativo</b>	<b>IC95%</b>	<b>Valor p</b>
<b>Indicadores para monitoramento do progresso da Hanseníase</b>					
Casos novos detectados / 100.000 hab.	95,93	21,03	4,56	4,45-4,66	<0,0001
Casos novos detectados <15 anos / 100.000 hab.	28,40	4,89	5,80	5,39-6,25	<0,0001
Casos novos detectados com grau-2 de incapacidade / 100.000 hab.	4,43	1,28	3,46	3,11-3,84	<0,0001
Proporção de Cura	83,3	86,1	0,96	0,96-0,97	<0,0001
<b>Indicadores para avaliação da detecção de casos</b>					
% Grau de incapacidade avaliado no diagnóstico	83,9	90,2	0,93	0,92-0,93	<0,0001
% Casos novos com grau-2	5,51	6,75	0,84	0,81-0,86	<0,0001
% Casos novos no gênero feminino	43,0	46,1	0,93	0,92-0,94	<0,0001
% Casos multibacilar	52,3	53,5	0,98	0,97-0,98	p<0,001
<b>% Forma clínica</b>					
Indeterminada	26,0	21,2	1,22	1,20-1,24	<0,0001
Tuberculóide	23,9	26,6	0,89	0,88-0,90	<0,0001
Dimorfa	36,7	33,9	1,08	1,06-1,09	<0,0001
Virchowiana	13,4	18,3	0,73	0,72-0,75	<0,0001
<b>Indicadores para avaliar a qualidade dos serviços</b>					
% Casos novos diagnosticados corretamente	99,0	98,7	1,001	1,0009-1,002	<0,0001
% Abandono de tratamento	7,0	4,8	1,50	1,45-1,55	<0,0001
% Recidivas	2,4	3,1	0,77	0,74-0,81	<0,0001

Ao comparar os resultados de cada Estado, observa-se que no Pará, a detecção de casos foi a maior (134,8/100.000), mais de seis vezes que o encontrado no restante do Brasil. Da mesma forma ao encontrado na população geral, o maior coeficiente de detecção em crianças foi também neste Estado, mas com um coeficiente quase 10 vezes maior. Nos outros Estados estes valores também foram muito elevados, classificados como áreas hiperendêmicas tanto para o coeficiente geral como em menores de 15 anos. No coeficiente de casos com grau 2 de incapacidade os valores se mostram os mais elevados no Pará e no Maranhão dentre os estados do agregado, em relação ao restante do Brasil (Tabela 4).

A maior proporção de multibacilares foi encontrada no Estado do Maranhão (56%). Formas clínicas Dimorfa ou Virchowiana representaram 50% dos casos no agregado e 52% no restante do Brasil (RR=0,96, IC95%: 0,95-0,97;  $p < 0,001$ ), a menor proporção foi nos estados do Tocantins (39,7%) e Piauí (37,6%) (Tabelas 3 e 4). O Maranhão também mostrou a menor proporção de casos avaliados quanto ao grau de incapacidade (79,0%). No Piauí e Pará, mais de 90% dos casos nos municípios do agregado foram avaliadas. Entre os casos avaliados, 18,1% (13.112) apresentavam alguma deficiência de grau 1 e 5,5% (3.811) de grau 2 (Tabela 4). A proporção de casos no gênero feminino ainda foi menor em três Estados: Maranhão, Pará e Tocantins, com aproximadamente 40% dos casos. Com a exceção do Tocantins, os coeficientes de abandono foram maiores do que no resto do Brasil, com maior proporção no estado do Pará, 9,6% e menor proporção no estado do Tocantins com 3,9%. O número de recidivas seguiu a mesma característica, tendo o Pará com maior proporção e Maranhão e Tocantins com 3,0% (Tabela 4).

**Tabela 4** – Indicadores para monitoramento e avaliação, por Estado\* do agregado 1 da hanseníase, 2001-2009, de acordo com o “Enhanced Global Strategy for Further Reducing the Disease Burden due to Leprosy” (OMS).

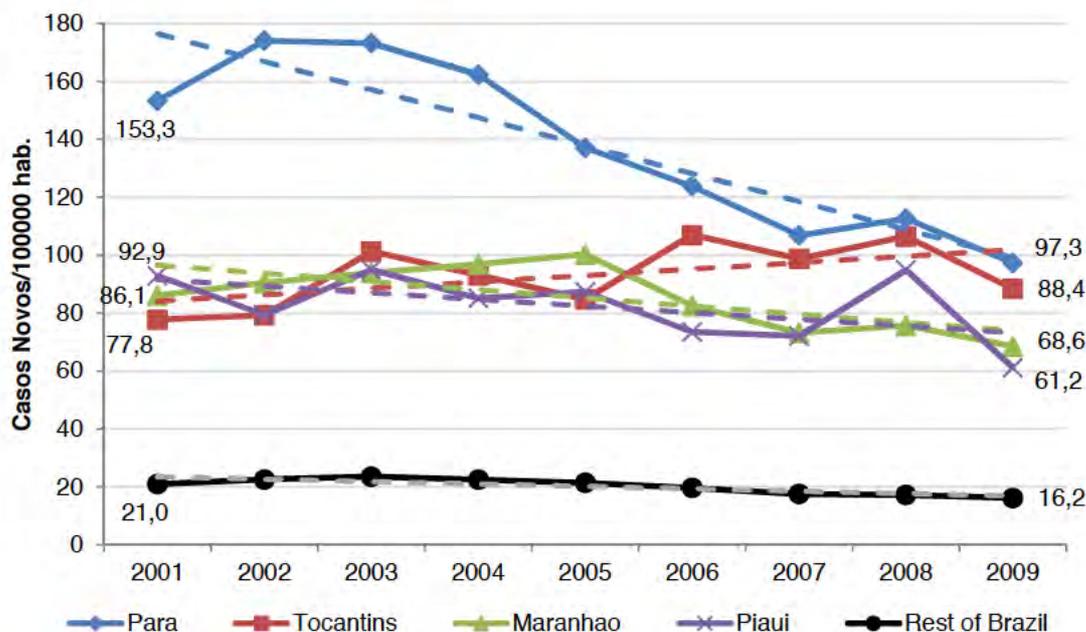
	Maranhão*	Pará*	Tocantins*	Piauí*
<b>Indicadores para monitoramento do progresso da Hanseníase</b>				
Casos novos detectados / 100.000 hab.	84,45	134,87	91,02	81,40
Casos novos detectados <15 anos / 100.000 hab.	24,30	44,57	24,11	25,31
Casos novos detectados com grau-2 de incapacidade / 100.000 hab.	4,39	5,25	3,65	3,60
Proporção de Cura	84,9	80,0	87,3	83,1
<b>Indicadores para avaliação da detecção de casos</b>				
% Grau de incapacidade avaliado no diagnóstico	77,7	91,1	80,9	93,9
% Casos novos com grau-2	6,69	4,27	4,96	4,71
% Casos novos no gênero feminino	43,3	40,0	43,5	50,1
% Casos multibacilar	56,1	52,4	40,8	40,9
% Forma clínica				
Indeterminada	21,8	27,9	34,9	33,6
Tuberculóide	24,8	20,6	25,4	28,8
Dimorfa	38,0	41,3	27,9	22,3
Virchowiana	15,4	10,2	11,8	15,3
<b>Indicadores para avaliar a qualidade dos serviços</b>				
% Casos novos diagnosticados corretamente	99,0	99,1	97,4	98,8
% Abandono de tratamento	6,1	9,6	3,9	5,2
% Recidivas	3,0	3,2	3,0	2,2

\* Apenas municípios do agregado 1.

Durante o período de estudo, o coeficiente de detecção caiu de 100,8 para 75,6/100.000 habitantes no agregado, com uma queda mais acentuada desde 2006. O maior decréscimo (63%) foi observado no Pará, mas esta área ainda apresentava o maior coeficiente de detecção em 2009, em comparação com outros estados (Figura 14).

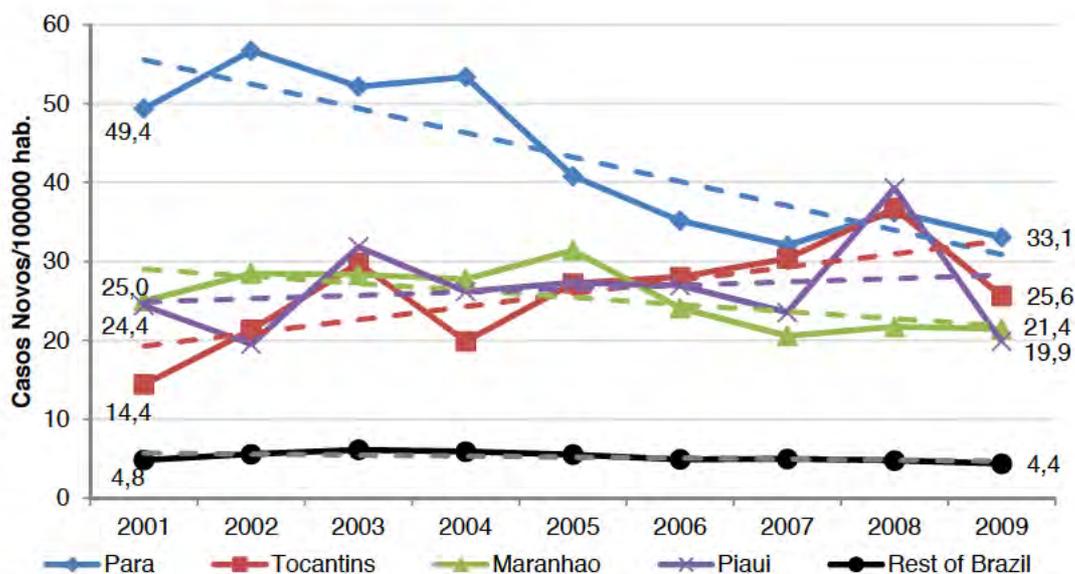
Os municípios do Tocantins apresentaram um crescimento do coeficiente de detecção de 77,8 para 88,4/100.000 e uma tendência de

estabilização nos últimos quatro anos. Os municípios do Maranhão apresentaram uma tendência descendente desde 2005, e do Piauí não revelaram qualquer tendência clara. No resto do Brasil este indicador foi de cerca de 16/100.000 habitantes ao ano durante todo o período de observação (Figura 14; Tabela 5).



**Figura 14** – Coeficiente de detecção geral de casos novos de hanseníase por 100.000 habitantes por estado, no agregado 1 da hanseníase e restante do Brasil, 2001-2009.

A tendência temporal em casos com menos de 15 anos de idade mostraram padrões semelhantes aos do coeficiente geral de detecção de casos, com valores hiperendêmicos em todos os quatro estados, o restante do Brasil tem valores estáveis de 2001 a 2009, sendo classificado como alta endemicidade (Figura 15; Tabela 5).



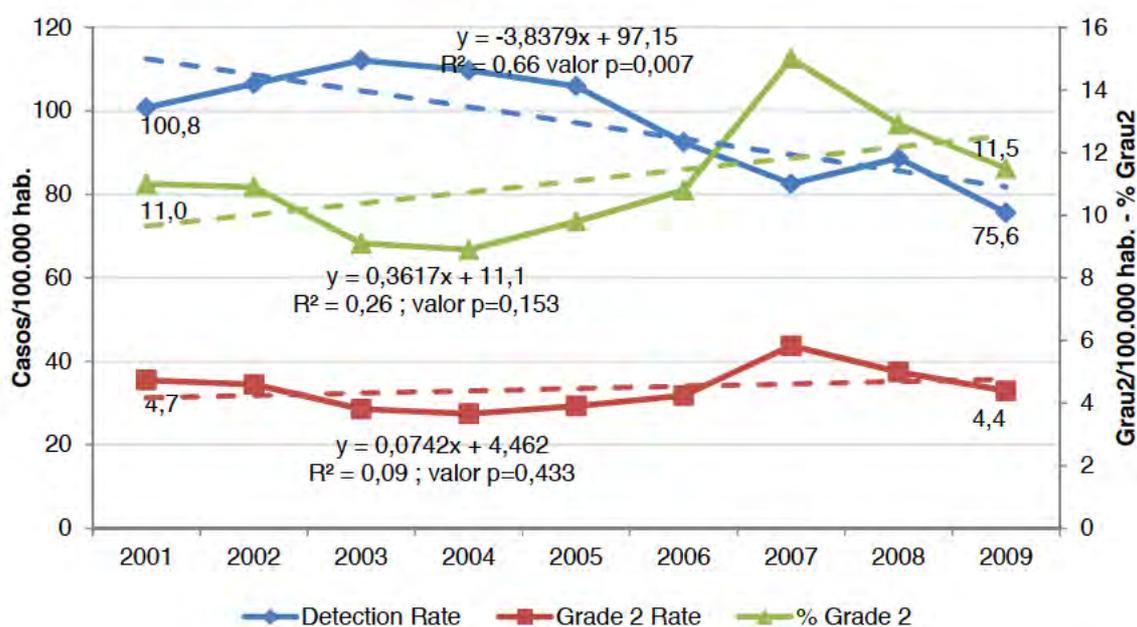
**Figura 15:** Coeficiente de detecção de casos novos de hanseníase em menores de 15 anos por 100.000 habitantes por estado, no agregado 1 da hanseníase e restante do Brasil, 2001-2009.

Os coeficientes de casos novos com grau 2 de incapacidade por 100.000 habitantes mostraram uma tendência semelhante à proporção de casos com grau 2 de incapacidade, entretanto o coeficiente de detecção geral mostrou uma tendência inversa, deve ser destacada a manutenção no valor do coeficiente de casos com grau 2 sofreu uma redução muito pequena durante o período de estudo (Figura 16).

**Tabela 5** – Análise de tendência relacionada ao coeficiente de detecção geral, detecção em menores de 15 anos, casos com grau 2 por 100 mil hab e proporção de casos com grau 2 avaliado, por Estado\* do agregado 1 da hanseníase, 2001-2009.

Indicador	Modelo	R <sup>2</sup>	Valor p	Tendência
<b>Casos novos detectados / 100.000 hab.</b>				
Pará	$y = -9,5921x + 137,71$	0,81	0,001	Decrescente
Tocantins	$y = 2,219x + 93,00$	0,29	0,127	Estabilização
Maranhão	$y = -2,812x + 85,25$	0,48	0,038	Decrescente
Piauí	$y = -2,261x + 82,31$	0,28	0,142	Estabilização
Resto do Brasil	$y = -0,836x + 20,16$	0,73	0,003	Decrescente
<b>Casos novos detectados &lt;15 anos / 100.000 hab.</b>				
Pará	$y = -3,0834x + 43,21$	0,76	0,002	Decrescente
Tocantins	$y = 1,6727x + 25,94$	0,48	0,037	Crescente
Maranhão	$y = -0,8934x + 25,42$	0,41	0,059	Estabilização
Piauí	$y = 0,4234x + 26,55$	0,03	0,625	Estabilização
Resto do Brasil	$y = -0,1266x + 5,22$	0,32	0,107	Estabilização

\* Apenas municípios do agregado 1.

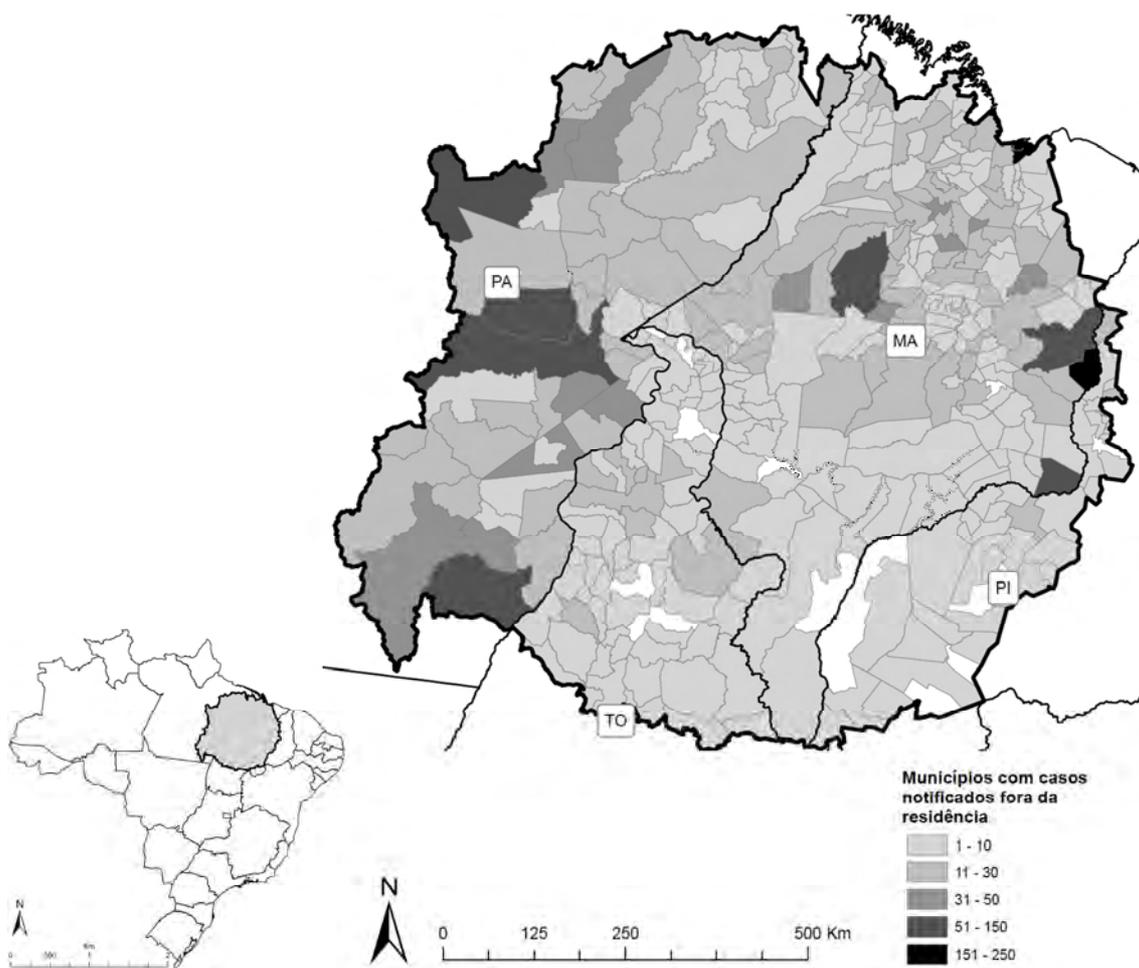


**Figura 16** – Tendência do coeficiente de detecção de casos novos por 100.000 habitantes, coeficiente de casos novos com grau 2 de incapacidade por 100.000 habitantes e proporção de casos novos com grau 2 de incapacidade, no agregado 1 da hanseníase, 2001-2009.

## 4.2 Fluxos para Primeiro Atendimento e de Migração Após o Diagnóstico

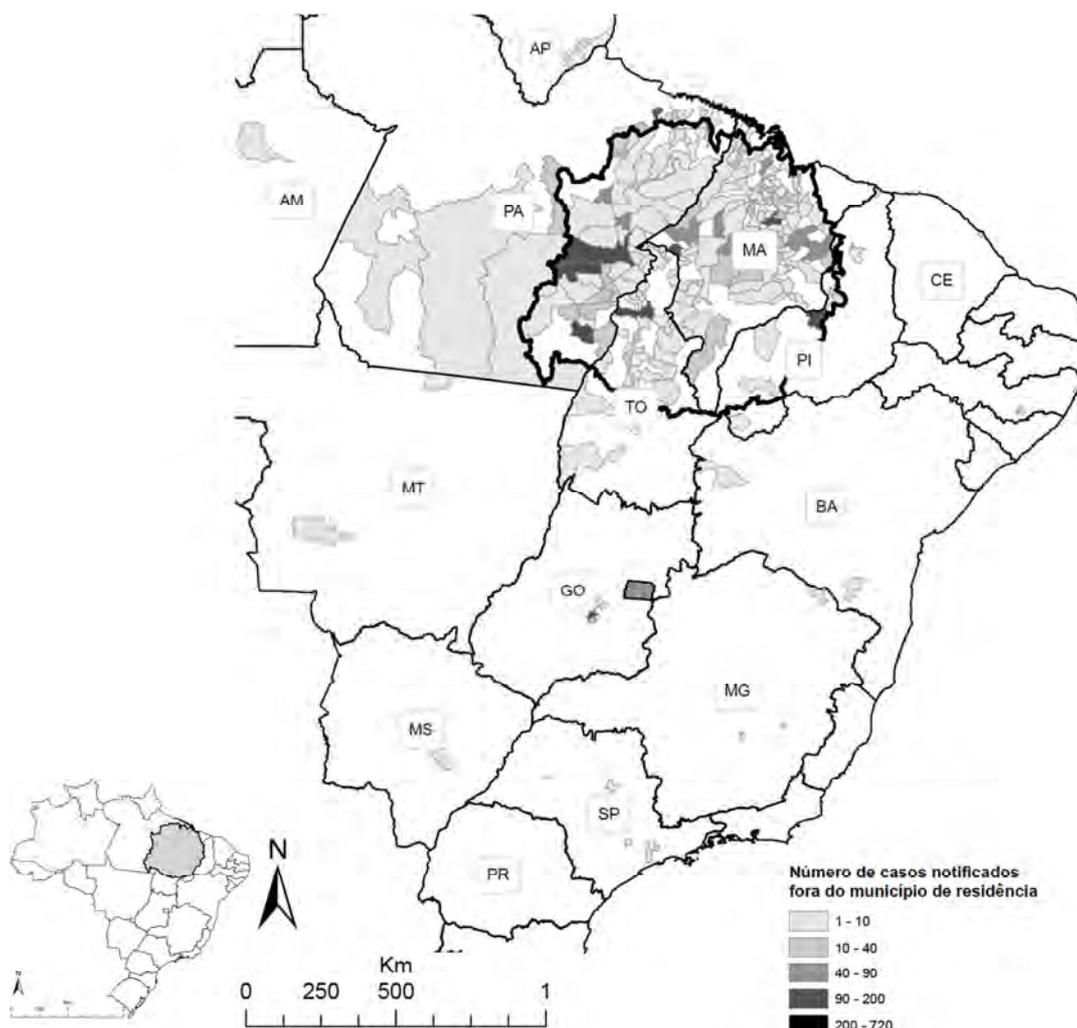
Como indicador de fluxo dos pacientes com hanseníase, foram identificados os indivíduos que foram notificados por um município diferente da residência. Dos 373 municípios no agregado, 349 (93,6%) tiveram pelo menos um residente com hanseníase que foi notificado em outro município. No total foram 4.325 casos, representando 5,2% dos casos notificados no período de 2001-2009.

A Figura 17 apresenta a distribuição espacial do número de casos residentes diagnosticados e notificados em outros municípios. Os estados do Maranhão e do Pará tiveram números consideravelmente maiores de pessoas que foram diagnosticadas fora do seu município de residência. No Maranhão, esses municípios incluíram principalmente São José de Ribamar e Paço do Lumiar na região metropolitana de São Luís, que apresentaram 201 e 155 casos notificados em outros municípios, respectivamente. Outros municípios próximos ao limite com o estado do Piauí também apresentaram a mesma característica, como Timon (248 casos diagnosticados fora do município), Caxias (60), Barão de Grajaú (126) e Santa Luzia (89), localizado no centro do estado. No estado do Pará os cinco municípios com maior número de casos notificados fora de sua residência foram Marabá (92 casos), Itupiranga (58) na região centro-leste do estado, Pacajá (51) e Baião (44) na fronteira oeste do agregado, e Santa Maria das Barreiras (58) na região sul do Estado. Em Tocantins, nenhum dos municípios apresentou mais do que 20 casos notificados fora de sua residência, mas houve destaque dos municípios Santa Fé do Araguaia (17), Nova Olinda (15) e Aragominas (15), todos localizados próximos ao município de Araguaína, no norte do estado. No estado do Piauí houve apenas dois municípios com mais de 10 casos notificados em outro município: União com 22 casos e Lagoa do Piauí com 13 casos (Figura 17 – lista completa dos municípios com os números de casos residentes e notificados nos Apêndices 1 e 2).



**Figura 17** – Distribuição espacial do número de casos de hanseníase residentes nos municípios de uma área de alto risco de transmissão no Brasil, que foram notificados por outro município, 2001-2009.

Os municípios do agregado que receberam residentes de outros municípios para diagnóstico da hanseníase são apresentados em Figura 18. Foram principalmente as capitais e centros secundários dos Estados (São Luís, Teresina, Araguaína, Imperatriz e Marabá), com a exceção de Palmas em Tocantins e Belém no Pará. Em São Luís houve 719 casos notificados de municípios do agregado, em Belém 95 casos e em Teresina 516 casos. Duas outras cidades fora do agregado também se mostraram importantes centros notificadores de casos residentes na área de estudo, Goiânia (146) e Brasília (42), identificando o deslocamento para áreas mais distantes.

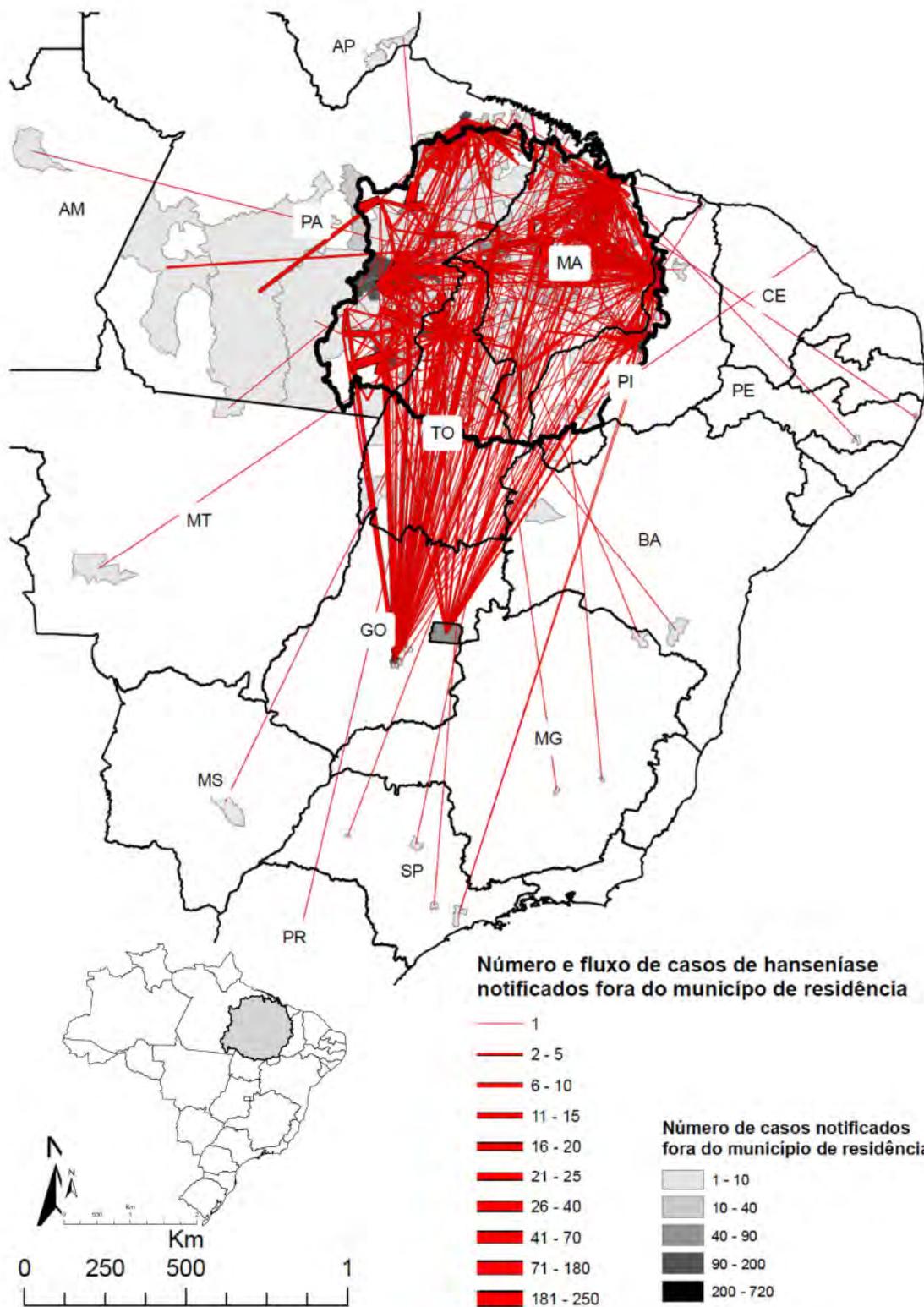


**Figura 18** – Distribuição espacial do número de casos de hanseníase por município de notificação, residentes em outros municípios de uma área de alto risco de transmissão no Brasil, 2001-2009.

Enquanto a Figura 18 mostra somente os municípios que mais notificaram casos vindos de outros municípios, a Figura 19 identifica os movimentos de casos notificados em municípios que não o de residência. Pode-se observar um fluxo por uma grande distância de sua residência, com casos notificados no Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Pernambuco. Um destaque deve ser dado ao município de Goiânia e ao Distrito Federal que notificaram números consideráveis de casos residentes de vários municípios do agregado. Devido a este fluxo direcionado a estes dois pontos e ao formato aproximadamente circular do agregado esta figura se assemelha a um sorvete,

sendo denominado neste estudo como “*ice cream effect*”

As Figuras 19, 20 e 21 mostram que o fluxo para o diagnóstico de fato foi em geral direcionado para municípios maiores, também dentro do agregado. No estado do Maranhão existiam três polos de recepção de casos para notificação: São Luís, absorvendo principalmente os casos dos municípios vizinhos, com maior proporção de casos vindos dos municípios de Paço do Lumiar (150-20%) e São José de Ribamar (179-24%); o município de Bacabal, com notificação de 97 casos vindos de outros 17 municípios; e o município de Imperatriz com 110 casos de 36 municípios. No estado do Tocantins, o município de Araguaína notificou 196 casos de outros 47 municípios do agregado. No Pará, os municípios principais diagnosticando casos de fora foram Marabá e Parauapebas, que notificaram juntos 254 casos de outros 42 municípios distintos. No Piauí, o município de Teresina absorveu casos de 81 municípios diferentes, principalmente de municípios do Maranhão que fazem fronteira: Timon com 47% (246) dos casos e Caxias com 5% (27) casos. Floriano recebeu casos de 25 municípios diferentes e destaque também para um município do Maranhão, Barão de Grajaú com 125 casos correspondendo a 63% dos casos notificados em Floriano.

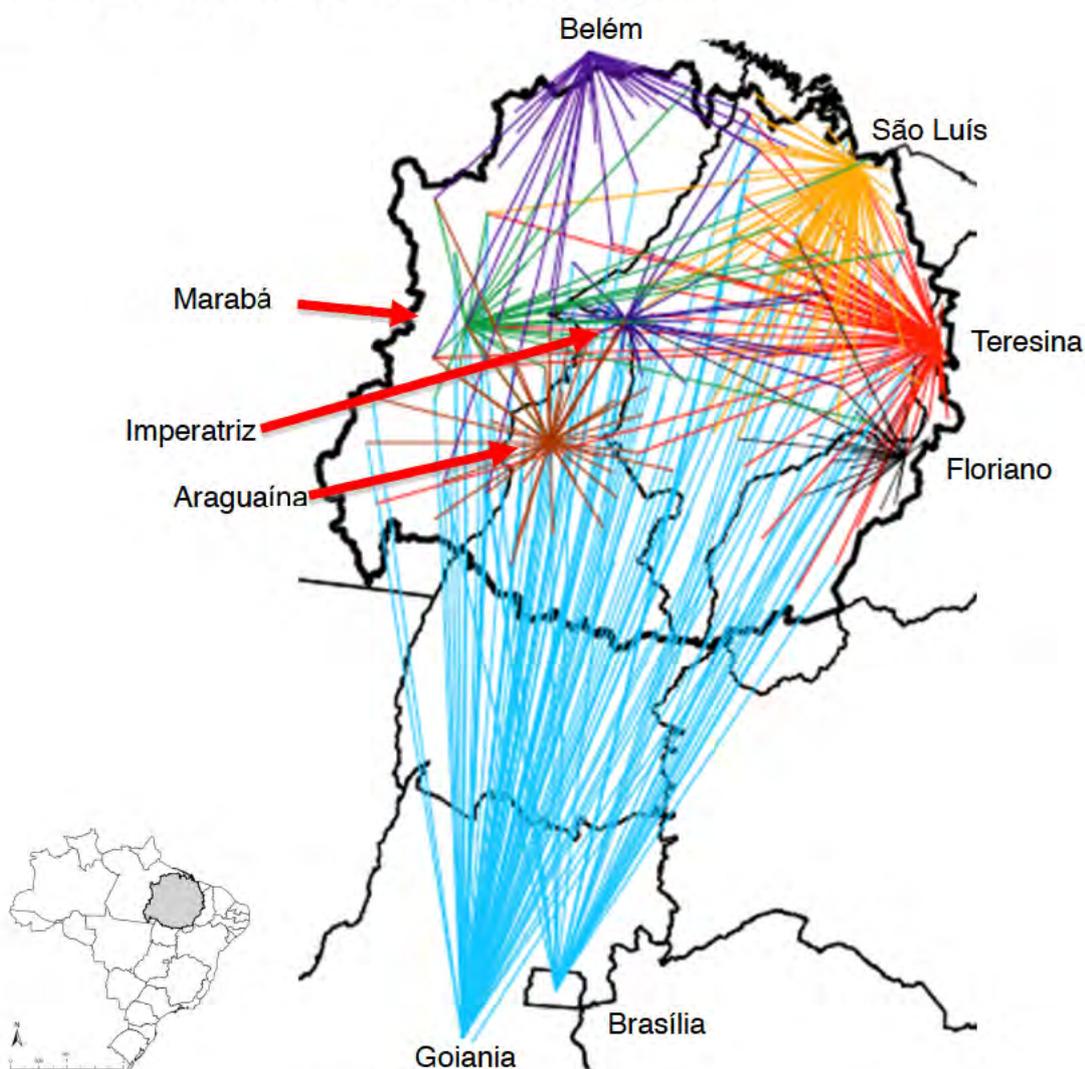


**Figura 19** – Fluxo dos casos hanseníase por município de notificação, residentes de uma área de alto risco de transmissão no Brasil, 2001-2009.

A Figura 20 destaca os municípios que atuam como pólos de

notificação de casos provenientes de outros municípios do agregado. Identificando a rede de procedência destes casos. Municípios como Araguaína, Imperatriz, Marabá e Floriano apresentam um fluxo mais restrito de casos, notificando casos provenientes dos municípios em seu entorno. As capitais, São Luís, Teresina e Belém, absorvem casos vindos até mesmo de outros estados, como uma distância maior de deslocamento.

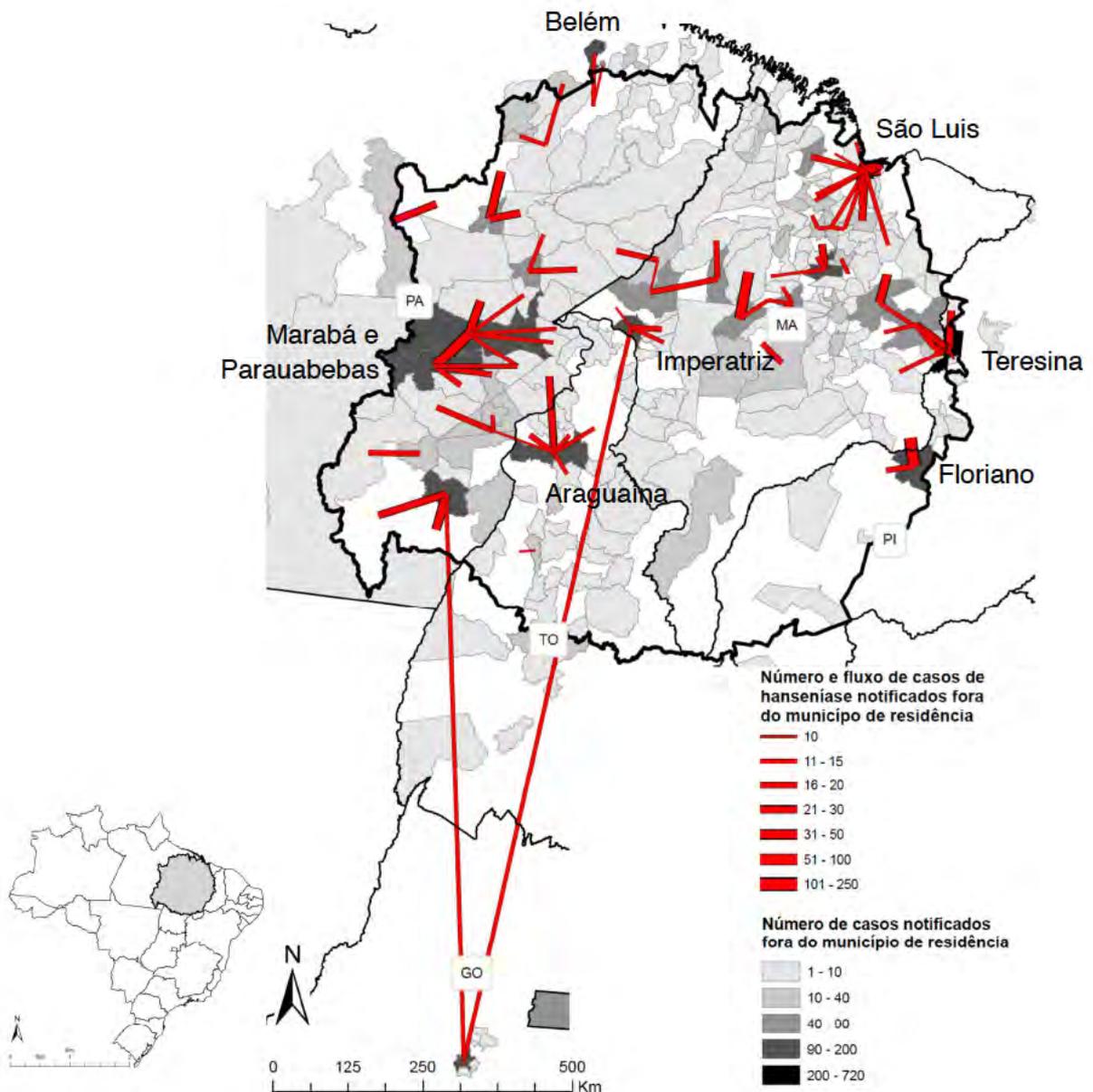
Goiânia e Brasília tem destaque pela notificação de casos provenientes de toda a área do agregado, não tendo um fluxo dominante com muitos casos vindos de um mesmo município, ou Estado.



**Figura 20** – Fluxo de casos para municípios que mais notificaram casos de hanseníase residentes em outros municípios do agregado, 2001-2009.

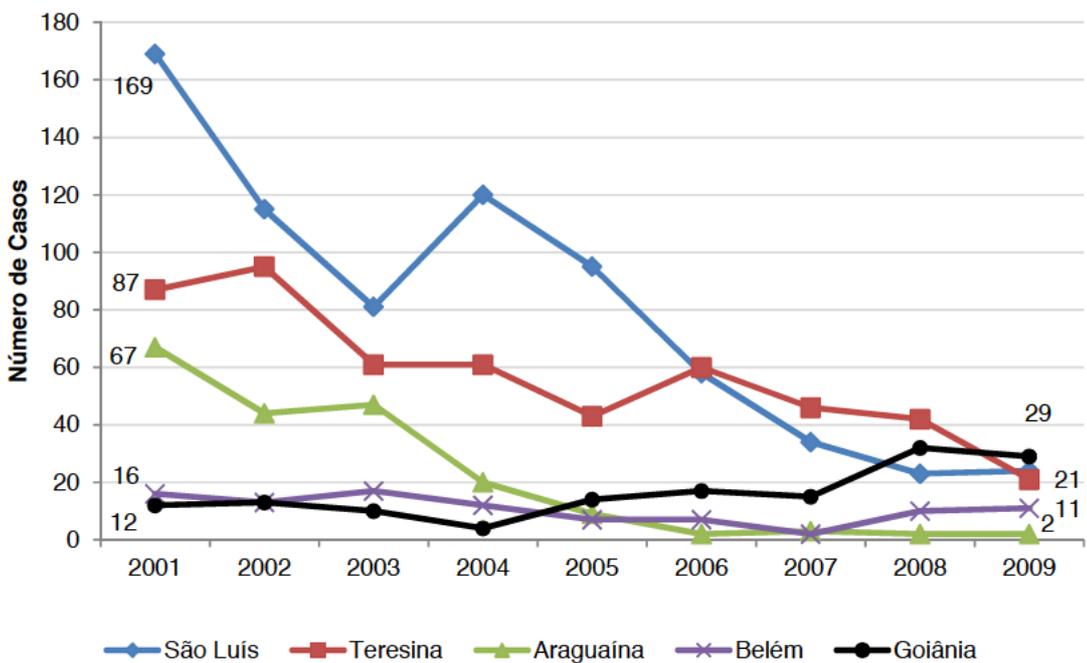
A Figura 21 apresenta o fluxo entre municípios com mais do que 10 indivíduos e torna evidente que, na maioria das vezes, o fluxo para esses

centros ocorreu de municípios com proximidade geográfica. Entretanto, municípios do interior dos estados também se mostraram como grandes notificadores de casos residentes em outros municípios. Por outro lado, houve fluxo importante para o diagnóstico para municípios em outros estados: Goiânia, capital do estado de Goiás (Figura 21).



**Figura 21** – Fluxo de casos de hanseníase residentes com pelo menos 10 casos notificados por outro município de uma área de alto risco de transmissão no Brasil, 2001-2009.

A Figura 22 mostra a distribuição temporal do número de notificações nas capitais dos municípios de cada estado do agregado, e nos municípios de Araguaína/TO e Goiânia/GO, que não fazem parte do agregado, mas têm recebido muitos casos residentes na área. Observa-se queda acentuada no número de notificações de casos em Teresina e São Luís, chegando a aproximadamente 20 casos em 2009. No município de Araguaína também apresentou queda na notificação de casos residentes em outros municípios desde o ano de 2001 e em 2006 este valor se mantém próximo a dois casos por ano. Belém se destaca pelo crescimento na notificação de casos residentes em outros municípios em 2008 e 2009 e por um número final de 11 casos. Também merece destaque o município de Goiânia que, mesmo a uma distância de mais de 1.000 km do centro do agregado analisado, vem recebendo uma quantidade maior de casos para diagnóstico (Figura 22).



**Figura 22** – Casos novos de hanseníase residentes em outros municípios do agregado e notificados nos municípios de São Luís, Teresina, Araguaína, Belém e Goiânia de 2001-2009.

Em relação à migração após o primeiro diagnóstico, 224 (20,9%) dos 1070 participantes com informações disponíveis mudaram após o diagnóstico de hanseníase. Destes, 121 (54%) eram do sexo masculino. A maioria dos migrantes após o diagnóstico (215; 96%) tinham vivido na residência atual por pelo menos cinco anos. Dos 30 pacientes diagnosticados com deficiência visível, sete (23,3%) migraram após o diagnóstico, em comparação com 134 (18,6%) das pessoas diagnosticadas com grau 0 ou 1. Após o diagnóstico, 178 (79,5%) casos migrantes mudaram-se para outro bairro no mesmo município, seguido por outro município em Tocantins (26, 11,6%), e outro estado (11; 4,9%), oito entrevistados (3,6%) não especificaram um local. No total, 194 (86,6%) dos migrantes informaram o motivo para o deslocamento após o diagnóstico da hanseníase (Tabela 6).

Os motivos principais foram relacionados a mudanças de estilo de vida (casa própria, melhores condições de vida, melhor bairro de moradia), englobando 53,5% de todas as respostas. Por outro lado, alguns indivíduos perderam sua habitação por outras circunstâncias, como não ser capaz de pagar pela compra de sua moradia ou devido ao dono do imóvel rescindir o contrato de locação. A mudança relacionada ao local de emprego foi incluída em movimento "para o trabalho" ou "para o melhor trabalho" no destino, devido ao desemprego ou oportunidades de emprego limitadas no local de residência original. Razões familiares para mudança (22,2%) foi o segundo motivo mais comum e incluiu: mudança de estado civil, devido à separação, casamento, cuidado de outros membros da família, movendo-se devido ao emprego do cônjuge, além de outros motivos.

Poucos citaram ter se mudado por causa do diagnóstico ou para fins de acesso aos serviços de saúde. Apenas dois indivíduos mudaram-se para ter acesso ao tratamento e três para um melhor tratamento. Um indivíduo apontou a discriminação e a sensação estigmatizada como uma razão para se mudar após o diagnóstico de hanseníase.

**Tabela 6** – Motivos ou determinantes para mudança após o diagnóstico da hanseníase em pacientes pertencentes ao agregado 1 no estado do Tocantins (n=194).

<b>Motivos/Determinantes</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Aquisição da casa própria	47	24,2
Motivo familiar	43	22,2
Melhores condições de vida	35	18,0
Mudança no local de emprego	26	13,4
Mudou-se para um bairro melhor	22	11,3
Melhor acesso ao tratamento da hanseníase	11	5,7
Fim do aluguel e o proprietário pediu o imóvel	5	2,6
Motivos financeiros – não podia pagar habitação	4	2,1
Descriminação ou estigma relacionado à hanseníase	1	0,5

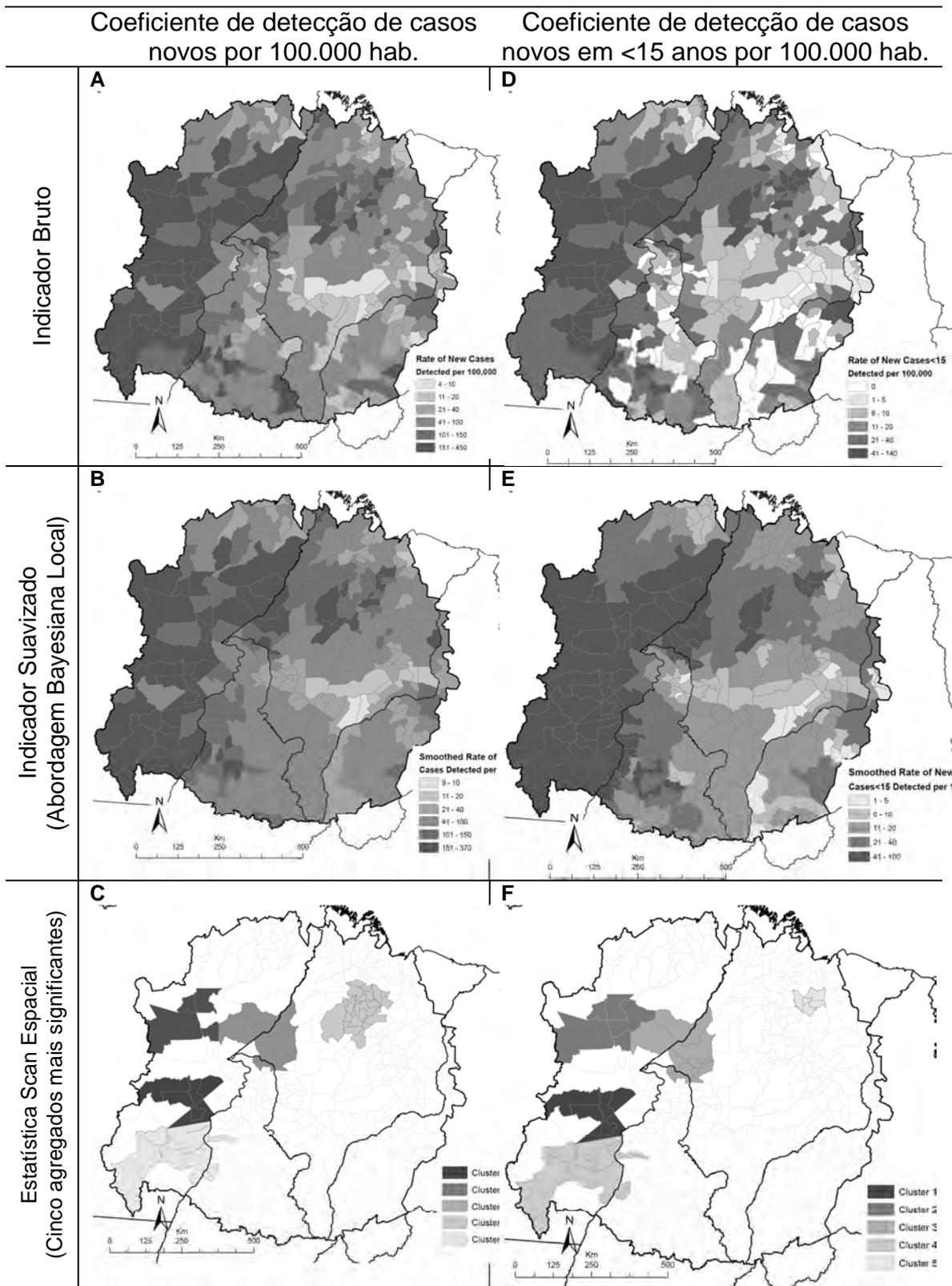
### **4.3 Aglomerados Espaciais com Cortes Temporais de Alto Risco**

No agregado, 254 (68,0%) municípios foram classificados como hiperendêmicos (coeficiente de detecção anual médio maior que 40 casos/100.000 habitantes), com um valor máximo de 427,6 casos por 100.000 habitantes no período completo de 2001 a 2009. A distribuição do coeficiente de detecção bruto de todo o período por município é mostrado na Figura 22a. Houve uma concentração de municípios com maiores taxas de detecção no Pará e no centro do Maranhão, totalizando 52 (13,9%) municípios com coeficientes médios anuais maiores que 150 casos/100.000 habitantes (lista completa dos municípios com os coeficientes encontra-se em Apêndice 3). Na Abordagem Bayesiana local (indicadores suavizados), houve um aumento no número de municípios hiperendêmicos (289–77,4%), levando em consideração os municípios vizinhos mais próximos e uma pequena redução naqueles com mais de 150 casos por 100.000 habitantes (13,4%) (Figura 22b; Apêndice 3).

Em relação ao coeficiente de detecção em menores de 15 anos de idade, havia apenas 62 (16,6%) municípios classificados com baixa ou média

endemicidade ( $<2,5$  casos/100.000 habitantes com menos de 15 anos) e 219 (58,7%) municípios classificados como hiperendêmicos. A Figura 22d mostra o padrão deste indicador, com a maioria dos municípios com altos valores no Pará e nas áreas centrais do Maranhão. O coeficiente suavizado identificou mais claramente estas áreas: havia 304 (81,5%) municípios hiperendêmicos, com 72 (23,6%) atingindo valores suavizados acima de 40 casos/100.000 habitantes (Figura 22e). O valor máximo deste indicador, no período de 2001 a 2009, foi de 100,3 casos/100.000 habitantes (Apêndice 4).

A análise realizada através da Estatística Scan Espacial identificou os agregados significantes para a detecção de casos de hanseníase. Na Figura 22c foram mostrados os cinco mais significantes, com destaque para os agregados localizados no estado do Pará e no Maranhão. Estas áreas se sobrepõem ao observado nas análises anteriores, mas com significância estatística. Estes agregados se mostram de forma semelhante para o coeficiente em menores de 15 anos, envolvendo praticamente os mesmos municípios identificados anteriormente, devendo ser destacadas as áreas do Pará, que sobrepõem quase os mesmos municípios. A área no centro do Maranhão foi reduzida, mas continuou significativa.



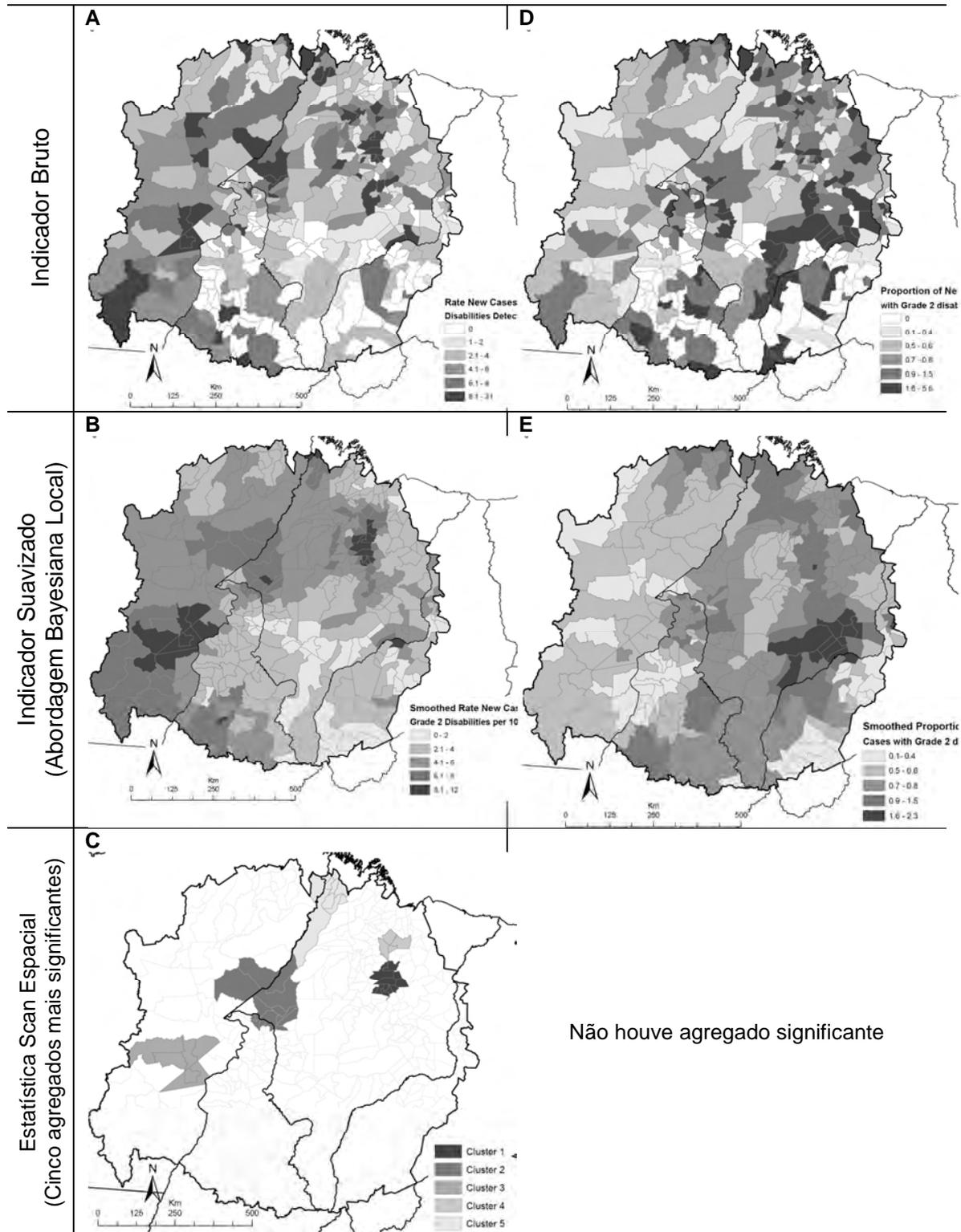
**Figura 23** – Análise espacial descritiva, Abordagem Bayesiana Empírica Local e Estatística Scan Espacial: coeficiente de detecção médio por 100.000 hab. (A-C); coeficiente de detecção em menores de 15 anos (D-F), 2001 a 2009.

A distribuição de casos novos com incapacidade grau 2 por 100.000 habitantes é mostrada na Figura 23a. Oitenta (21,4%) municípios não tiveram casos de hanseníase com grau 2 diagnosticados em todo o período de observação. Por outro lado, 44 (11,7%) municípios tinham mais do que oito casos por 100.000 habitantes, com um máximo de 31 casos por 100.000 habitantes de 2001 a 2009 (lista completa com os valores encontra-se em Apêndice 5). Não houve um padrão claro deste indicador em análise espacial descritiva, porém o indicador suavizado mostra duas áreas de risco bem definidas: a primeira no sudeste do Pará e outra no centro do Maranhão (Figura 23b). Estes aglomerados espaciais estão se intercalando com as áreas de risco dos coeficientes anteriores, identificando um risco mais elevado em relação aos outros municípios. O valor máximo suavizado deste indicador, entre 2001 a 2009, foi 11,8/100.000 habitantes (Apêndice 5). A proporção de casos novos com grau 2 de incapacidade destaca municípios com alto risco de diagnóstico tardio, principalmente no sul do Maranhão (Figura 23d). Apenas dois (0,5%) municípios do agregado apresentaram valores elevados (>5%). A análise Bayesiana local mostra um aumento da proporção de casos novos de hanseníase com grau 2 (valor suavizado de 2,3%) no sudeste do Maranhão (Figura 23e; Apêndice 5).

Para estes indicadores a análise Scan Espacial identificou três áreas que se sobrepõem aos agregados dos indicadores de detecção de casos novos, no sudeste do Pará, fronteira entre Maranhão e Pará e na região central do Maranhão, nesta última área foram identificados dois agregados independentes, mas que juntos englobam vários municípios presentes nos agregados identificados anteriormente. Um novo agregado foi identificado no norte do Maranhão com municípios que fazem fronteira com o Pará (Figura 23c).

Coefficiente de casos com grau 2 de incapacidade por 100.000 hab.

Proporção de casos apresentando grau 2 de incapacidade.



**Figura 24** – Análise Espacial Descritiva, Abordagem Bayesiana Empírica Local e Estatística Scan Espacial: coeficiente de casos com grau 2 de incapacidade por 100.000 hab. (A-C); proporção de casos novos com grau 2 de incapacidade (D;E) , 2001 a 2009.

Análise Scan Espacial identificou 23 agregados prováveis de elevada detecção de casos novos de hanseníase, com a maioria deles localizados no Pará e Maranhão (Tabela 7). Estes agregados incluíram apenas 32% da população total do agregado, por outro lado englobam 55,4% dos casos novos de hanseníase. O coeficiente de detecção anual médio nesses municípios foi de 164 casos por 100.000 habitantes com um total de 101 (27,1%) municípios (Tabela 7; Apêndice 6).

**Tabela 7** – Agregados estatisticamente significantes de casos novos de hanseníase por 100.000 habitantes definidos utilizando a Estatística Scan Espacial no agregado 1 da hanseníase, classificados pela significância estatística - Brasil, 2001-2009.

Agregado	Município Central (Estado)	População sob-risco	N mun.	Raio (km)	Detecção Anual	RR	P valor
1	Canaã dos Carajás (PA)	206.070	6	72,4	247,8	2,65	<0,0001
2	Novo Repartimento (PA)	226.039	4	76,5	214,8	2,29	<0,0001
3	Açailândia (MA)	560.133	15	73,5	165,3	1,79	<0,0001
4	Pio XII (MA)	657.923	25	75,2	142,1	1,52	<0,0001
5	Redenção (PA)	170.078	9	90,8	194,2	2,04	<0,0001
6	Paragominas (PA)	86.948	1	0	189,7	1,98	<0,0001
7	São João do Araguaia (PA)	354.365	11	64,3	138,3	1,45	<0,0001
8	Guaraí (TO)	21.118	1	0	298,9	3,10	<0,0001
9	Timon (MA)	142.152	1	0	162,7	1,70	<0,0001
10	Itapecuru Mirim (MA)	50.450	1	0	187,9	1,95	<0,0001
11	Tailândia (PA)	75.371	2	73,5	158,9	1,65	<0,0001
12	Nova Olinda (TO)	171.094	5	54,5	126,5	1,31	<0,0001
13	Amapá do Maranhão (MA)	11.901	2	21,3	219,4	2,27	<0,0001
14	Florianópolis (PI)	56.436	1	0	143,5	1,49	<0,0001
15	Pacajá (PA)	32.774	1	0	148,5	1,54	<0,0001
16	Governador Archer (MA)	8.939	1	0	201,4	2,08	<0,0001
17	Barrolândia (TO)	19.954	3	41,3	152,6	1,58	<0,0001
18	Ourilândia do Norte (PA)	20.174	1	0	152,0	1,57	<0,0001
19	Presidente Dutra (MA)	41.343	1	0	133,3	1,38	<0,0001
20	Cristino Castro (PI)	9.741	1	0	170,0	1,76	<0,0001
21	Tomé-Açu (PA)	49.702	1	0	123,0	1,27	<0,0001
22	Maranhãozinho (MA)	68.551	5	25,0	116,4	1,20	<0,016
23	Itaipava do Grajaú (MA)	54.755	3	47,6	116,7	1,21	<0,012

O agregado mais significativo inclui seis municípios do sul do Pará com RR de 2,65 e população de mais 200 mil pessoas. Deve ser destacado que alguns municípios apresentaram RR superior a três, indicando o elevado risco de detecção, já que a comparação foi realizada com outros municípios desta área hiperendêmica. Houve mais dois agregados no norte do Maranhão, tendo os municípios de Amapá do Maranhão e Maranhãozinho como municípios centrais e riscos de 2,27 e 1,20, respectivamente (Tabela 7).

Também foram identificados 14 aglomerados significativos para o coeficiente de detecção em menores de 15 anos. Os primeiros três agregados principais identificados se sobrepõem com os agregados do coeficiente de detecção geral (Figura 22f). O quarto agregado tem RR=2,45 e foi equivalente a um outro grupo de municípios identificados como agregado de detecção geral. O quinto agrupamento engloba apenas cinco municípios (RR=2,61) no centro do Maranhão. Havia nove outros aglomerados significativos, distribuídos por todos os quatro estados, com uma concentração no sudeste do Pará (Tabela 8 – Apêndice 7).

**Tabela 8** – Agregados estatisticamente significantes de casos novos de hanseníase em menores de 15 anos por 100.000 habitantes definidos utilizando a Estatística Scan Espacial no agregado 1 da hanseníase, classificados pela significância estatística - Brasil, 2001-2009.

Agregado	Município Central (Estado)	População sob-risco	N mun.	Raio (km)	Detecção Anual <15	RR	P valor
1	Canaã dos Carajás (PA)	74.988	6	72,4	83,0	2,77	<0,0001
2	Breu Branco (PA)	95.626	5	62,2	69,6	2,42	<0,0001
3	Açailândia (MA)	194.491	15	73,5	55,0	1,94	<0,0001
4	Redenção (PA)	58.949	9	90,8	71,6	2,45	<0,0001
5	Matões do Norte (MA)	45.942	5	34,4	76,4	2,61	<0,0001
6	Pimdaré Mirim (MA)	36.397	2	7,73	67,2	2,27	<0,0001
7	São João do Araguaia (PA)	131.744	11	64,3	46,5	1,59	<0,0001
8	Timom (MA)	47.870	1	0	51,5	1,74	<0,0001
9	Paragominas (PA)	33.239	1	0	56,2	1,89	<0,0001

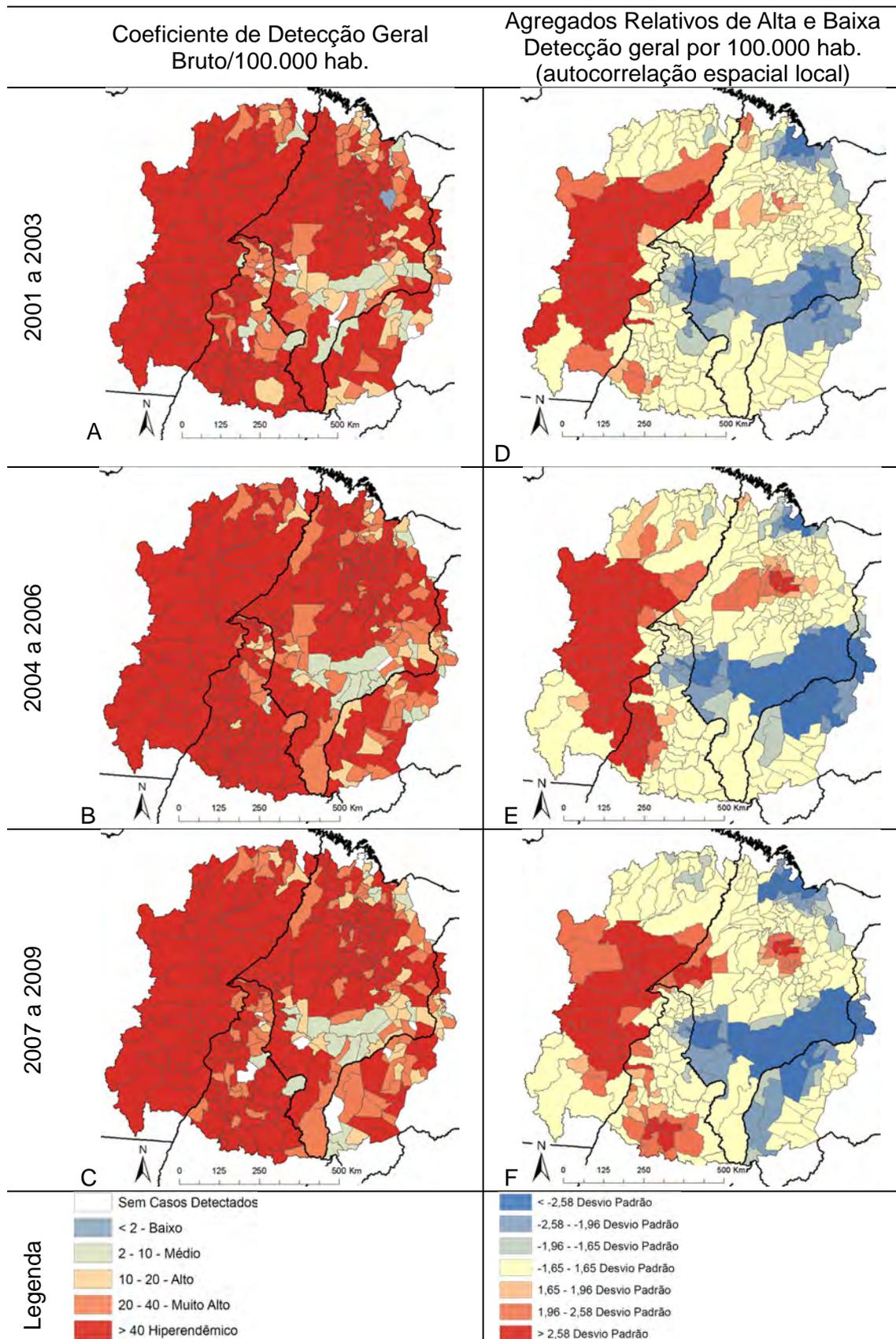
10	Bacabal (MA)	31.922	1	0	53,6	1,80	<0,0001
11	Guaraí (TO)	6.502	1	0	78,6	2,63	<0,0001
12	Floriano (PI)	16.809	1	0	54,9	1,84	<0,001
13	Arame (MA)	11.933	1	0	59,6	2,00	<0,001
14	Pacajá (PA)	13.043	1	0	54,5	1,83	<0,014

Além disso, havia 11 aglomerados mais prováveis de casos novos com grau 2 de incapacidade por 100.000 hab. no Estado do Pará e no Maranhão, com apenas um município em Tocantins. O agregado mais significativo tinha um RR de 2,24 e uma detecção anual de 10,4 casos/100.000 habitantes, localizado no centro do Maranhão (Figura 23c; Tabela 9). Foi observada uma sobreposição dos agregados 2 e 3 com a detecção de novos casos e detecção de crianças com menos de 15 anos de idade com hanseníase. A proporção de casos novos com grau 2 não revelou agregado provável (Apêndice 8).

**Tabela 9** – Agregados estatisticamente significantes de casos novos de hanseníase com grau 2 de incapacidade por 100.000 habitantes definidos utilizando a Estatística Scan Espacial no agregado 1 da hanseníase, classificados pela significância estatística - Brasil, 2001-2009.

Agregado	Município Central (Estado)	População sob risco	N mun.	Raio (km)	Grau 2/pop Anual	RR	P valor
1	São Luiz Gonzaga do Maranhão (MA)	289.899	11	43,8	10,4	2,42	<0,0001
2	Açailândia (MA)	560.133	15	73,5	7,9	1,84	<0,0001
3	Canaã dos Carajás (PA)	206.070	6	72,4	10,4	2,39	<0,0001
4	Anajatuba (MA)	118.570	4	34,1	9,6	2,17	<0,0001
5	Amapá do Maranhão (MA)	121.246	10	81,6	9,0	2,04	<0,0001
6	Jacundá (PA)	133.206	4	67,6	8,6	1,95	<0,0001
7	Miranorte (TO)	12.219	1	0	18,2	4,08	<0,0001
8	Presidente Dutra (MA)	78.605	2	17,9	9,0	2,04	<0,0001
9	São João dos Patos (MA)	23.861	1	0	13,5	3,04	<0,0001
10	Concórdia do Pará (PA)	23.319	1	0	12,9	2,89	<0,002
11	Santa Luzia (MA)	263.414	10	60,2	6,5	1,47	<0,007

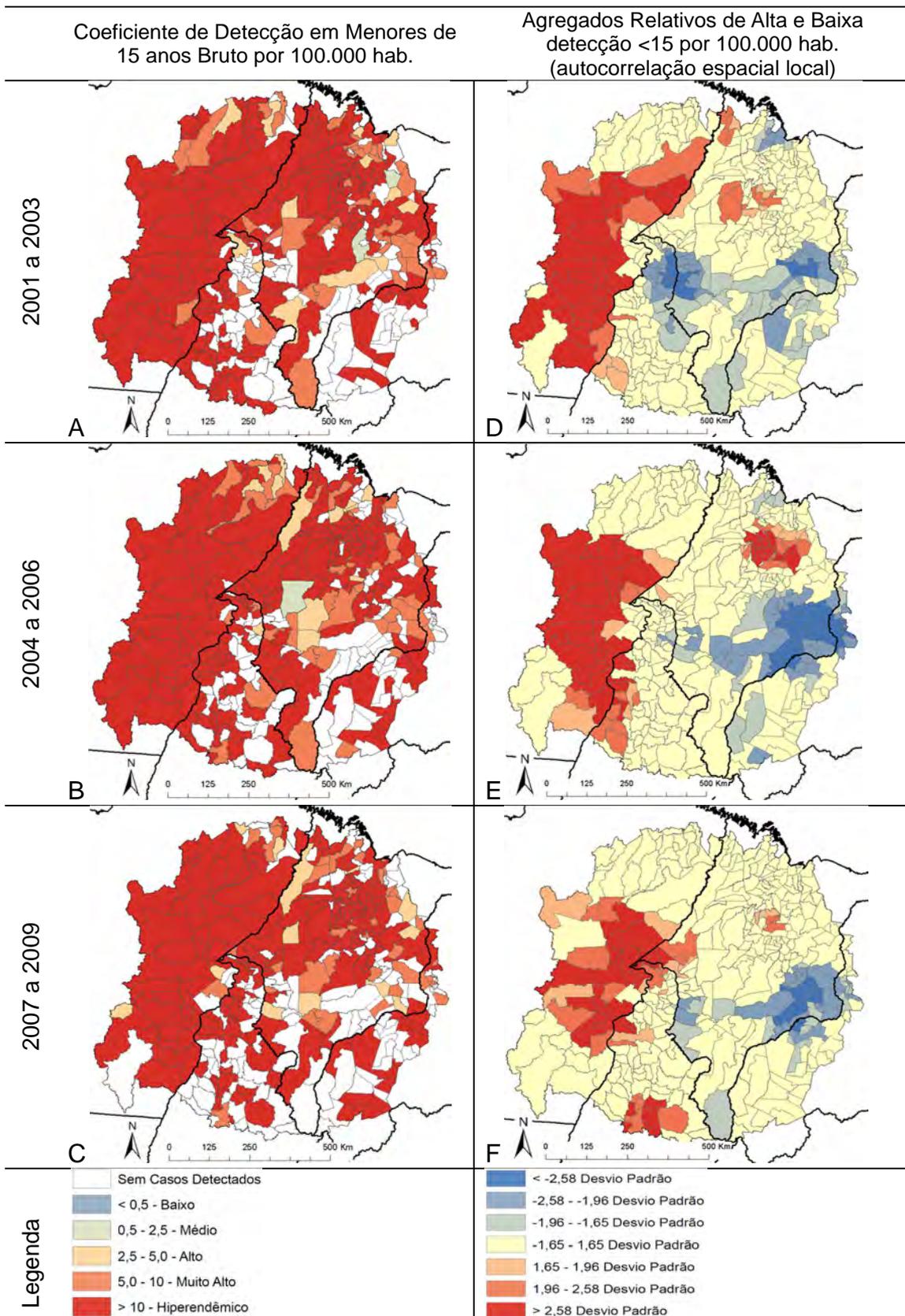
Os aglomerados espaciais de valores elevados (*hot spots*) e de pequenos valores (*cold spots*), obtidos a partir da estatística local  $G_i^*$  são mostrados nas Figuras 24 a 30. No período de 2001 a 2003, o coeficiente de detecção geral por 100,000 habitantes mostrou a presença de dois agregados de valores baixos um na região englobando São Luís (capital do Maranhão) e municípios vizinhos e outro na região centro sul, envolvendo municípios do Piauí, Maranhão e Tocantins. Foi identificado um agregado de valores elevados localizado na região sudeste do Pará (Figuras 24a; 24d). Padrão semelhante foi encontrado nos períodos seguintes, entretanto houve o surgimento de um agregado de valores altos no centro do Maranhão e outro no centro do Tocantins, região sul da área de estudo (Figuras 24e; 24f). O método de autocorrelação local com o índice  $G_i^*$  mostrou sobreposição com a identificação de áreas de alto risco identificadas pelos métodos de suavização espacial e na análise Scan Espacial. O apêndice 9 apresenta todos os municípios com autocorrelação significativa para detecção geral.



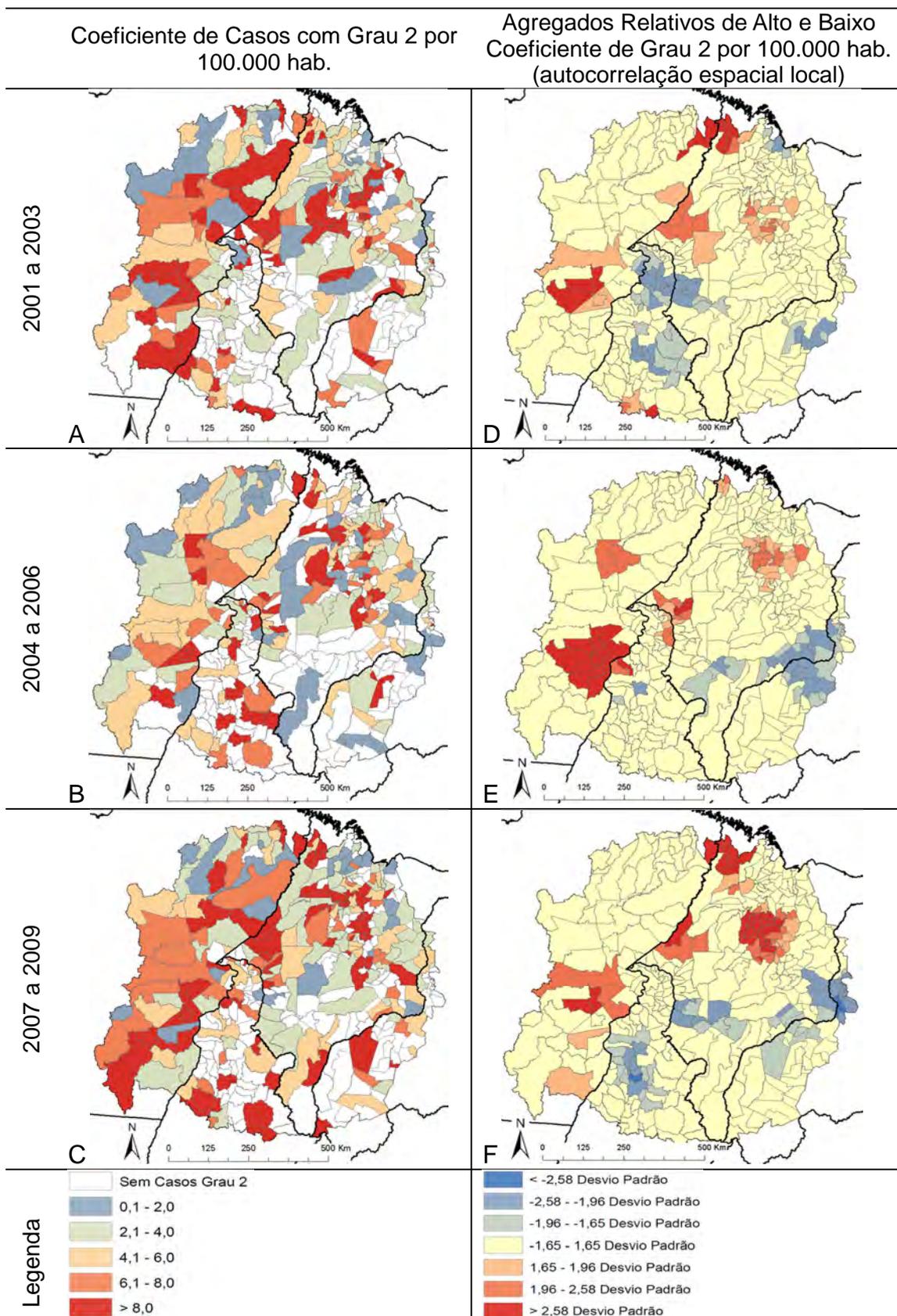
**Figura 25** – Mapas descritivos e de autocorrelação espacial local  $G^*$  no agregado 1 da hanseníase: coeficiente de detecção geral por 100.000 hab. (A;D de 2001 a 2003); (B;E de 2004 a 2006); (C;F de 2007 a 2009).

O coeficiente de detecção em menores de 15 anos de idade teve padrão semelhante ao coeficiente de detecção geral. Pôde ser observada uma grande área de altos valores no sudeste do Pará e áreas de valores baixos englobando municípios do Piauí e Maranhão em todos os períodos (Figura 25). Nos anos de 2004 a 2006 houve um aumento relativo no coeficiente de detecção no centro do Maranhão e uma nova área de valores altos foi identificada (Figuras 25b; 25e), no período seguinte, 2007 a 2009, essa área foi reduzida. No entanto, surgiu outra área quente no centro do Estado do Tocantins (Figuras 25c; 25f). O total de municípios significativos para detecção em menores de 15 anos está listado no apêndice 10.

O coeficiente de casos grau 2 por 100.000 habitantes apresentou variações ao longo dos três períodos (Figura 26 – Apêndice 11). Entre 2001 e 2003 se observa apenas dois agregados com valores elevados, um no norte da área, envolvendo municípios do Maranhão e Pará e outro no sudeste do Pará com apenas três municípios (Figuras 26a; 26d). Entre 2004 e 2006 houve uma polarização dentro da área de estudo com um agregado de valores baixos na região leste (Piauí e Maranhão) e outro, mas de valores altos, na região oeste (Pará). Observam-se também alguns municípios com valores altos no centro do Maranhão e na sua fronteira com Tocantins (Figuras 26b; 26e). No período seguinte os municípios do norte da área voltaram a se apresentar como áreas quentes e o centro do Maranhão se consolidou como um agregado de municípios com elevada proporção de casos grau 2 por 100.000 habitantes. Duas outras áreas se mostraram significantes, no oeste do Maranhão e outra no sudeste do Pará. Áreas frias foram encontradas no centro do Tocantins, centro sul do Maranhão e na fronteira entre Piauí e Maranhão (Figuras 26c; 26f). Da mesma forma que os dados encontrados no coeficiente de detecção geral e em menores de 15 anos este indicador também mostrou áreas quentes semelhantes àquelas encontradas no método Scan Espacial.



**Figura 26** – Mapas descritivos e de autocorrelação espacial local  $G^*$  no agregado 1 da hanseníase: coeficiente de detecção em menores de 15 anos por 100.000 hab. (A;D de 2001 a 2003); (B;E de 2004 a 2006); (C;F de 2007 a 2009).

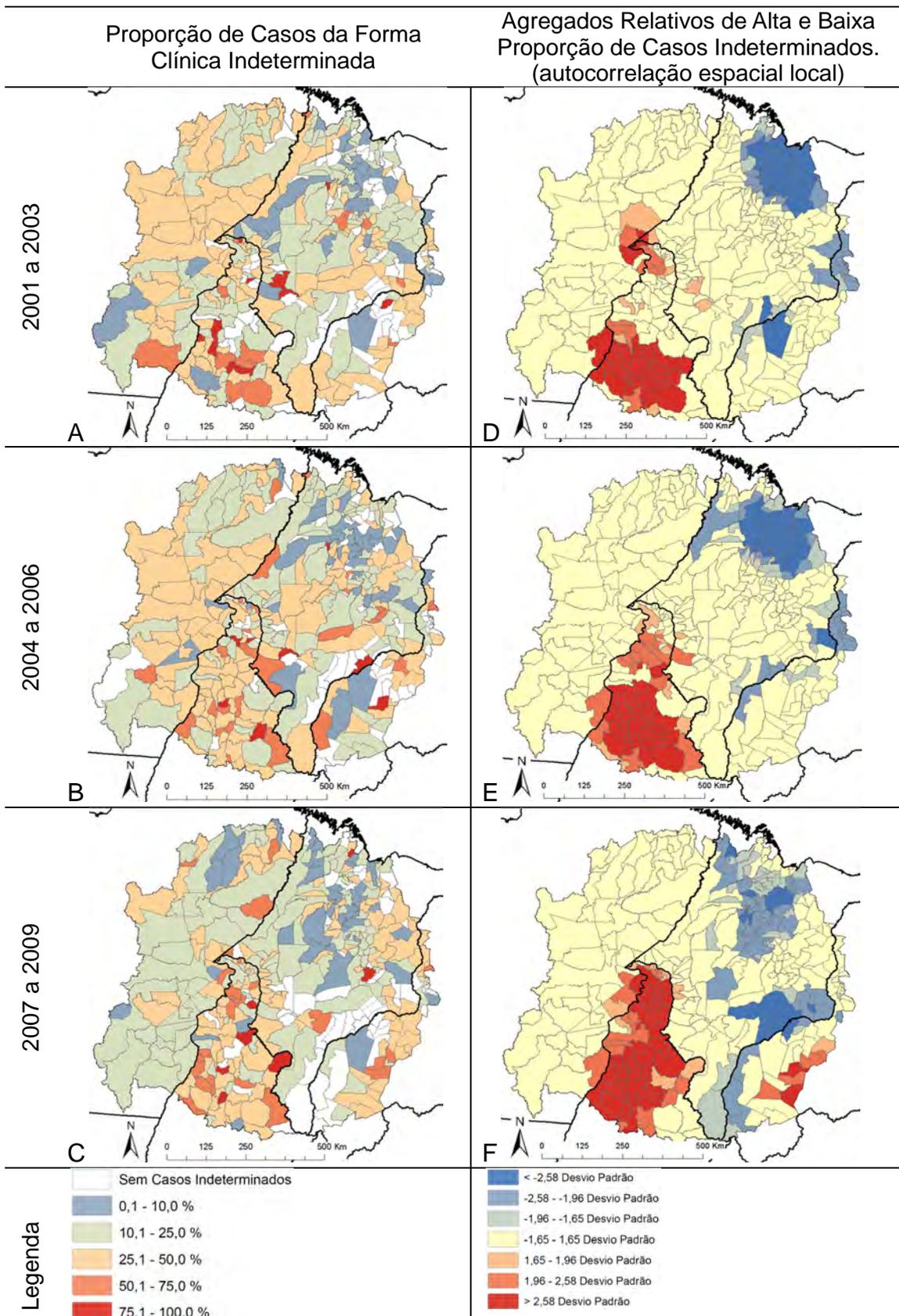


**Figura 27** – Mapas descritivos e de autocorrelação espacial local  $G_i^*$  no agregado 1 da hanseníase: coeficiente casos com grau 2 por 100.000 hab. (A;D de 2001 a 2003); (B;E de 2004 a 2006); (C;F de 2007 a 2009).

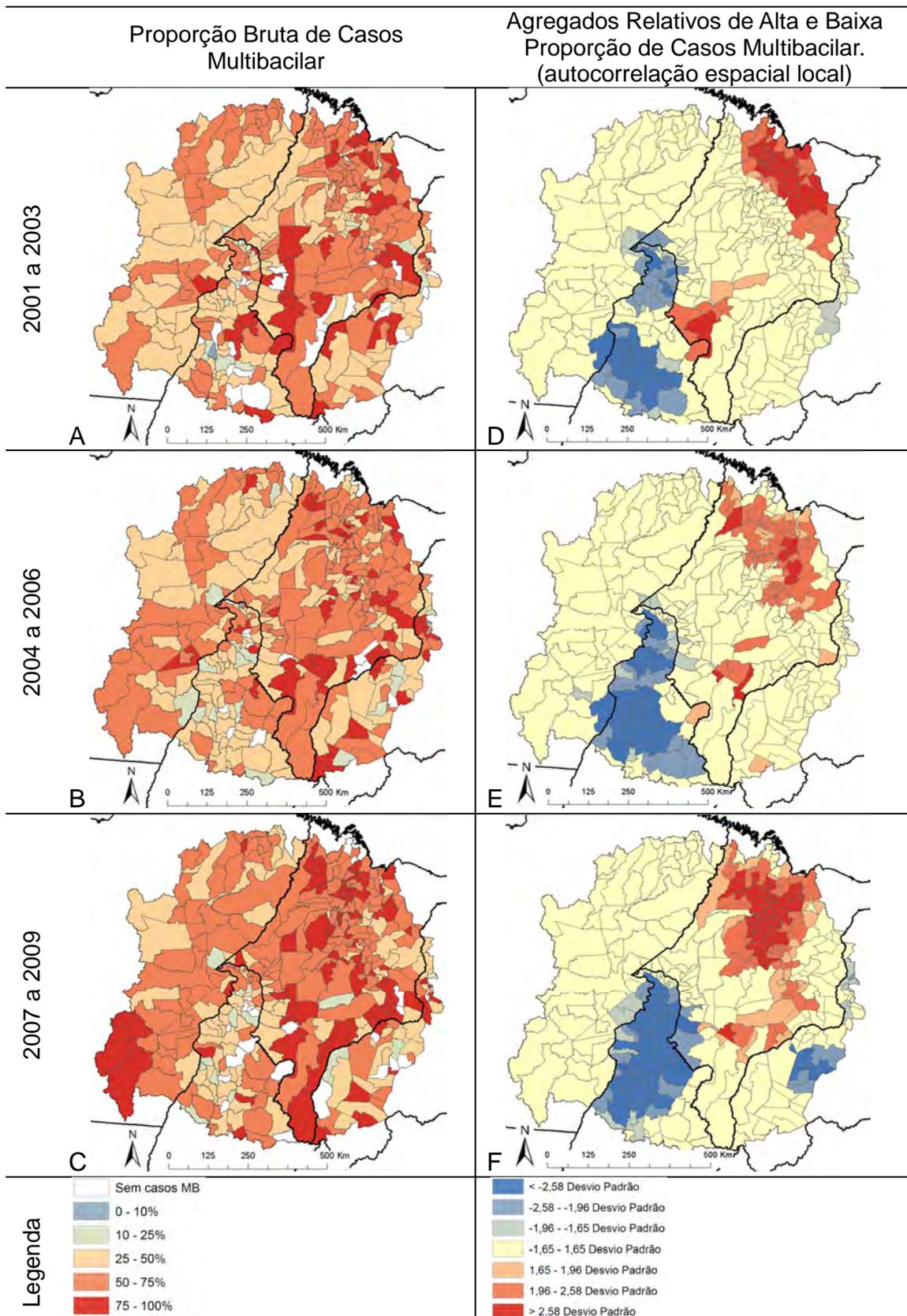
A proporção de casos de hanseníase na forma indeterminada demonstrou uma maior concentração no Estado do Tocantins durante os três períodos (Figura 27). Inicialmente apenas a região sul do Estado apresentava áreas quentes, mas esta área foi englobando novos municípios nos outros períodos e delimitando quase todo o Estado. As áreas frias foram identificadas nos municípios próximos a capital do Maranhão (São Luís) e em municípios na fronteira entre Piauí e Maranhão. No período de 2007 a 2009 foi detectada uma segunda área quente em municípios do sudeste da área de estudo (Figuras 27c e 27f). Praticamente todo o Estado do Pará não apresentou diferença estatisticamente significativa em relação a este indicador.

As Figuras da proporção de casos multibacilares indicam um padrão inverso ao encontrado nas figuras da proporção de casos na forma clínica indeterminada (Figura 27 e 28). Observa-se uma grande proporção de municípios com casos multibacilares nas proximidades de São Luís, região norte da área de estudo, e áreas frias englobando os municípios do Estado do Tocantins. Da mesma forma, no período de 2007 a 2009, municípios do sudeste da área, no estado do Piauí, apresentaram valores baixos para a proporção de casos multibacilares (Figuras 28c e 28f).

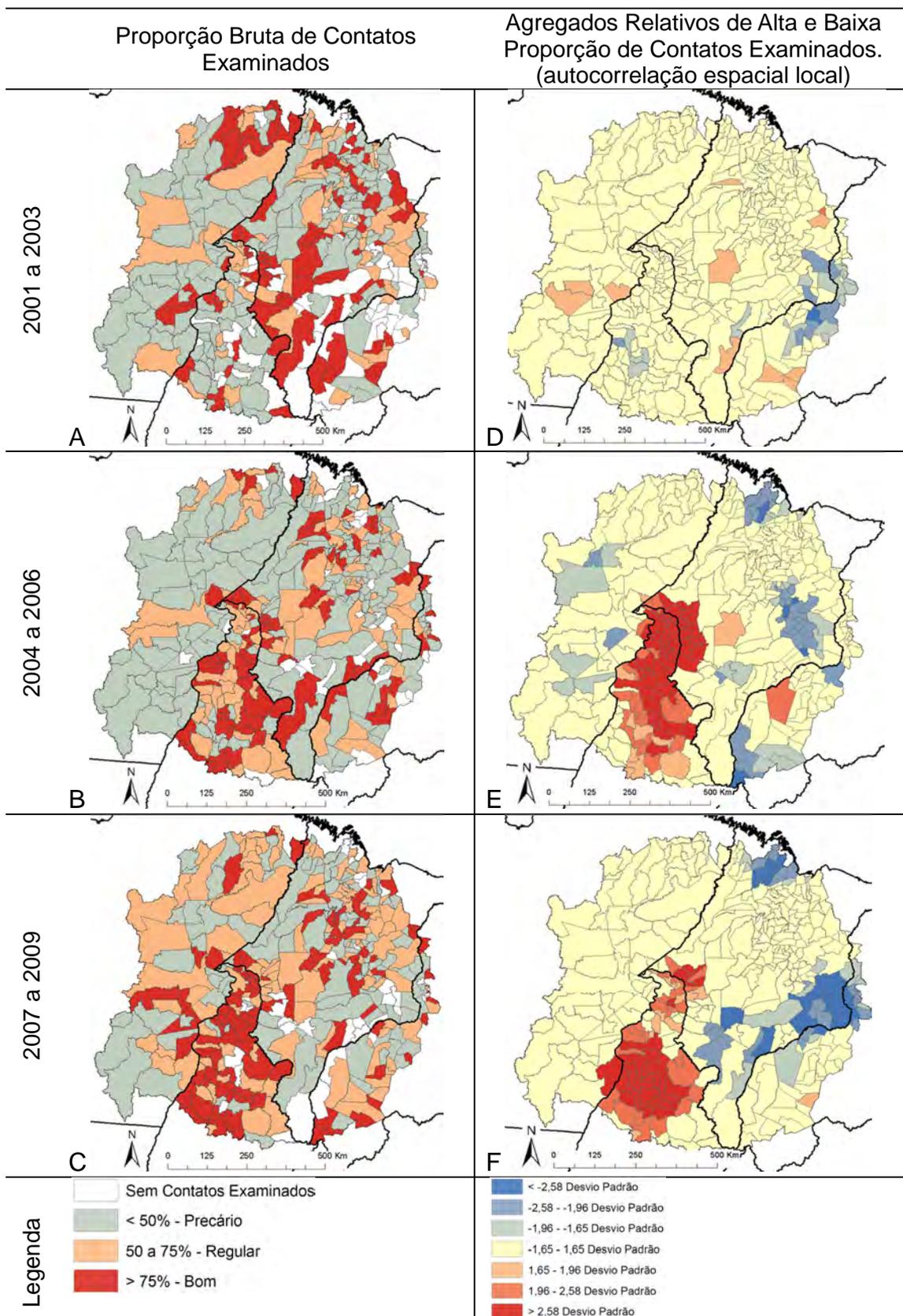
A proporção de contatos examinados não mostrou significância estatística para valores altos no período de 2001 a 2003. Apenas uma pequena área relativa de valores baixos foi encontrada nos municípios entre a fronteira dos Estados do Maranhão e Piauí (figure 29a e 29d). Nos períodos seguintes observou-se uma concentração de municípios com valores significativamente altos no Estado do Tocantins e uma concentração de valores significativamente baixos no sudeste do Maranhão envolvendo também municípios do Piauí, municípios do norte do Maranhão apresentaram a mesma característica (Figures 29c e 29f).



**Figura 28** – Mapas descritivos e de autocorrelação espacial local  $G_i^*$  no agregado 1 da hanseníase: proporção de casos na forma clínica indeterminada (A;D de 2001 a 2003); (B;E de 2004 a 2006); (C;F de 2007 a 2009).



**Figura 29** – Mapas descritivos e de autocorrelação espacial local  $G^*$  no agregado 1 da hanseníase: proporção de casos da classificação operacional multibacilar (A;D de 2001 a 2003); (B;E de 2004 a 2006); (C;F de 2007 a 2009).

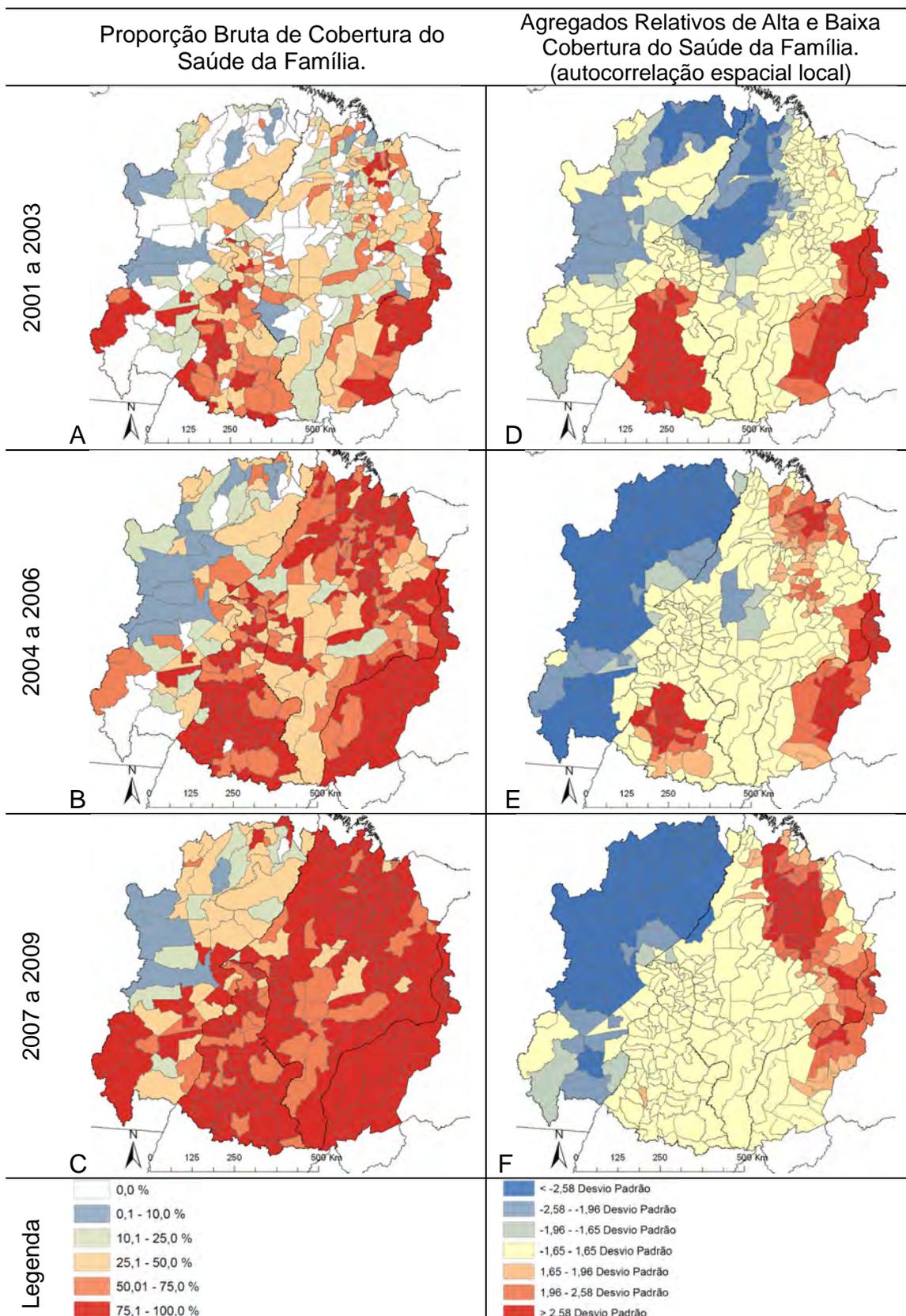


**Figura 30** – Mapas descritivos e de autocorrelação espacial local  $G_i^*$  no agregado 1 da hanseníase: proporção de contatos casos de hanseníase examinados (A;D de 2001 a 2003); (B;E de 2004 a 2006); (C;F de 2007 a 2009)

A cobertura do Saúde da Família se mostrou muito reduzida no primeiro triênio, principalmente no Estado do Pará, até mesmo com municípios sem cobertura. No Maranhão a cobertura se mostrou principalmente próximo à capital São Luís. No restante do Estado esta cobertura se mostrava muito precária. Neste período, 2001 a 2003, se destaca os Estados do Tocantins e do Piauí, com vários municípios com cobertura acima de 75% em vários municípios. A análise de autocorrelação espacial local identificou agregados de valores altos no Estado do Tocantins e no Estado do Piauí, e o leste do Maranhão e norte do Pará apresentavam valores baixos de cobertura.

Nos anos de 2004 a 2006 a cobertura do Saúde da Família melhorou considerável em vários municípios, tendo um crescimento no Estado do Maranhão e do Pará. No entanto, o Pará ainda apresentava uma cobertura precária em muitos municípios, principalmente no sul da área de estudo. A região centro sul do Maranhão ainda apresentava cobertura reduzida. A análise espacial mostra de forma mais clara esta distribuição, com um grande agregado de valores baixos englobando quase todos os municípios do Pará e outro no centro do Maranhão. Três outras áreas com valores elevados foram identificadas, no norte do Maranhão, no leste do Piauí e no centro do Tocantins.

No período seguinte pôde ser observado um crescimento significativo na cobertura em toda a área, com poucos municípios apresentando menos que 75% de cobertura. No entanto, mais uma vez o Estado do Pará se mostra com menor cobertura, ainda apresentando municípios com menos de 10% de cobertura. A análise de autocorrelação espacial mostra uma área de altos valores no Estado do Piauí próximo à Teresina e região centro norte do Maranhão. Foi observada uma redução nos valores relativos de cobertura no Estado do Tocantins, no entanto esta redução não se deu por uma redução na cobertura deste Estado, mas por um aumento nos outros municípios do agregado e uma maior homogeneidade dos valores de cobertura do Saúde da Família.



**Figura 31** – Mapas descritivos e de autocorrelação espacial local  $G^*$  no agregado 1 da hanseníase: proporção de cobertura do Saúde da Família (A;D de 2001 a 2003); (B;E de 2004 a 2006); (C;F de 2007 a 2009)

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1 Situação Epidemiológica da Hanseníase

O presente estudo mostra que no principal agregado, que engloba cerca de 5% da população do Brasil, o coeficiente de detecção global foi mais de quatro vezes maior quando comparado ao restante do país. Em menores de 15 anos de idade este indicador chega a ser até seis vezes maior. Isso mostra que a transmissão da hanseníase é ativa e continua em níveis elevados na região de estudo. Além disso, os indicadores sugerem diagnóstico tardio, em muitos casos devido à alta proporção de casos multibacilares e ao alto coeficiente de casos com grau 2. Apesar do sucesso nas ações de controle realizadas nos últimos anos, há ainda um longo caminho a percorrer para alcançar coeficientes de detecção mais baixos e dentro dos padrões esperados para o seu controle. O estudo também reforça que as medidas de controle devem ser mantidas como prioridade e ainda devem ser intensificadas nesse grupo de municípios.

A tendência ascendente dos coeficientes de detecção da hanseníase desde os anos 1980 no Brasil parece ter atingido seu pico e mostra uma estabilização e até redução (Brasil, 2008b; Penna, Oliveira *et al.*, 2009b; Penna e Penna, 2007). De forma similar, a série temporal de 2001-2009 apresentou coeficientes de detecção estáveis nos municípios de três estados deste agregado. Os coeficientes de detecção no Pará diminuíram consideravelmente, mas ainda permaneceram em níveis muito elevados. Esta queda foi acompanhada pela tendência do coeficiente de detecção em crianças menores de 15 anos. Esta tendência observada é provavelmente causada por fatores operacionais e não pelo comportamento epidemiológico da doença, como uma possível redução na prevalência oculta devido ao aumento na cobertura dos serviços de saúde (Penna, Oliveira *et al.*, 2008; Penna e Penna, 2007). O aumento nas ações de controle realizadas pelos Programas de Controle dos Estados foram estabelecidos e intensificados no

período de observação. Desta forma, pode-se esperar que nos próximos anos os coeficientes de detecção e demais indicadores para o diagnóstico tardio irão ter seus valores reduzidos consideravelmente, se a política do programa de controle corrente se mantiver de forma contínua. Por exemplo, no Pará a redução dos coeficientes de detecção foi acompanhada por um aumento da cobertura da população com o Saúde da Família, passando de 13% em 2001 para quase 40% em 2009 (Brasil, 2011a).

Por outro lado, no Piauí onde a cobertura do Saúde da Família é quase 100% há vários anos, foram observados os valores mais baixos para o coeficiente de casos novos com grau 2 incapacidade por 100.000 habitantes. Além disso, nos municípios deste Estado foi encontrada a maior proporção de novos casos diagnosticados avaliados para incapacidade física, e mais de um terço dos casos novos foram diagnosticados no início da doença, na forma clínica indeterminada. As ações descentralizadas dos cuidados primários de saúde podem ter influenciado positivamente nas medidas de controle da hanseníase (Atkinson e Haran, 2004; Lanza e Lana, 2011). Entretanto, outros indicadores como a proporção de contatos avaliados se manteve baixa, indicando que as ações da atenção primária devem ser mais direcionadas para o diagnóstico precoce de casos novos.

No ano de 2009, a OMS lançou uma nova meta global com base na frequência do grau 2 de incapacidade por 100.000 habitantes. Uma redução de pelo menos 35% até o final de 2015, em relação a 2010, foi definida como meta (WHO, 2009). A utilização deste parâmetro é uma abordagem nova, pois a comparação é feita em relação à mesma área em outro momento. Esta redução relativa poderá ser um indicador melhor, já que também tem como denominador a população da própria área. A tendência temporal deste indicador deve ser levada em consideração, já que em áreas hiperendêmicas e com demanda de casos represada terão maior dificuldade em alcançá-la.

De 1995 a 2009, o Brasil tem reduzido o coeficiente de casos com grau 2 de incapacidade em pacientes recém-diagnosticados em apenas cerca de 10% a cada cinco anos, valor longe do objetivo proposto (Alberts, Smith *et al.*, 2011; WHO, 2009). No mesmo período, a Índia e a Tailândia mostraram redução deste indicador de 54% e 36%, respectivamente, a cada cinco anos, enquanto a China reduziu esse indicador em 8%, após uma redução mais pronunciada nos anos anteriores (Alberts, Smith *et al.*, 2011). Por outro lado, essas reduções também podem ter sido causadas por diferentes abordagens operacionais, e os dados devem ser interpretados com cuidado (Richardus e Habbema, 2007).

Mesmo considerando que este novo indicador e sua meta podem refletir melhor a evolução das medidas de controle (Declercq, 2011), ele ainda é baseado em valores relativos aos países como um todo. Claramente, isto pode ser adequado para países pequenos, mas deve ser tomada cautela em relação a países com dimensões continentais como Brasil e Índia, que mostram grandes diferenças regionais nos coeficientes de detecção de hanseníase, com áreas onde a doença é praticamente inexistente, e outras regiões com transmissão em curso (Penna, Oliveira *et al.*, 2009b). Como mencionado anteriormente, o Ministério da Saúde do Brasil tem abordado este problema, orientando áreas de alto risco para a transmissão, identificadas por análise espacial (Brasil, 2008b).

Neste agregado endêmico, o coeficiente de casos novos com grau 2 por 100.000 habitantes permaneceu estável durante o período do estudo, com exceção de um pico em 2007. Neste ano houve uma mudança na codificação do grau de incapacidade na ficha de notificação/investigação e alguns municípios não usaram este novo código, como resultado, este pico não deve ser considerado com a mesma confiança que os dados dos outros anos (Oliveira, Grossi *et al.*, 2010). No mesmo período, o coeficiente de detecção geral mostrou uma redução após um aumento inicial, enquanto a proporção de casos novos com grau 2 de incapacidade mostrou uma tendência inversa.

Isso pode ser reflexo de ações de controle estabelecidas na área: ações que aumentaram a detecção de casos de hanseníase e revelaram menores proporções de casos com grau 2 de incapacidades no momento do diagnóstico, bem como uma melhora no diagnóstico precoce ao longo do tempo. Por outro lado, pode haver problemas com a qualidade da avaliação da incapacidade e, possivelmente, sobre o diagnóstico de casos com grau 2 (Oliveira, Grossi *et al.*, 2010). O coeficiente de casos novos com grau 2 de incapacidades por 100.000 habitantes parece ter sofrido menor influência de fatores operacionais – este indicador direciona sua interpretação em relação à prevenção de incapacidades e estimula a detecção precoce e provavelmente é um indicador mais robusto quando comparado ao coeficiente de detecção da doença na população (Declercq, 2011; Oliveira, Grossi *et al.*, 2010). Além disso, a proporção de casos com grau 2 em uma população atuará como um indicador da carga geral de doença no nível da população, independente dos coeficientes de detecção de casos ou prevalência (Alberts, Smith *et al.*, 2011; Declercq, 2011).

Este estudo também sugere que a presença do diagnóstico tardio da hanseníase está muito presente na área de estudo. A proporção de casos novos com grau 2 de incapacidade foi mais alta no Maranhão, indicando o diagnóstico tardio, principalmente neste Estado. Além disso, no Maranhão, a hanseníase indeterminada era menos comum, e apresentava maior frequência de casos multibacilares. O Maranhão é um dos estados mais pobres do Brasil, com IDH médio considerado baixo (0,58), e a descentralização, incluindo a cobertura populacional do Saúde da Família, ainda está muito aquém da meta. Desta forma a proporção de casos na forma multibacilar diagnosticados pode ser maior devido ao serviço de saúde ainda não ter conseguido atender toda a demanda reprimida.

Por outro lado, a proporção de pacientes do sexo feminino e os casos multibacilares entre os casos novos apresentaram níveis mais altos no restante do Brasil quando comparado aos municípios dos agregados, apesar desta diferença significativa a magnitude não se mostrou relevante, com um

risco relativo praticamente igual. Isso pode refletir o recente sucesso de estratégias de controle da hanseníase direcionado para as áreas de alta endemicidade no Brasil (Penna, Oliveira *et al.*, 2009b). No entanto, o controle da hanseníase não deve apenas se concentrar em áreas com um elevado número de casos, mas também em áreas e populações mais vulneráveis, considerando as diferenças econômicas e sociais presentes em países de renda baixa e média como o Brasil (Lindoso e Lindoso, 2009; Mencaroni, Pinto Neto *et al.*, 2004).

Semelhante a muitas outras doenças infecciosas, a hanseníase tem sido considerada uma doença relacionada com a pobreza (Feenstra, Nahar *et al.*, 2011; Kerr-Pontes, Barreto *et al.*, 2006). Em municípios brasileiros com distribuição de renda mais heterogênea, a probabilidade da hanseníase ser um problema de saúde pública é maior (Kerr-Pontes, Montenegro *et al.*, 2004). De fato, o índice de pobreza subjetiva, na área de estudo, está próximo de 90%, enquanto na Região Sul do Brasil, onde não há transmissão ativa da hanseníase (Penna, Oliveira *et al.*, 2009b), esse índice é de aproximadamente 15% (IBGE, 2003). Este indicador é derivado da opinião dos entrevistados, e calculado levando-se em consideração a própria percepção das pessoas sobre suas condições de vida. Segundo especialistas, a percepção de bem-estar de um indivíduo sofre influência de acordo com sua posição em relação aos demais indivíduos de um determinado grupo de referência. Há também evidências sobre associação da detecção da hanseníase e as condições sociais na região amazônica, que abrange alguns estados do agregado estudado (Silva, Ignotti *et al.*, 2010). Neste contexto, a continuidade das políticas sociais do governo Federal para redução da pobreza extrema certamente irão minimizar a vulnerabilidade da população a uma série de doenças, inclusive a hanseníase (Brasil, 2002b).

Uma abordagem baseada em evidências foi implementada com sucesso pelo Programa Nacional de Controle da Hanseníase, através da aplicação de Pesquisas Operacionais, em colaboração com várias partes interessadas, tais como organizações não governamentais, que ajudaram a

definir e abordar áreas para melhoria dos programas de controle em nível local e estadual (Ramos Jr, Heukelbach *et al.*, 2006). A implicação destas ações ao nível local pode levar a um conhecimento mais adequado dos problemas relacionados ao controle da hanseníase, bem como mudanças no processo de gestão com fortalecimento de vários pontos desde o acolhimento dos casos novos ao apoio após o final do tratamento. Estas mudanças podem interferir diretamente nas diversas realidades municipais e conseqüentemente nos indicadores epidemiológicos e operacionais.

## **5.2 Fluxo, Migração e Descentralização**

Os dados relacionados à notificação de casos fora do município de residência mostram um fluxo dominante de diversos municípios menores em direção a municípios considerados pólos para o atendimento da hanseníase. Pôde ser observado também um direcionamento de casos para o diagnóstico no município de Goiânia e no Distrito Federal, muito distantes dos municípios de residência. Esta situação observada foi denominada “*Ice Cream Effect*” devido à distribuição dos fluxos encontrados e o formato aproximadamente circular do agregado de municípios, apresentando um fluxo de pessoas de uma área endêmica que apresenta fluxo interno, para outra área concentrada fora do agregado.

Os mapas de fluxos permitiram identificar o volume de “tráfego” entre município de residência e de atendimento inicial, identificados pelo Sistema Nacional de Agravos de Notificação (SINAN) nos anos de 2001 a 2009, relacionado à hanseníase. A largura de cada linha é proporcional ao fluxo e o comprimento permitiu verificar a distância percorrida em linha reta pela população na busca por assistência, bem como identificar anomalias ou particularidades neste fluxo, como áreas que concentram notificação de casos novos ou áreas com vazios para o diagnóstico da hanseníase.

No Brasil, a Política Nacional de Saúde fundamenta-se na organização do Sistema Único de Saúde a partir do Saúde da Família em um

processo regionalizado e pactuado que contribui para a universalização do acesso e para a descentralização qualificada da assistência (Lanza e Lana, 2011). O processo de descentralização pode induzir fluxos diferenciados. Entretanto, para o alcance do controle da hanseníase as ações de controle devem estar integradas e principalmente direcionadas para a atenção básica, considerando-se que a organização do serviço para o diagnóstico desta doença está explicitamente delimitada na Política Nacional de Atenção Básica, bem como as atribuições dos profissionais de atenção básica/saúde da família, destacadas no Caderno de Atenção Básica Nº 21 (Brasil, 2007b).

No ano de 2007, foram pactuadas as metas do Programa Nacional de Controle da Hanseníase para o período 2008-2011, e a descentralização das ações de controle para as unidades básicas de saúde foi um dos pontos principais, tomando como referência a diferenciação entre municípios prioritários dentro dos agregados da hanseníase identificados em 2008. Definiu-se a meta para que mais de 50% das unidades de saúde da rede básica local destes municípios prioritários estejam em condições de desenvolver ações de controle da hanseníase até 2011 (Brasil, 2008b; 2011b). no entanto ainda podem ser encontrados diversos municípios com valores de cobertura inferiores ao preconizado.

O acesso a serviços de saúde da atenção básica deve ser visto como ponto fundamental nesta análise de fluxo para o primeiro atendimento. Em diversos municípios da área de estudo, a cobertura do Saúde da Família teve crescimento contínuo, tendo destaque os municípios do estado do Tocantins. Os estados do Pará e Maranhão tiveram um aumento substancial na proporção de cobertura do Saúde da Família, no entanto, ainda há vários municípios no oeste do Maranhão e todo o leste do Pará com cobertura abaixo de 50% no último período do estudo (2007 a 2009). A baixa cobertura nesses municípios pode estar influenciando na necessidade de pessoas com hanseníase se deslocar a outros municípios próximos para a realização do diagnóstico.

Isto pôde ser observado em relação aos municípios de Marabá e Parauapebas no sudeste do Pará, que atuam como pólos recebedores de casos para notificação de outros municípios vizinhos, ou em Araguaína em Tocantins, e Floriano no Piauí. Em Floriano houve um fluxo muito intenso do município Barão de Grajaú no Maranhão. A capital do Maranhão, São Luís, em Belém (PA) e em Teresina (PI) o fluxo é proveniente de diversos municípios algumas vezes localizados em outro Estado.

Há uma influência de vários aspectos de organização social do espaço que historicamente atuam no fluxo de pessoas para o diagnóstico em outras cidades, que influenciam aspectos operacionais entre municípios de diferentes Estados. A proximidade e uma melhor qualidade nos serviços de saúde pode ser exemplificada na relação entre Timon (MA) e Teresina (PI), estes municípios compõem uma Região Integrada de Desenvolvimento que constitui um espaço urbano e integrado mas, na classificação da condição social, Teresina encontra-se em situação média com IDH de 0,76 e Timon, em situação ruim, com IDH de 0,65 (IBGE, 2003; IPEA, 2011; Ribeiro, 2009). Este fato pode levar a uma migração por atendimento em saúde da população em direção à Teresina. A opção pela busca do serviço de diagnóstico em outra cidade pode traduzir uma melhor qualidade no serviço de saúde no município de notificação ou algumas vezes a ausência deste serviço no município de residência, outro ponto que pode influenciar no diagnóstico em outra cidade são os sinais e sintomas da hanseníase que possibilitam a presença de estigma em relação aos indivíduos portadores da hanseníase, além de diminuição na participação social, ampliação da vulnerabilidade social, limitações para atividades físicas e problemas psicológicos (Alencar, Barbosa *et al.*, 2008; Aquino, Caldas *et al.*, 2003). Entretanto, nossos dados relacionados à migração após o diagnóstico mostram que o estigma causado pela hanseníase quase não apresenta importância para mudança de residência na população de estudo em Tocantins.

A hanseníase é uma doença de notificação compulsória em todo o território nacional e de investigação obrigatória. Todos os casos

diagnosticados devem ser notificados, utilizando-se a ficha padrão de notificação/investigação (Brasil, 2010c). O diagnóstico, independentemente do local realizado é uma prerrogativa constitucional, sendo um dos princípios do Sistema Único de Saúde – SUS. No entanto, considerando-se hanseníase como condição crônica, onde o tratamento e acompanhamento do paciente podem levar mais de 12 meses (Brasil, 2010c; Rodrigues e Lockwood, 2011; WHO, 2009), poderá haver dificuldades para o seguimento dos casos, principalmente se o diagnóstico tiver sido realizado longe de sua residência.

A integração dos programas de controle da hanseníase na atenção básica de saúde foi considerada a melhor estratégia para o controle da doença, com diagnóstico precoce e melhoria na qualidade do atendimento à pessoa com hanseníase, facilitando o acesso ao tratamento, à prevenção de incapacidades e a diminuição do estigma e da exclusão social (Dias e Pedrazzani, 2008; Feenstra e Visschedijk, 2002). O acompanhamento dos casos de hanseníase é fundamental para a prevenção de incapacidades físicas e cura.

Desta forma o atendimento inicial de casos realizado em outro município pode influenciar diretamente em indicadores operacionais como a proporção de contatos examinados. Pode causar também um prejuízo relacionado para a identificação ou prevenção de casos novos via exame de contatos, mesmo após a transferência dos casos para o município de residência. A abordagem dos contatos deve ser oferecida desde o momento do diagnóstico, bem como no decorrer do tratamento da doença e se necessário após a alta por cura (Brasil, 2010c).

Estudos realizados nos Estados de São Paulo e do Rio de Janeiro mostraram que os serviços de saúde de menor complexidade, como a atenção básica, ainda não estavam organizados para realizar ações de controle de hanseníase de forma completa e têm encaminhado os casos suspeitos para as unidades de referência (Moreira, 2002; Pinto Neto e Villa, 1999). Em Fortaleza/CE pode ser observado que aproximadamente 70% dos casos em menores de 15 anos eram diagnosticados apenas no centro de

referência, indicando falhas importantes na descentralização dos serviços de saúde (Alencar, Barbosa *et al.*, 2008). Na área de estudo houve um crescimento do modo de detecção por encaminhamento com mais de 30% nos anos de 2007 e 2008 e próximo a 40% em 2009 (Figura 37; Apêndice 12). Esta característica é encontrada em diversos municípios da área de estudo, alguns deles chegando a ter todos os seus casos detectados através de encaminhamento.

A descentralização das ações de controle da hanseníase é essencial para melhorar o acesso da população ao serviço e permitiu que as unidades básicas de saúde se tornassem o ponto de contato do paciente tanto para o diagnóstico como para o tratamento. A atenção básica deve incorporar em seu elenco de atividades a disponibilização de recursos e a divulgação de informações relacionadas aos sinais e sintomas, ao diagnóstico, à poliquimioterapia, à avaliação e seguimento com prevenção de incapacidades, à busca ativa e ao controle de comunicantes. Os centros de referência, como as policlínicas, devem ser reorganizados para prestarem assistência às complicações que foram referenciados pela atenção básica e promoverem a educação continuada das equipes de saúde (Lanza e Lana, 2011; Moreira, 2002). Vários estudos relacionam o crescimento na detecção de casos de hanseníase com a melhora na descentralização do programa de controle da hanseníase, com profissionais treinados e aumento da cobertura geográfica do saúde da família (Andrade, 2006; Andrade, Moreira *et al.*, 2006; Cunha, Cavaliere *et al.*, 2007).

A proximidade do atendimento reduziu bastante o fluxo do primeiro diagnóstico para as capitais/municípios pólo nos quatro estados ao longo do tempo. Esta redução pode ser explicada pela melhor aderência do paciente ao tratamento na unidade de saúde mais próxima a sua residência (Cunha, Cavaliere *et al.*, 2007). Por outro lado, pôde ser observado um fluxo durante todo o período de casos para diagnóstico em Goiânia e Brasília, e, esses casos são provenientes de vários municípios diferentes de todo o agregado

mas em número pequeno e direcionados a unidades de saúde de referência para o diagnóstico da hanseníase.

Em relação à migração após o diagnóstico, este estudo mostra que pacientes recentemente diagnosticados com hanseníase mudaram de residência, principalmente como resultado de mudanças de estilo de vida e, saindo de uma posição muito menor para um melhor acesso ao tratamento. Na verdade, o Ministério da Saúde do Brasil através do Programa Nacional de Controle da Hanseníase colocou uma forte ênfase na redução da detecção, integrando serviços de controle da hanseníase no sistema municipal de saúde (descentralização) minimizando o estigma através de campanhas de saúde pública.

Alguns aspectos relativos ao sigilo e confidencialidade devem ser considerados, dado que a hanseníase muitas vezes é uma doença estigmatizante (Romero-Salazar, Parra *et al.*, 1995). De acordo com o Ministério da Saúde, o diagnóstico de hanseníase deve ser informado ao paciente sem causar impacto psicológico, tanto a quem adoeceu quanto aos familiares, desta forma, a equipe de saúde deve buscar uma abordagem que favoreça a aceitação do problema, a superação das dificuldades e maior adesão aos tratamentos (Brasil, 2010c).

Trata-se de uma questão importante para a atenção básica, o sigilo e confidencialidade diante de doenças com temáticas “sensíveis” como hanseníase, tuberculose, aids, dentre outras (Stevelink, Van Brakel *et al.*, 2011). Isto traz a necessidade de reflexão sobre o modo de atuar da atenção básica e a importância de se trabalhar estas questões com toda a equipe, inserindo habilidades comunicativas aos agentes comunitários.

A hanseníase está diretamente relacionada com estigma e preconceito (Weiss, Ramakrishna *et al.*, 2006). Os efeitos socioeconômicos da hanseníase são muitos e variados. Na Índia, altos níveis de estigma foram relatados por pessoas vivendo com hanseníase. O estigma estava diretamente relacionado com alta restrição à participação social, como

dificuldades ou oportunidades de encontrar trabalho e aqueles que tinham um serviço diziam não ter capacidade de trabalhar tanto quanto os outros (Stevelink, Van Brakel *et al.*, 2011). Na Índia, pessoas afetadas pela hanseníase tem dificuldade até mesmo para receber tratamento para outras doenças não relacionadas à hanseníase em hospitais privados, simplesmente pelo fato de apresentarem sinais visíveis desta doença (Bonney, 2011).

No Brasil, ainda há muito estigma e preconceito relacionado à hanseníase. Entretanto, com a mudança oficial do nome da doença para “Hanseníase”, além de campanhas de educação em saúde promovidas pelo Ministério da Saúde e governos estaduais com o propósito de ampliar e fortalecer parcerias com a sociedade, (Brasil, 2008b), conseguiu-se que o estigma e preconceito fossem reduzidos, como mostram os dados na população do Tocantins.

Estes resultados sugerem que essas políticas resultaram em uma diminuição do deslocamento para o tratamento. As oferta do controle da hanseníase e tratamento descentralizado bem como campanhas destinadas a reduzir o estigma, parecem ter reduzido a motivação de mudar de residência entre aqueles recém-diagnosticados com hanseníase em Tocantins. De forma geral, houve uma melhoria das condições socioeconômicas no país, promovendo o emprego e oportunidades para melhorar a qualidade de vida.

### **5.3 Distribuição Espaço-Temporal da Hanseníase**

Até agora não há nenhum estudo disponível do Brasil ou outros países endêmicos integrando os quatro métodos de estatística espacial para o controle da hanseníase. Nesta pesquisa está apresentada, além da análise descritiva espacial de indicadores brutos, uma Abordagem Bayesiana Espacial, estatísticas de varredura espacial e análises de autocorrelação local para descrever com mais detalhes a dinâmica da hanseníase em uma área prioritária altamente extensa no Brasil. Estes dados, de base populacional, mostram um padrão geográfico heterogêneo dos indicadores, mas que não

estão distribuídos de forma aleatória no espaço. Foram identificados agregados espaciais de alto risco para transmissão e diagnóstico tardio claramente delimitados, mesmo dentro de uma área de risco para hanseníase bem definida.

Foi utilizada a inferência Bayesiana que calcula valores incertos, os quais não são visíveis de forma determinística. O estimador bayesiano empírico local incluiu os efeitos espaciais utilizando apenas os vizinhos mais próximos da área, convergindo para uma média local (Assunção, Schmertmann *et al.*, 2005; Gatrell e Bailey, 1996).

Os indicadores suavizados resultantes da análise reduzem os problemas de variação entre os municípios devido a fatores operacionais (Gatrell e Bailey, 1996), e áreas de alto risco foram identificadas mais facilmente. Na verdade, a distribuição espacial dos coeficientes de detecção brutos de casos novos indica que provavelmente há influência de fatores operacionais dos programas de controle da hanseníase nos quatro estados envolvidos: vários municípios com altos coeficientes de detecção fazem fronteira com outros de baixa detecção. Método Bayesiano local apontou cinco áreas com altos valores de detecção, três no Pará, uma no centro do Maranhão e outra abrangendo municípios do Pará, Maranhão e Tocantins. Historicamente, essas áreas apresentam valores elevados para esse indicador, especificamente a maior detecção de casos no sudeste do Pará coincide com a colonização desta área na década de 1970, associada à construção de uma estrada da Amazônia federal, a BR-153 (Magalhães e Rojas, 2007).

O mapeamento pelo método Bayesiano fornece um benefício para as ferramentas analíticas no monitoramento e vigilância da distribuição geográfica da hanseníase. Este método oferece uma abordagem prática para a estimativa de sub registros suspeitos em uma área geográfica (Bailey, Carvalho *et al.*, 2005). A oferta e a qualidade dos serviços de saúde para o controle da hanseníase são fundamentais para o diagnóstico e tratamento dos casos, portanto, um serviço de saúde mal estruturado terá menos casos, não

devido a uma baixa endemicidade, mas pela ausência de busca ativa e consequente diagnóstico de casos novos (Lapa, Ximenes *et al.*, 2001).

Outra forma aplicada para identificar áreas vulneráveis é a Estatística Scan Espacial que identifica os agregados mais prováveis de um evento possível em uma população com densidade espacial não homogênea e simultaneamente, utiliza métodos de inferência estatística para testar a significância destes aglomerados (Kulldorff e Nagarwalla, 1995). Assim foram identificados 23 aglomerados prováveis. Os cinco grupos mais importantes estão localizados em áreas semelhantes aos identificados pelo coeficiente suavizado, o que reforça evidência fornecida.

Foram feitas observações semelhantes sobre os coeficientes de detecção em menores de 15 anos de idade. Este coeficiente é utilizado como um dos principais indicadores epidemiológicos do controle da hanseníase, pois expressa a força de transmissão recente e tendências (Brasil, 2008b). Ele reflete a gravidade do nível endêmico da hanseníase e a exposição precoce ao *M. leprae* (Alencar, Barbosa *et al.*, 2008; Imbiriba, Silva Neto *et al.*, 2009). A Estatística Scan Espacial identificou 16 agregados de transmissão ativa, ou seja, relacionados aos coeficientes de detecção em menores de 15 anos. Os sete grupos mais importantes incluem 53 municípios. Há grupos que cobrem mais de 10 municípios, tais como o agregado 3, com um coeficiente de detecção em crianças menores de 15 anos de 55,0 casos por 100.000 habitantes, cobrindo áreas do Maranhão, Pará e Tocantins.

O Programa Nacional de Controle da Hanseníase tem como um dos seus objetivos identificar áreas de alta transmissão, onde as populações estão mais expostas a fontes concentradas de infecção, com o intuito de reduzir a prevalência oculta bem como interromper a cadeia de transmissão da doença (Brasil, 2008b; Heukelbach, Chichava *et al.*, 2011). Quase todos os municípios do Pará neste agregado apresentaram valores acima de 10 casos por 100.000 habitantes em menores de 15 anos de idade. A identificação destas áreas com maior risco de transmissão da doença irá fornecer mais evidências para o Programa de Controle e, conseqüentemente, para o

controle direto da hanseníase (Brasil, 2008b; Penna, Oliveira *et al.*, 2009a; Penna, Oliveira *et al.*, 2009b).

O coeficiente de grau 2 de incapacidade em casos novos por 100.000 habitantes, quando interpretado em conjunto com outros indicadores pode ser usado para estimar sub detecção, para medir a necessidade de reabilitação física, social e diagnóstico tardio, bem como para direcionar as atividades de prevenção de incapacidades. Assim, este indicador deve ser priorizado pelas ações de controle (Alberts, Smith *et al.*, 2011; Declercq, 2011; Oliveira, Grossi *et al.*, 2010; WHO, 2009). No agregado, havia 3.811 casos diagnosticados com grau 2 de incapacidade, um coeficiente de 4,43 casos por 100.000 habitantes em 2009. A tendência deste indicador se mostrou estável ao longo do período do estudo e dificilmente a meta de 35% de queda, em relação a 2010, para o ano de 2015 será alcançada, já que esta área tem uma elevada prevalência oculta estimada, com alta detecção de casos em menores de 15 anos de idade e elevada proporção de casos multibacilares, indicando transmissão ativa.

Os coeficientes suavizados mostram claramente as áreas de maior risco: Pará e centro do Maranhão apresentam vários municípios com detecção tardia de hanseníase, com valores até 9 vezes maiores quando comparados com o restante do Brasil. A identificação de agregados espaciais de casos com grau 2 de incapacidade por 100.000 habitantes mostra novamente a semelhança com as três áreas identificadas nas figuras 23a, 23b e 23c.

Como observado nos coeficientes detecção geral e em crianças menores de 15 anos de idade, os mesmos municípios que pertencem aos estados do Pará, Maranhão e Tocantins, além de intensa transmissão da hanseníase, também mostraram diagnóstico tardio. Há ainda outra área mais ao sul, localizada totalmente no estado do Pará com características semelhantes.

Outro indicador para diagnóstico tardio é a proporção de casos novos com grau 2 de incapacidade. No entanto, este indicador é fortemente influenciado por fatores operacionais (Bakker, Scheelbeek *et al.*, 2009). Este indicador apresentou comportamento inverso ao coeficiente de detecção geral, quando aumenta a detecção, a proporção de casos com grau 2 de incapacidade reduz. Não foram identificados aglomerados significativos com a Estatística Scan Espacial, indicando que este indicador operacional não mostra concentração geográfica considerável na área de estudo.

Anteriormente, vários autores realizaram diferentes abordagens para analisar os padrões espaciais de hanseníase. Em um estudo ecológico em Goiânia, região central do Brasil, foi mostrada que a distribuição geográfica da hanseníase não é uniforme e foram descritas áreas definidas e de alto risco (Martelli, Moraes Neto *et al.*, 1995). Outro estudo realizado na região amazônica do Brasil identificou relações entre as zonas de desmatamento intenso e altos coeficientes de detecção da hanseníase, tendo se destacado não apenas fatores ambientais, mas também a possível importância da migração para a dinâmica de transmissão da hanseníase (Silva, Ignotti *et al.*, 2010). Neste estudo, identificaram-se aglomerados onde os municípios centrais estão localizados dentro dessas mesmas áreas de desmatamento. Em um estudo da distribuição espacial da hanseníase no município de Mossoró, no Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil, o uso do SIG permitiu a identificação de áreas de alto risco e aglomerados significativos da hanseníase dentro de um único município, mostrando uma visão descritiva da distribuição espacial de indicadores populacionais da hanseníase (De Souza Dias, Dias *et al.*, 2007).

Outros estudos incluíram estas mesmas abordagens em outros países. Na Indonésia, foram identificados agrupamentos significativos de pacientes com hanseníase variando de uma a cinco casas. Estes agregados incluíram 20 pacientes, dos quais 13 foram pacientes multibacilares, indicando a presença de transmissão ativa nestas áreas. Uma aglomeração espacial de casos de hanseníase também foi descrita em uma ilha na

Indonésia, com uma correlação particularmente significativa na população menor de 21 anos e em maiores de 39 anos de idade, e nesse estudo, o modelo espacial pôde explicar melhor a distribuição dos indivíduos soropositivos (Bakker, Hatta *et al.*, 2004; Bakker, May *et al.*, 2005). Em Bangladesh, uma análise espaço-temporal de 1989-2003 identificou agregados e sua dinâmica ao longo do tempo, mas foi incapaz de explicar a alta detecção de hanseníase nesses agregados (Fischer, Pahan *et al.*, 2008).

Os dados do período completo do estudo (2001 a 2009) mostram que há a presença de agregados espaciais relacionados à transmissão ativa bem como diagnóstico tardio da hanseníase. No entanto, foi necessária uma análise mais detalhada dos indicadores epidemiológicos e operacionais, identificando seus padrões espaciais em três cortes temporais dentro desta área de alta endemicidade. A análise dos dados em triênios, além da justificativa de homogeneizar os dados, atuaram também como divisores temporais, relacionados à gestão do programa de controle da hanseníase nos Estados da área de estudo. As mudanças na gestão podem influenciar diretamente nas ações de controle e conseqüentemente nos indicadores epidemiológicos e operacionais. Desta forma, foi realizada a identificação de áreas de maior risco para a transmissão da hanseníase, quantificando a dependência espacial global e local destes indicadores bem como suas inter-relações.

Os dados mostram claramente a presença de três áreas com altos valores de detecção geral, uma envolvendo diversos municípios do sudeste do Pará, outra na região central do Estado do Tocantins, e a terceira no centro do Maranhão. Estas áreas se destacam das demais como de altíssimo risco de detecção de casos de hanseníase. Estas áreas de risco não poderiam ser identificadas apenas com os mapas descritivos do indicador bruto, devido ao fato da hiperendemicidade da hanseníase em toda a área do estudo. A elevada detecção de casos novos de hanseníase nesta área está diretamente relacionada a outros indicadores epidemiológicos e operacionais (Brasil, 2008b; WHO, 2009).

Duas outras áreas se comportaram de forma diferenciada, apresentando valores baixos para detecção de casos novos durante os três períodos, uma localizada próximo à capital do Maranhão e outra no sudeste do Maranhão e oeste do Piauí. Estas áreas se tornaram mais significativas e maiores com o passar do tempo, agregando outros municípios vizinhos.

No Estado do Tocantins há um destaque para agregados de altos valores da proporção de casos com forma clínica indeterminada, por outro lado, a proporção de casos multibacilares e o coeficiente de casos com grau 2 são baixos, indicando a presença de diagnóstico precoce, apesar de haver um alto coeficiente de detecção neste Estado (88,4 casos por 100.000 habitantes no ano de 2009). Observou-se uma maior homogeneidade destes indicadores ao longo tempo, albergando mais municípios ao passo que as ações de controle foram se consolidando, Tocantins apresentou uma ação de controle da hanseníase bem ativa, com o treinamento contínuo dos profissionais de saúde da atenção básica para o diagnóstico e tratamento correto de casos novos (Ferreira, Suleiman *et al.*, 2009). No ano de 2005 foram intensificadas as ações de controle da hanseníase no Estado com a implantação de uma Assessoria Técnica Regionalizada, com apoio do Ministério da Saúde, de uma organização não governamental da Holanda (NRL do Brasil) e das prefeituras municipais.

Houve uma divisão do Estado em grupos de municípios que ficaram sob a responsabilidade de uma equipe composta por médico, enfermeiro e um técnico da coordenação. Estas equipes executam supervisão nos municípios realizando atendimento à população e capacitação para profissionais de saúde e com isso facilitar o reconhecimento de casos novos bem como reavaliar casos antigos (Brasil, 2007a). Este modelo de gestão regionalizada se mantém, mesmo com a troca dos gestores estaduais, e as atividades de controle continuam de forma ativa, o que leva a uma detecção de casos novos sempre presente e com coeficientes elevados.

Tocantins apresentou coeficiente de detecção em menores de 15 anos de 25,6 casos por 100.000 habitantes em 2009, caracterizado como

hiperendêmico, entretanto os mapas da distribuição espacial mostram que há flutuações e vários municípios, que não apresentaram casos em um período se mostrava altamente endêmicos em outro, provavelmente devido à pequena população destes municípios. A proporção de casos paucibacilares também foi alta, 54,5% e bem homogênea, sendo definida pelas fronteiras do Estado. Uma elevada detecção em menores de 15 anos e a presença de muitos casos na classificação operacional paucibacilar indica transmissão ativa da hanseníase (Brasil, 2008b; Imbiriba, Silva Neto *et al.*, 2009). Desde o ano 2001, o Saúde da Família já estava presente em vários municípios deste estado, mesmo em cobertura reduzida (Brasil, 2011a). Isto pode ter influenciado nas ações de controle da hanseníase, com uma detecção precoce de casos novos, como mostram os baixos valores do coeficiente de casos com grau 2 de incapacidade no momento do diagnóstico, bem como da proporção de contatos examinados, que se mostrou crescente durante os três períodos avaliados.

De acordo com dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), o perfil socioeconômico dos municípios pertencentes ao agregado no Tocantins é melhor em relação aos outros municípios do agregado. O Índice de Desenvolvimento Humano médio (IDH) é de 0,64, com os componentes de renda e educação significativamente maiores que os outros municípios, mas ainda considerados valores baixos, de acordo com os parâmetros internacionais. No entanto, a desigualdade social medida pelo índice L de Theil, tem valor de 0,56, semelhante ao encontrado nos demais municípios do agregado, que foi de 0,55 (IPEA, 2011). A proporção de domicílios com densidade maior que duas pessoas por cômodo foi de 26,4%, bem maior que o encontrado no restante do agregado que foi de 18% (IPEA, 2011). Isto pode influenciar na transmissão ativa da doença, dado que o contato íntimo de casos facilita a transmissão do *M. leprae* (Araújo, 2003; Heukelbach, Chichava *et al.*, 2011; Rodrigues e Lockwood, 2011).

No Estado do Pará apenas sete municípios não tiveram classificação como hiperendêmicos no período de 2007 a 2009. No entanto,

foram classificados como de nível de detecção alto ou muito alto. A análise espacial identificou uma grande região no centro leste do Estado com intensa transmissão de hanseníase, a detecção em menores de 15 anos de idade se sobrepõe à área de detecção geral, sendo mais restrita em relação ao número de municípios. De forma mais específica, foi identificado um agregado de casos graves, com elevado coeficiente de grau 2 pela população, englobando como municípios principais Canaã dos Carajás com 11,4 - 2001 a 2003; 4,96 - 2004 a 2006 e 2,55 casos/100.000 hab. entre 2007 a 2009, e Curionópolis com 13,0; 4,5 e 12,8 casos/100.000 hab. nos três períodos, respectivamente. Estes municípios se mantiveram significantes nos três períodos avaliados e, mesmo tendo uma população reduzida (45.667 habitantes), estão próximos a outros municípios maiores como Parauapebas (152.779 habitantes), Marabá (203.048 habitantes) e Eldorado dos Carajás (29.250 habitantes), todos classificados como hiperendêmicos para detecção geral e em menores de 15 anos, sabe-se que há um fluxo casos, para o primeiro diagnóstico, dos municípios da região direcionados a Marabá e Parauapebas. Em outro estudo realizado avaliando todo o Estado do Pará foi observado que a distribuição da hanseníase não se mostra de forma homogênea, apresentando uma densidade mais elevada nos municípios do sul e sudeste do Estado (Palácios, Dias *et al.*, 2010).

Ainda no Pará, a proporção de casos na forma clínica indeterminada ou classificados como multibacilares não foi significativa para a identificação de agregados. Apenas no período de 2001 a 2003 houve a identificação de um agregado de valores altos da forma indeterminada, próximo à região do “Bico do Papagaio”, na fronteira com Tocantins, com redução em seus valores relativos ao longo do tempo, este agregado se tornou não significativo nos outros períodos. Entretanto, a proporção dos valores brutos de casos multibacilares se mostrou crescente ao longo do tempo, indicando a presença casos mais graves e transmissão ativa. A maioria dos municípios tinha entre 25 e 50% de casos multibacilar entre 2001 e 2003 e entre 50 e 75% no último período analisado. Este fato pode indicar

uma demanda reprimida anteriormente, devido à ausência de cobertura do Saúde da Família.

Supõe-se que os casos mais graves da doença já estavam presentes na área, mas de forma oculta, já que não eram detectados pelo serviço de saúde de forma precoce. Isso é indicado pela pequena proporção de casos na forma indeterminada. No Estado do Pará, entre os anos de 2001 e 2006, houve um grande investimento na capacitação das ações de controle da hanseníase e das equipes de saúde de atenção primária (Palácios, Dias *et al.*, 2010) o que resultou em uma crescente cobertura do Saúde da Família, conforme dados do Departamento de Atenção Básica – DAB (Brasil, 2011a). Outro estudo também relaciona o crescimento da cobertura da atenção básica com o crescimento dos indicadores de detecção (Lapa, Albuquerque *et al.*, 2006).

A detecção de muitos casos na classificação multibacilar concomitante a um elevado coeficiente de casos com grau 2 de incapacidade, além de uma baixa proporção de casos na forma clínica indeterminada, mostra que o modo de detecção de casos novos é pouco eficaz, sendo diagnosticados apenas os casos mais graves que chegam ao serviço de saúde por demanda espontânea e, muitas vezes, apresentando incapacidades físicas instaladas. Esta situação epidemiológica sugere a presença de prevalência oculta, além de um diagnóstico tardio dos casos (Lana, Amaral *et al.*, 2004).

A relação entre incapacidades físicas e o atraso no diagnóstico é clara, mas esta relação deve ser observada sobre o contexto da área de estudo, devendo ser verificado também a caracterização da população de estudo, qualidade do programa de controle, bem como atitudes sociais e culturais e crenças. Ainda, um diagnóstico precoce geralmente leva a uma menor proporção de casos com incapacidade física (Van Veen, Meima *et al.*, 2006).

Apesar de não apresentarem bons indicadores para o controle da hanseníase os municípios do estado do Pará têm os melhores indicadores socioeconômicos em relação aos demais municípios do agregado. O IDH médio é significativamente maior, tendo a renda e a longevidade como componentes de destaque. O componente educação também tem média superior, entretanto não significativa. Deve ser destacado que mesmo apresentando indicadores de IDH superiores aos outros municípios, seus valores ainda são considerados baixos (0,66 em média). Estes municípios ainda apresentam alto índice de desigualdade social, com diferença significativa em relação aos outros municípios do agregado. Outro ponto de destaque é a proporção de domicílios com densidade maior que duas pessoas por cômodo, que é de 34,4%. Esta situação socioeconômica com baixa qualidade de vida, desigualdade social elevada, aliada a uma alta densidade populacional dentro dos cômodos dos imóveis, implica em uma maior facilidade para a transmissão da hanseníase. Em estudo realizado na Indonésia foi observado que morar na vizinhança de dois outros casos soropositivos pode aumentar o risco de uma pessoa também se apresentar soropositiva para o *M. leprae* (Bakker, Hatta *et al.*, 2004).

Todo este cenário ainda sofre influência da descontinuidade das ações de controle realizadas pelo Estado do Pará, com mudanças constantes na coordenação estadual do programa de controle. Por outro lado, o apoio da ONG (AIFO - *Associazione Italiana Amici di Raoul Follereau* – Organização para a Cooperação Sanitária Internacional”) neste Estado tem sido de fundamental importância para o avanço no controle da hanseníase, com o objetivo do controle em especial nos municípios prioritários do Estado e nas ações de capacitação profissional. As capacitações dos profissionais para o controle da hanseníase de forma sistemática vêm mostrando maior eficácia na detecção de casos da doença e fortalecimento da atenção básica.

Apesar disso, o Estado do Pará ainda apresenta a menor cobertura do Saúde da Família quando comparado aos outros estados do agregado 1, com muitos municípios apresentando menos de 50% de cobertura. A

cobertura precária da atenção básica pode estar influenciando também na pequena proporção de contatos examinados, pois apenas nove municípios avaliaram mais de 75% dos contatos registrados, fato relacionado diretamente ao diagnóstico tardio de casos, com a melhora desta atividade, num futuro próximo haverá um crescimento na detecção, mas que será revertido em alguns anos, já que os casos seriam diagnosticados precocemente e a cadeia de transmissão da doença tenderia ao controle.

O Maranhão é o Estado que apresenta maior disparidade no coeficiente de detecção de casos novos entre seus municípios. Há uma área próxima à divisa entre Pará e Tocantins (“Bico do Papagaio”) com classificação hiperendêmica e outra área na região central do Estado. Duas outras áreas apresentaram coeficientes de detecção com valores médios ou altos, estas áreas foram identificadas como agrupamentos de baixa transmissão relativa, ou seja, baixos valores relativos do coeficiente de detecção geral. Estas duas situações se repetem com a detecção em menores de 15 anos, mas com aglomerados significativos mais específicos. A primeira área classificada como significativa para detecção geral, localizada no oeste do Estado, tem características semelhantes às encontradas no Estado do Pará caracterizando transmissão ativa e diagnóstico tardio.

A segunda área, no centro do Maranhão, com valores altos de detecção apresenta como diferencial a pequena proporção relativa de casos indeterminados e elevada proporção relativa de casos multibacilares, ambas crescentes ao longo dos três períodos do estudo e identificadas como aglomerados significativos. O coeficiente de casos com grau 2 também foi significativo para valores altos, estes dados indicam a presença de diagnóstico tardio e prevalência oculta.

A proporção de contatos examinados não mostrou valores que pudessem ser classificados como um agregado significativo na área central do Maranhão, provavelmente devido à fatores operacionais como baixa cobertura do Saúde da Família, dificuldades na garantia da acessibilidade do

usuário ao serviço ou mesmo situações relacionadas ao estigma e preconceito relacionados à hanseníase. Municípios com classificação boa para avaliação de contatos, maior que 75%, estão circundados por vários outros com classificação regular ou precária, ou seja, menos que 50% dos contatos de casos novos identificados foram avaliados. Desta forma, a identificação de casos novos deve ser pouco eficaz, sendo diagnosticados com maior frequência apenas os casos mais graves.

O primeiro agregado de municípios de valores relativos baixos para exame de contatos, no norte do Maranhão, também apresentava baixos coeficientes em menores de 15 anos nos dois primeiros períodos do estudo, identificado como um agregado significativo, mas que ao longo do tempo se tornou não significativo indicando uma provável mudança no perfil de transmissão ativa da hanseníase nesta área. O mesmo pôde ser visto com relação aos casos com grau 2 de incapacidade, sugerindo uma piora no diagnóstico precoce de casos. A segunda área, no sudeste do Estado, tem características semelhantes, mas o agregado de casos em menores de 15 anos se manteve significativo durante os nove anos, bem como o agregado do coeficiente de casos com grau 2 de incapacidade, ambos com valores baixos.

As duas áreas apresentaram baixa proporção de casos na forma indeterminada e elevada proporção de multibacilares o que indicaria prevalência oculta e diagnóstico tardio. Foi observado, entre 1992 e 1999, um crescimento no número de casos de hanseníase em todo o estado do Maranhão (2.032 a 4.208 casos), com coeficiente de detecção de 110 casos por 100.000 hab. e que este crescimento se deveu principalmente pela situação epidemiológica da hanseníase e não por uma melhora no serviço de saúde, já que nesse período não houve impacto da descentralização das ações de controle (Kalk e Fleischer, 2004). No entanto, a cobertura do Saúde da Família mostrou crescimento significativo, passando de valores abaixo de 10% no períodos de 2001 a 2003 para mais de 75% de cobertura em 2007 a 2009, desta forma, casos antes ignorados deveriam estar sendo

diagnosticados e tratados e, conseqüentemente, o coeficiente de detecção geral cresceria devido à melhoria na cobertura do serviço de saúde.

Uma provável explicação para a identificação destes agregados de valores baixos relacionados à detecção pode ser atribuída à pequena proporção de municípios com mais de 75% dos contatos de casos novos avaliados, vários municípios nestas áreas não avaliaram nenhum contato, mesmo tendo um coeficiente de detecção classificado como médio ou alto. No sudeste do Maranhão, houve uma melhora relativa na avaliação de contatos e um aumento de casos grau 2. No entanto, ao se observar o mapa descritivo o aumento na proporção de contatos examinados para um nível considerado bom se deu em apenas alguns municípios da área, a maioria deles, mesmo havendo melhoria deste indicador em relação aos municípios vizinhos, ainda permaneceu com valores regulares ou precários.

Em outra área no norte no Estado, fronteira com o Pará, foi identificado agregado significativo para valores altos do coeficiente de casos com grau 2 e casos multibacilares, bem como valores baixos para proporção da forma indeterminada e baixa cobertura de contatos examinados. Esta situação também é conflitante, pois casos mais graves são detectados em uma área que não foi significativa para detecção geral ou mostrou transmissão ativa. Da mesma forma a cobertura do Saúde da Família teve crescimento, mas a proporção de contatos avaliados é precária ou regular nesta área específica. A presença de casos com incapacidade física e multibacilar com pequena detecção indicaria que a endemia estaria tendendo ao controle, mas a reduzida avaliação de contatos coloca essa conclusão em cheque, já que muitos casos novos podem não estar sendo diagnosticados; esta situação deverá ser revertida quando a proporção de contatos examinados tiver melhor proporção e desta forma haverá aumento na detecção de casos com diagnóstico precoce.

O Maranhão é o Estado com menor Índice de Desenvolvimento Humano do Brasil (0,63), muito abaixo da média nacional que é de 0,73

(IPEA, 2011). Comparado aos outros municípios do agregado, todos os indicadores socioeconômicos tem valores inferiores com maior destaque ao componente renda do IDH, com valor 0,47. O índice de desigualdade social tem valor menor que o restante do agregado, mas este índice reduzido associado a um IDH muito baixo indica somente que a grande maioria da população tem uma má qualidade de vida e ainda apresentam uma homogeneidade social. (IPEA, 2011). Em Mossoró (RN) foi encontrada uma associação clara entre a distribuição de casos de hanseníase, pobreza e densidade demográfica, havendo um grande risco de contatos mais próximos serem infectados (Queiroz, Dias *et al.*, 2010).

O outro Estado pertencente ao agregado 1 da hanseníase, Piauí, não apresentou agregados de valores altos para detecção geral e em menores de 15 anos, apesar de apresentar municípios classificados como hiperendêmicos para estes dois indicadores. O coeficiente de casos com grau 2 de incapacidade não apresentou significância em quase todos os municípios, apenas em uma área que engloba a capital, Teresina, foi identificada como um agregado significante de valores baixos.

A proporção de casos indeterminados foi elevada e a proporção de casos multibacilares reduzida, indicando que a transmissão da doença pode estar regredindo neste Estado. No entanto, a cobertura de contatos foi considerada precária ou regular na maioria dos municípios e em poucos considerada boa, apesar da cobertura do Saúde da Família ser superior a 75% em todos os municípios. Este fato pode influenciar de forma direta na detecção de casos novos, bem como na manutenção da transmissão da doença. Nestes municípios a proporção de domicílios com mais de duas pessoas por cômodo é de 13,7%, inferior ao encontrado no restante do agregado, e este fato pode influenciar diretamente na redução do número de casos, já que a maior proporção de casos multibacilares pode estar diretamente ligada a um controle mais efetivo da transmissão ativa da doença nestes municípios do Piauí.

Os melhores indicadores socioeconômicos, em relação aos outros municípios, são o componente longevidade do IDH (0,66) e a proporção de água encanada (32,2%), os outros indicadores não mostraram diferença significativa (IPEA, 2011). No estado de Alagoas, um estudo relacionou os indicadores do controle da hanseníase e o Índice de Desenvolvimento Humano e identificou que os municípios com menores IDH apresentam melhores indicadores quanto ao controle da hanseníase e outros com IDH melhores tinham piores indicadores de saúde (Lima, Pomini *et al.*, 2008). Talvez o IDH realmente não tenha influência direta nos resultados positivos do Programa de Controle da Hanseníase.

Por outro lado, um estudo ecológico de base municipal não possibilita observar as características ou as variações que por ventura tenham ocorrido ao nível local dentro de cada município, entretanto, pode-se verificar variabilidade entre municípios e a identificação de grupos de municípios com características semelhantes. Este estudo se mostrou de fundamental importância, ao passo que pôde sugerir determinantes do processo saúde-doença relacionado à hanseníase no agregado envolvendo municípios do Maranhão, Pará, Tocantins e Piauí.

#### **5.4 Limitações do Estudo**

Este estudo está sujeito a limitações. Como todos os estudos ecológicos há o risco de incorrer na “Falácia Ecológica”, onde os resultados encontrados a nível municipal não podem ser referidos a nível individual ou em unidades geográficas menores dentro de um município, ou ainda resultados encontrados em um agregado identificado não podem ser referidos exatamente com os mesmos valores ao nível municipal. Algumas áreas identificadas se tornaram hiperendêmicas após a Abordagem Bayesiana ou pela Estatística Scan Espacial. Entretanto, isto não significa que todos os municípios presentes naquela área tenham as mesmas características, podendo haver municípios que foram englobados devido ao elevado valor de

coeficiente de detecção encontrado nos municípios vizinhos (Sankoh, Ye *et al.*, 2001). O mesmo pôde ser visto em relação à análise de autocorrelação local, tanto em relação aos valores altos, como em relação aos valores baixos.

O uso de dados secundários a partir do SINAN pode ser outra limitação, já que muitas vezes apresentam inconsistências, como erros na entrada de dados ou não preenchimento das informações. No entanto, estas inconsistências foram reduzidas devido às análises utilizadas e pela melhoria na qualidade da entrada dos dados nos últimos anos (Galvão, Ferreira *et al.*, 2008). Por outro lado, a entrada dos dados é realizada a nível municipal e mesmo com contínuos treinamentos e o uso de uma mesma versão do sistema de notificação, ainda há heterogeneidade na qualidade dos dados.

Os métodos espaciais também têm limitações específicas. Por exemplo, a análise Scan Espacial utiliza como referência as coordenadas geográficas do centro urbano, que não necessariamente refletem a distribuição dos casos dentro de toda a área dos municípios. Mesmo com uma alta probabilidade da existência de um agregado, seus limites precisos podem não ser claros, e uma análise local mais detalhada para cada município pode fornecer evidências adicionais para estas áreas de maior risco. Além disso, neste estudo, os agregados foram sempre definidos como círculos. Acredita-se que em caso de uma doença transmitida de homem para o homem, de lenta evolução, como a hanseníase, esse erro seja aceitável. Situação diferente se daria em doenças focalizadas e de transmissão por vetores como malária ou esquistossomose, onde a análise por área não seria adequada, devido ao caráter localizado e focal dos casos e da forma de transmissão.

Outra limitação é o fato de que, em alguns casos, um único ou poucos municípios foram classificados como um agregado, por si só, devido ao tamanho do seu território ser superior ao raio utilizado para definir os agregados.

Para reduzir a flutuação aleatória e poder comparar as informações nos diversos municípios, em todas as análises realizadas foi levado em consideração o tamanho da população municipal, já que foram trabalhados os coeficientes, com exceção das análises com as proporções.

O tamanho do raio utilizado nas análises espaciais de autocorrelação e análise Scan Espacial foi definido de forma empírica, de forma que um município sempre apresentasse todos os seus municípios vizinhos ao seu redor, um raio menor ou maior levaria a resultados diferenciados e talvez inapropriados, e municípios poderiam ser incluídos ou excluídos em agregados de valores elevados.

A análise para identificação de agregados de valores altos e baixos, autocorrelação espacial local através do índice de Getis-Ord, deve ser observada com cuidado em relação à série temporal. Municípios antes classificados com altos valores são sempre comparados com outros municípios no mesmo período. A comparação com outro período de tempo leva a uma nova classificação, e não necessariamente indica uma mudança nos valores brutos, mas uma mudança relativa aos valores dos seus municípios vizinhos.

## 6. CONCLUSÕES

1. A hanseníase se mostrou hiperendêmica na área de estudo, sem a perspectiva de esgotamento de casos novos nos próximos cinco anos, reforçando a necessidade de intensificar ainda mais as ações de controle da hanseníase nas áreas prioritárias.
2. O coeficiente de casos com grau 2 de incapacidade se apresentou com valor muito elevado em relação ao restante do Brasil e com uma tendência de manutenção do seu valor ao longo dos anos. Desta forma, a meta de redução de 35% do seu *valor* para 2015, de acordo com a OMS, dificilmente será alcançada nesta área.
3. O novo indicador da OMS apresentou a mesma tendência temporal do coeficiente de detecção geral e em menores de 15 anos, com a vantagem de traduzir informações sobre a magnitude da doença, transmissão ativa e diagnóstico tardio. Este indicador mostrou melhor validade e maior especificidade para a identificação de agregados de municípios com transmissão ativa e diagnóstico tardio da hanseníase.
4. Mesmo com o controle da hanseníase, estabelecido no Brasil, atuar de forma contínua e centrado em ações integradas, nesta área de alta endemicidade será necessário melhorar a detecção precoce de casos e tratamento imediato com o objetivo de reduzir a carga da doença na população. Como a hanseníase e suas complicações estão associadas com a pobreza, as intervenções devem considerar também as desigualdades sociais encontradas em cada Estado da área de estudo.

5. Existe um fluxo considerável de pessoas afetadas pela hanseníase, provenientes do município de residência, para serem diagnosticados em outros municípios. Municípios maiores diagnosticaram casos principalmente de municípios próximos, mas houve também fluxos importantes interestaduais. Esses dados refletem lacunas na descentralização do atendimento integral ao portador da hanseníase, e chamam atenção às dificuldades associadas com o acompanhamento durante e após a poliquimioterapia.
  
6. A dinâmica de fluxo observada juntamente com o formato geográfico do agregado mostrou uma situação denominada "*Ice Cream Effect*", com um formato aproximadamente circular do agregado e o município de Goiânia e o Distrito Federal como pontos de atração localizados ao sul do agregado.
  
7. A migração após o diagnóstico se deu principalmente devido a mudanças no estilo de vida, com a busca por melhor qualidade de vida, enquanto a migração especificamente devido ao diagnóstico da hanseníase foi citada por poucas pessoas. Estigma e preconceito não são causas importantes para migração em Tocantins, refletindo os esforços de informação, educação e comunicação dos programas de controle da hanseníase.
  
8. Os métodos usados identificaram agregados espaciais similares, mas cada um tem suas especificidades. O método espacial aplicado deve ser usado de acordo com o objetivo da investigação.
  
9. A construção dos mapas de risco se mostrou útil e pode ser de crucial importância para a definição de um perfil epidemiológico em uma área

definida. Foram identificados agregados de municípios prioritários, localizados dentro de uma área de alto risco de transmissão para hanseníase e estes agregados, se trabalhados de forma mais intensa, poderão contribuir para a redução da transmissão ativa bem como a carga da doença na população.

10. A utilização da Abordagem Espacial Bayesiana local baseada em informações dos indicadores dos municípios vizinhos permitiu re-estimar os valores dos indicadores epidemiológicos. Essa Abordagem reduziu a variação dos coeficientes devidos a fatores operacionais e de gestão, como subnotificação e áreas silenciosas.

11. A Abordagem Bayesiana local pode mostrar que todo o leste do Pará e a região central do Maranhão apresentam elevados coeficientes de detecção geral e em menores de 15 anos, áreas que apenas na análise descritiva não puderam ser identificadas. Situação semelhante pode ser observada em relação ao coeficiente de casos com grau 2 de incapacidade, com destaque para a região sudeste do Pará e centro-norte do Maranhão.

12. A Estatística Scan Espacial é adequada para validar e confirmar áreas de alto risco para a transmissão e diagnóstico tardio da hanseníase, identificados por análise espacial descritiva e pelo método Bayesiano Empírico local. Foram conhecidos 48 agregados espaciais com mais especificidade através dessa análise. Estes agregados devem ter um olhar especial no sentido de reduzir o mais rápido possível a presença da transmissão ativa da hanseníase.

13. Municípios identificados no sudeste do Pará, na fronteira entre Pará e Maranhão e na região central do Maranhão apresentaram-se repetidamente em agregados para os indicadores de detecção geral, detecção em menores de 15 anos e do coeficiente de casos com grau 2. Estes municípios têm elevadíssima carga da doença, bem como transmissão ativa e diagnóstico tardio e, provavelmente, uma elevada prevalência oculta devido à demanda reprimida pela baixa cobertura do Saúde da Família. Desta forma devem ser priorizados pelos programas de controle locais, estaduais e nacional.
14. A análise espacial nos três cortes temporais dos indicadores pôde mostrar a tendência espacial dos indicadores da hanseníase nos três períodos de estudo. A autocorrelação global de Getis-Ord pode mostrar que a dependência espacial para o coeficiente de detecção geral não foi significativa em todos os períodos, o que demonstra o caráter hiperendêmico da área de estudo. No entanto, nos menores de 15 anos e coeficiente de casos com grau 2, a dependência espacial foi identificada nos períodos de 2004 a 2006 e em 2007 a 2009, caracterizando a presença de dependência espacial de transmissão ativa e diagnóstico tardio.
15. Mesmo dentro de uma área hiperendêmica e de alto risco para a hanseníase, a estatística de Getis-Ord local é adequada para identificar áreas de alto risco dentro do agregado. O índice  $G_i^*$  se mostrou melhor para indicadores da hanseníase devido à identificação de agregados significativos tanto de valores altos como de valores baixos e áreas de transição, os mapas são de fácil visualização e interpretação.

16. A técnica local de Getis-Ord ( $G_i^*$ ) poderá ajudar no monitoramento longitudinal das atividades de controle, mesmo em escala local, onde o controle da hanseníase deverá atuar de forma mais intensa ou deverá ser reforçada, com a finalidade de reduzir a carga da doença na população.
17. O coeficiente em menores de 15 anos teve distribuição espacial nos três cortes temporais semelhante à detecção geral na área de estudo, mas com maior especificidade na composição dos agregados municipais. Isto implica na presença elevada de transmissão ativa mais restrita a municípios do centro/leste do Pará, centro do Tocantins e centro/norte do Maranhão. O coeficiente de casos com grau 2 mostrou-se com agregados significativos nas mesmas áreas identificadas pela Estatística Scan Espacial, com alteração de alguns municípios. A observação nos três períodos pôde identificar a mudança na significância dos agregados e algumas áreas identificadas como agregados de alto risco no período completo, se tornaram significativos somente no período de 2007 a 2009.
18. A proporção de casos na forma clínica indeterminada e a classificação operacional paucibacilar foram altamente significativas no estado do Tocantins com limites bem definidos, mas com agregados classificados de forma inversa, altos valores para Indeterminado e baixos valores para Multibacilar, isto sugere que em Tocantins o serviço de saúde faz uma vigilância ativa na busca de casos novos, identificando-os de maneira precoce, sugere ainda que ainda há grande demanda de casos a serem identificados.

19. A cobertura de contatos se mostrou homogênea, como poucos municípios com cobertura acima de 75% no período de 2001 a 2003. A tendência foi de crescimento nos períodos seguintes, principalmente no estado do Tocantins. Municípios do norte e do sudeste do Maranhão/oeste do Piauí foram significativos para valores baixos. A cobertura de contatos deve ser aumentada, nessas áreas, esta atividade poderá mudar o padrão de endemicidade e transmissão ativa observada até 2009, pois casos novos poderão ser diagnosticados e tratados de forma precoce, reduzindo a proporção de casos com incapacidades físicas instaladas.

20. Foram identificadas áreas de alto risco para a transmissão e diagnóstico tardio da hanseníase e com dificuldades operacionais, envolvendo o sudeste do Pará; o centro/norte do Maranhão e os municípios na região do “Bico do Papagaio”.

21. A identificação de agregados utilizando outros indicadores, além do coeficiente de detecção geral, e a sobreposição desses mapas puderam identificar áreas antes desconhecidas em relação ao risco de transmissão e de detecção de casos graves da hanseníase. Esta mesma análise poderá ser feita no Brasil como um todo, bem como nas outras áreas de risco definidas pelo Programa Nacional de Controle da Hanseníase e assim identificar agregados mais específicos de elevado risco para a transmissão da hanseníase.

## 7. REFERÊNCIAS

ALBERTS, C. J.; SMITH, W. C. S.; MEIMA, A.; WANG, L.; RICHARDUS, J. H. Potential effect of the World Health Organization's 2011–2015 global leprosy strategy on the prevalence of grade 2 disability: a trend analysis. **Bull World Health Organ**, v. 89, p. 487-495 2011.

ALBUQUERQUE, M. F. P. M.; MORAIS, H. M. M.; XIMENES, R. A expansão da hanseníase no nordeste brasileiro. **Rev Saude Publica**, v. 23, n. 2, p. 107-116 1989.

ALENCAR, C. H. M.; BARBOSA, J. C.; RAMOS JR, A. N.; ALENCAR, M. J. F.; PONTES, R. J. S.; CASTRO, C. G. J.; HEUKELBACH, J. Hanseníase no município de Fortaleza, CE, Brasil: aspectos epidemiológicos e operacionais em menores de 15 anos (1995-2006). **Rev Bras Enferm**, v. 61, n. spe, p. 694-700 2008.

ALMEIDA, E. C.; MARTINEZ, A. N.; MANIERO, V. C.; SALES, A. M.; DUPPRE, N. C.; SARNO, E. N.; SANTOS, A. R.; MORAES, M. O. Detection of Mycobacterium leprae DNA by polymerase chain reaction in the blood and nasal secretion of Brazilian household contacts. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 99, n. 5, p. 509-11, Aug 2004.

ANDRADE, V. A eliminação da hanseníase no Brasil. **Hansen Int**, v. 25, n. 2, p. 177-179 2000.

\_\_\_\_\_. Implementação da PQT/OMS no Brasil. **Hansen Int**, v. 20, n. 2, p. 51-59 2006.

ANDRADE, V.; MOREIRA, T.; SOARES, R.; YADON, Z.; GÜRTLER, R.; TOBAR, F.; MEDICI, A. Impacto da descentralização do Programa de Eliminação da Hanseníase no Brasil. **Descentralización y gestion del control de Las Enfermedades Transmisibles en América Latina**, 2006.

ANDRADE, V.; SABROZA, P. C.; ARAUJO, A. J. Fatores Associados ao domicílio e a Família na Determinação da Hanseníase. **Cad Saude Publica**, v. 10 Suppl 2, p. 281-292 1994.

ANSELIN, L. Local indicators of spatial association-LISA. **Geogr Analysis**, v. 27, n. 2, p. 93-115 1995.

AQUINO, D. M. C.; CALDAS, A. J. M.; SILVA, A. A. M.; COSTA, J. M. L. Perfil dos pacientes com hanseníase em área hiperendêmica da Amazônia do Maranhão, Brasil. **Rev Soc Bras Med Trop**, v. 36, n. 1, p. 57-64 2003.

- ARAÚJO, M. G. Hanseníase no Brasil. **Rev Soc Bras Med Trop**, v. 36, n. 3, p. 373-382 2003.
- ASSUNÇÃO, R. M. Estimadores Bayesianos Empíricos Espaciais de Taxas. 2003. Disponível em: < <http://www.est.ufmg.br/~assuncao/cursos/espacial/aplicado/aulas/empbayes.pdf> >.
- ASSUNÇÃO, R. M.; SCHMERTMANN, C. P.; POTTER, J. E.; CAVENAGHI, S. M. Empirical Bayes estimation of demographic schedules for small areas. **Demography**, v. 42, n. 3, p. 537-558, Aug 2005.
- ATKINSON, S.; HARAN, D. Back to basics: does decentralization improve health system performance? Evidence from Ceara in north-east Brazil. **Bull World Health Organ**, v. 82, n. 11, p. 822-827 2004.
- BAILEY, T. C.; CARVALHO, M. S.; LAPA, T. M.; SOUZA, W. V.; BREWER, M. J. Modeling of under-detection of cases in disease surveillance. **Ann Epidemiol**, v. 15, n. 5, p. 335-343, May 2005.
- BAKKER, M.; SCHEELBEEK, P.; BEERS, S. M.; RICHARDUS, J. The use of GIS in leprosy control. **Lepr Rev**, v. 80, n. 3, p. 327-331 2009.
- BAKKER, M. I.; HATTA, M.; KWENANG, A.; FABER, W. R.; VAN BEERS, S. M.; KLATSER, P. R.; OSKAM, L. Population survey to determine risk factors for Mycobacterium leprae transmission and infection. **Int J Epidemiol**, v. 33, n. 6, p. 1329-36, Dec 2004.
- BAKKER, M. I.; HATTA, M.; KWENANG, A.; VAN MOSSEVELD, P.; FABER, W. R.; KLATSER, P. R.; OSKAM, L. Risk factors for developing leprosy--a population-based cohort study in Indonesia. **Lepr Rev**, v. 77, n. 1, p. 48-61, Mar 2006.
- BAKKER, M. I.; MAY, L.; HATTA, M.; KWENANG, A.; KLATSER, P. R.; OSKAM, L.; HOUWING-DUISTERMAAT, J. J. Genetic, household and spatial clustering of leprosy on an island in Indonesia: a population-based study. **BMC Med Genet**, v. 6, p. 40 2005.
- BANERJEE, R.; BANERJEE, B. D.; CHAUDHURY, S.; HATI, A. K. Transmission of viable Mycobacterium leprae by Aedes aegypti from lepromatous leprosy patients to the skin of mice through interrupted feeding. **Lepr Rev**, v. 62, n. 1, p. 21-6, Mar 1991.
- BARRETO, M. L.; PEREIRA, S. M.; FERREIRA, A. A. BCG vaccine: efficacy and indications for vaccination and revaccination. **J Pediatr (Rio J)**, v. 82, n. 3 Suppl, p. S45-54, Jul 2006.
- BOBIN, P. [Control of leprosy in the world in 2004. Current situation and perspectives]. **Med Trop (Mars)**, v. 64, n. 3, p. 235-7 2004.

BONNEY, J. J. Responding to the socio-economic implications of leprosy. **Lepr Rev**, v. 82, n. 2, p. 98 2011.

BRANDSMA, J. W. 26th Kellersberger Memorial Lecture. Lessons from leprosy rehabilitation for general rehabilitation. **Ethiop Med J**, v. 41, n. 1, p. 77-87, Jan 2003.

BRASIL. Guia para o controle da hanseníase. **Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Departamento de Atenção Básica**, 2002a.

\_\_\_\_\_. Projeto Fome Zero. **Instituto de Cidadania**, v. 3, p. 1-118 2002b.

\_\_\_\_\_. Guia de Vigilância Epidemiológica. **Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde.**, v. 6, p. 816 2005.

\_\_\_\_\_. **Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. 7a EXPOEPI.**

**Mostra Nacional de Experiências Bem-sucedidas em Epidemiologia, Prevenção e Controle de Doenças.** Brasília (DF): 2007a. 63

\_\_\_\_\_. Cadernos de Atenção Básica, n. 21. **Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica.**, 2007b.

\_\_\_\_\_. **Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Vigilância em Saúde: Dengue, Esquistossomose, Hanseníase, Malária, Tracoma e Tuberculose.** Brasília: 2008a.

\_\_\_\_\_. **Relatório Executivo do PNCH Ministério da Saúde. Período Maio de 2007 a Junho de 2008.** Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde. Programa Nacional de Controle da Hanseníase. Mimeo, 2008b.

\_\_\_\_\_. **Ministério da Saúde. Programa Nacional de Controle da Hanseníase. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica.**, p. 91 2009.

\_\_\_\_\_. Brasília, 2010a. Disponível em: < [http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/visualizar\\_texto.cfm?idtxt=31200](http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/visualizar_texto.cfm?idtxt=31200) >.

\_\_\_\_\_. INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, 2010b. Disponível em: < <http://www.inpe.br/> >.

\_\_\_\_\_. **Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Aprova as Diretrizes para Vigilância, Atenção e Controle da hanseníase.** Portaria Nº 3.125, de 7 de Outubro de 2010. Brasília - DF. Diário Oficial da União., 2010c.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Departamento de Atenção Básica. Evolução do credenciamento e implantação da estratégia Saúde da Família. Brasília, 2011a. Disponível em: < [http://dab.saude.gov.br/historico\\_cobertura\\_sf.php](http://dab.saude.gov.br/historico_cobertura_sf.php) >. Acesso em: 01/07/2011.

\_\_\_\_\_. **Relatório Executivo do PNCH Ministério da Saúde. Período Janeiro de 2009 a Dezembro de 2010.** Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde. Programa Nacional de Controle da Hanseníase. Mimeo, 2011b.

BRITTON, W. J.; LOCKWOOD, D. N. Leprosy. **Lancet**, v. 363, n. 9416, p. 1209-19, Apr 10 2004.

CÂMARA, G.; SOUZA, R.; FREITAS, U.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403 1996.

CARDONA-CASTRO, N.; BELTRAN-ALZATE, J.; MANRIQUE-HERNANDEZ, R. Survey to identify Mycobacterium leprae-infected household contacts of patients from prevalent regions of leprosy in Colombia. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 103, n. 4, p. 332-6, Jun 2008.

CASTRO, M.; SINGER, B. Meio ambiente e saúde: metodologia para análise espacial da ocorrência de malária em projetos de assentamento. **Rev Bras Estud Popul**, v. 24, p. 247-262 2007.

CENSO, I. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE):** Brasília 2000.

CLIFF, A.; ORD, J. **Spatial processes: models & applications.** Pion Ltd, 1981. ISBN 0850860814.

CREE, I. A.; SMITH, W. C. Leprosy transmission and mucosal immunity: towards eradication? **Lepr Rev**, v. 69, n. 2, p. 112-21, Jun 1998.

CROFT, R. P.; NICHOLLS, P. G.; STEYERBERG, E. W.; RICHARDUS, J. H.; CAIRNS, W.; SMITH, S. A clinical prediction rule for nerve-function impairment in leprosy patients. **Lancet**, v. 355, n. 9215, p. 1603-6, May 6 2000.

CUNHA, M. D.; CAVALIERE, F. A.; HERCULES, F. M.; DURAES, S. M.; OLIVEIRA, M. L.; MATOS, H. J. Os indicadores da hanseníase e as estratégias de eliminação da doença, em município endêmico do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Cad Saude Publica**, v. 23, n. 5, p. 1187-97, May 2007.

CUNHA, S. S.; RODRIGUES, L. C.; DUPPRE, N. C. Current strategy for leprosy control in Brazil: time to pursue alternative preventive strategies? **Rev Panam Salud Publica**, v. 16, n. 5, p. 362-365 2004.

DAVEY, T. F.; REES, R. J. The nasal discharge in leprosy: clinical and bacteriological aspects. **Lepr Rev**, v. 45, n. 2, p. 121-134 1974.

DE SOUZA DIAS, M. C.; DIAS, G. H.; NOBRE, M. L. The use of Geographical Information System (GIS) to improve active leprosy case finding campaigns in the municipality of Mossoro, Rio Grande do Norte State, Brazil. **Lepr Rev**, v. 78, n. 3, p. 261-9, Sep 2007.

DECLERCQ, E. Reflections on the new WHO leprosy indicator: the rate of new cases with grade 2 disabilities per 100,000 population per year. **Lepr Rev**, v. 82, n. 1, p. 3-5 2011.

DEPS, P.; ALVES, B.; GRIPP, C.; ARAGAO, R.; GUEDES, B. Contact with armadillos increases the risk of leprosy in Brazil: a case control study. **Indian J Dermatol Venereol Leprol**, v. 74, n. 4, p. 338 2008.

DESIKAN, K. V.; SREEVATSA. Extended studies on the viability of *Mycobacterium leprae* outside the human body. **Lepr Rev**, v. 66, n. 4, p. 287-95, Dec 1995.

DIAS, R. C.; PEDRAZZANI, E. S. Políticas públicas na Hanseníase: contribuição na redução da exclusão social. **Rev Bras Enferm**, v. 61, n. spe, p. 753-756 2008.

DINIZ, L. M.; CATABRIGA, M. D. S.; SOUZA FILHO, J. B. Avaliação de hansenianos tratados com esquema alternativo dose única ROM (rifampicina, ofloxacina e minociclina), após sete a nove anos. **Rev Soc Bras Med Trop**, v. 43, n. 6, p. 695-699 2010.

DOLLFUS, O. **O Espaço Geográfico**. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1972.

DOULL, J.; GUINTO, R.; RODRIGUEZ, J.; BANCROFT, H. The incidence of leprosy in Cordova and Talisay, Cebu, PI **Int. J. Lepr**, v. 10, p. 107 1942.

DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CA MARA, G.; MONTEIRO, A. V. M. **Análise Espacial de Dados Geográficos**. Brasília: Embrapa, 2004. 39

DUPPRE, N. C.; CAMACHO, L. A.; DA CUNHA, S. S.; STRUCHINER, C. J.; SALES, A. M.; NERY, J. A.; SARNO, E. N. Effectiveness of BCG vaccination among leprosy contacts: a cohort study. **Trans R Soc Trop Med Hyg**, v. 102, n. 7, p. 631-638, 07 2008.

DURAYSKI, E.; BONAMIGO, R.; TEIXEIRA, K. A. M.; FREY, M. N. Dermatômiosite ou hanseníase? Valorizando o exame físico. **Rev AMRIGS**, v. 54, n. 2, p. 182-185 2010.

EAST-INNIS, A. The quest for the global elimination of leprosy. **West Indian Med J**, v. 54, n. 1, p. 1-2, Jan 2005.

ESRI. ArcGis9.3, Environmental Systems Research Institute, Inc 1982-2011. 2010.

FEENSTRA, P.; VISSCHEDIJK, J. Leprosy control through general health services--revisiting the concept of integration. **Lepr Rev**, v. 73, n. 2, p. 111-22, Jun 2002.

FEENSTRA, S. G.; NAHAR, Q.; PAHAN, D.; OSKAM, L.; RICHARDUS, J. H. Recent Food Shortage Is Associated with Leprosy Disease in Bangladesh: A Case-Control Study. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 5, n. 5, p. e1029 2011.

FERREIRA, A. C.; SULEIMAN, C. B. C.; SILVA, L. F. M.; SILVA, S. M. M.; RAMOS JR, A. N.; HEUKELBACH, J. Conhecimentos e Condutas Práticas dos Profissionais de Saúde da Atenção Primária a Respeito da Hanseníase no Estado do Tocantins, Brasil. **Cad Saud Col**, v. 17, n. 1, p. 39-50 2009.

FINE, P. E.; STERNE, J. A.; PONNIGHAUS, J. M.; BLISS, L.; SAUI, J.; CHIHANA, A.; MUNTHALI, M.; WARNDORFF, D. K. Household and dwelling contact as risk factors for leprosy in northern Malawi. **Am J Epidemiol**, v. 146, n. 1, p. 91-102, Jul 1 1997.

FISCHER, E.; PAHAN, D.; CHOWDHURY, S.; RICHARDUS, J. The spatial distribution of leprosy cases during 15 years of a leprosy control program in Bangladesh: An observational study. **BMC Infect Dis**, v. 8, n. 1, p. 126 2008.

GALVÃO, P. R.; FERREIRA, A. T.; MACIEL, M. D.; DE ALMEIDA, R. P.; HINDERS, D.; SCHREUDER, P. A.; KERR-PONTES, L. R. An evaluation of the Sinan health information system as used by the Hansen's disease control programme, Pernambuco State, Brazil. **Lepr Rev**, v. 79, n. 2, p. 171-82, Jun 2008.

GATRELL, A.; BAILEY, T. Interactive spatial data analysis in medical geography. **Soc Sci Med**, v. 42, n. 6, p. 843-855 1996.

GAUY, J. S.; HINO, P.; SANTOS, C. B. Spatial distribution of leprosy cases in Ribeirao Preto, Brazil, 2004. **Rev Latinoam Enferm**, v. 15, n. 3, p. 460-465, May-Jun 2007.

GETIS, A.; ORD, J. K. Local spatial statistics: an overview. **Spatial analysis: Modelling in a GIS environment**, v. 374, 1996.

HATTA, M.; VAN BEERS, S. M.; MADJID, B.; DJUMADI, A.; DE WIT, M. Y.; KLATSER, P. R. Distribution and persistence of Mycobacterium leprae nasal carriage among a population in which leprosy is endemic in Indonesia. **Trans R Soc Trop Med Hyg**, v. 89, n. 4, p. 381-5, Jul-Aug 1995.

HEUKELBACH, J.; CHICHAVA, A. O.; OLIVEIRA, A. R.; HAFNER, K.; WALTHER, F.; ALENCAR, C. H.; RAMOS JR, A. N.; FERREIRA, A. C.; ARIZA, L. Interruption and Defaulting of Multidrug Therapy against Leprosy: Population-Based Study in Brazil's Savannah Region. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 5, n. 5, p. e1031 2011.

IBGE. Censo Demográfico 2000 e Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF 2002/2003. 2003. Disponível em: < <http://www.IBGE.gov.br/estadosat/index.php> >.

\_\_\_\_\_. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2006. **Rio de Janeiro**, 2006. Disponível em: < <http://www.IBGE.gov.br> >.

\_\_\_\_\_. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2007. **Rio de Janeiro**, 2007. Disponível em: < <http://www.IBGE.gov.br> >.

\_\_\_\_\_. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2008. **Rio de Janeiro**, 2008. Disponível em: < <http://www.IBGE.gov.br> >.

ILA. INTERNATIONAL LEPROSY ASSOCIATION TECHNICAL FORUM. Report of the International Leprosy Association Technical Forum. **Int J Lepr Other Mycobact Disb**, v. 70, n. 1, p. S2-S62 2002.

IMBIRIBA, E. N. B.; SILVA NETO, A. L.; SOUZA, W. V.; PEDROSA, V.; CUNHA, M. G.; GARNELO, L. Desigualdade social, crescimento urbano e hanseníase em Manaus: abordagem espacial. **Rev Saude Publica**, v. 43, n. 4, p. 656-665 2009.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Ipeadata-Dados Macroeconômicos, Regionais e Sociais. <http://www.ipeadata.gov.br>. Acesso em 01/07/2011, 2011.

JOB, C. K.; JAYAKUMAR, J.; KEARNEY, M.; GILLIS, T. P. Transmission of leprosy: a study of skin and nasal secretions of household contacts of leprosy patients using PCR. **Am J Trop Med Hyg**, v. 78, n. 3, p. 518-21, Mar 2008.

JÚNIOR, G. J. A. T.; SILVA, C. E. F.; MAGALHÃES, V. Aplicação dos critérios diagnósticos do lúpus eritematoso sistêmico em pacientes com hanseníase multibacilar. **Rev Soc Bras Med Trop**, v. 44, n. 1, p. 85-90 2011.

KALK, A.; FLEISCHER, K. The decentralization of the health system in Colombia and Brazil and its impact on leprosy control. **Lepr Rev**, v. 75, n. 1, p. 67-78, Mar 2004.

KAZDA, J.; GANAPATI, R.; REVANKAR, C.; BUCHANAN, T.; YOUNG, D.; IRGENS, L. Isolation of environment-derived Mycobacterium leprae from soil in Bombay. **Lepr Rev**, v. 57, p. 201-208 1986.

KAZDA, J.; IRGENS, L. M.; KOLK, A. H. Acid-fast bacilli found in sphagnum vegetation of coastal Norway containing Mycobacterium leprae-specific phenolic glycolipid-I. **Int J Lepr Other Mycobact Dis**, v. 58, n. 2, p. 353-7, Jun 1990.

KERR-PONTES, L. R.; BARRETO, M. L.; EVANGELISTA, C. M.; RODRIGUES, L. C.; HEUKELBACH, J.; FELDMEIER, H. Socioeconomic, environmental, and behavioural risk factors for leprosy in North-east Brazil: results of a case-control study. **Int J Epidemiol**, v. 35, n. 4, p. 994-1000 2006.

KERR-PONTES, L. R.; MONTENEGRO, A. C.; BARRETO, M. L.; WERNECK, G. L.; FELDMEIER, H. Inequality and leprosy in Northeast Brazil: an ecological study. **Int J Epidemiol**, v. 33, n. 2, p. 262-269 2004.

KULLDORFF, M. A spatial scan statistic. **Commun Stat-Theor M**, v. 26, n. 6, p. 1481-1496 1997.

\_\_\_\_\_. Prospective time periodic geographical disease surveillance using a scan statistic. **J R Stat Soc, A, Stat Soc**, v. 164, n. 1, p. 61-72 2001.

\_\_\_\_\_. SaTScan v 7.0: Software for the spatial and space-time scan statistics. **Information Management Services Inc., Silver Spring, MD**, 2006.

\_\_\_\_\_. SaTScan User Guide for version 3.1 disponível em <http://www.satscan.org>. Acessado em 12 de setembro de 2010.

KULLDORFF, M.; ATHAS, W. F.; FEURER, E. J.; MILLER, B. A.; KEY, C. R. Evaluating cluster alarms: a space-time scan statistic and brain cancer in Los Alamos, New Mexico. **Am J Public Health**, v. 88, n. 9, p. 1377-80, Sep 1998.

KULLDORFF, M.; NAGARWALLA, N. Spatial disease clusters: detection and inference. **Stat Med**, v. 14, n. 8, p. 799-810, Apr 30 1995.

LANA, F. C. F.; AMARAL, E. P.; FRANCO, M. S.; LANZA, F. M. Estimativa da prevalência oculta da hanseníase no Vale do Jequitinhonha: Minas Gerais. **REME Rev Min Enferm**, v. 8, n. 2, p. 295-300 2004.

LANZA, F. M.; LANA, F. C. F. Decentralization of leprosy control actions in the micro-region of Almenara, State of Minas Gerais. **Rev Latinoam Enfer**, v. 19, p. 187-194 2011.

LAPA, T.; XIMENES, R.; SILVA, N. N.; SOUZA, W.; ALBUQUERQUE, M.; CAMPOZANA, G. Vigilância da hanseníase em Olinda, Brasil, utilizando técnicas de análise espacial. **Cad Saude Publica**, v. 17, n. 5, p. 1153-1162, 09 2001.

LAPA, T. M.; ALBUQUERQUE, M. F.; CARVALHO, M. S.; SILVEIRA JR, J. C. Análise da demanda de casos de hanseníase aos serviços de saúde através do uso de técnicas de análise espacial. **Cad Saude Publica**, v. 22, n. 12, p. 2575-2583, Dec 2006.

LEMOS, J. C.; LIMA, S. D. C. A Geografia Médica e as doenças infecto-parasitárias. **Caminhos de Geografia**, v. 3, n. 6, p. 74-86 2002.

LIMA, M. S. M.; POMINI, A. C. M.; HINDERS, D.; SOARES, M. P. B.; MELLO, M. G. S. Capacitação técnica vs. comprometimento profissional: o real impacto no controle da hanseníase. **Cad Saud Col**, v. 16, n. 2, p. 293-306 2008.

LINDOSO, J. A. L.; LINDOSO, A. A. B. P. Neglected tropical diseases in Brazil. **Rev Inst Med Trop Sao Paulo**, v. 51, n. 5, p. 247-253 2009.

LOCKWOOD, D. Leprosy. **Clin Evid**, n. 8, p. 709-20, Dec 2002.

\_\_\_\_\_. Leprosy. **Clin Evid**, n. 12, p. 1103-14, Dec 2004.

LOCKWOOD, D. N. Leprosy--a changing picture but a continuing challenge. **Trop Doct**, v. 35, n. 2, p. 65-7, Apr 2005.

LOCKWOOD, D. N.; SARNO, E.; SMITH, W. C. Classifying leprosy patients--searching for the perfect solution? **Lepr Rev**, v. 78, n. 4, p. 317-20, Dec 2007.

LOCKWOOD, D. N.; SUNEETHA, S. Leprosy: too complex a disease for a simple elimination paradigm. **Bull World Health Organ**, v. 83, n. 3, p. 230-5, Mar 2005.

MAGALHÃES, M. C. C.; ROJAS, L. I. Diferenciação territorial da hanseníase no Brasil. **Epidemiol Serv Saúde**, v. 16, n. 2, p. 75-84 2007.

MARTELLI, C. M.; MORAES NETO, O. L.; ANDRADE, A. L.; SILVA, S. A.; SILVA, I. M.; ZICKER, F. Spatial patterns of leprosy in an urban area of central Brazil. **Bull World Health Organ**, v. 73, n. 3, p. 315-9 1995.

MARTELLI, C. M.; STEFANI, M. M.; GOMES, M. K.; REBELLO, P. F.; PENINNI, S.; NARAHASHI, K.; MAROCLO, A. L.; COSTA, M. B.; SILVA, S. A.; SACCHETIM, S. C.; NERY, J. A.; SALLES, A. M.; GILLIS, T. P.; KRAHENBUHL, J. L.; ANDRADE, A. L. Single lesion paucibacillary leprosy: baseline profile of the Brazilian Multicenter Cohort Study. **Int J Lepr Other Mycobact Dis**, v. 68, n. 3, p. 247-57, Sep 2000.

MATOS, H. J.; DUPPRE, N.; ALVIM, M. F.; VIEIRA, L. M.; SARNO, E. N.; STRUCHINER, C. J. Epidemiologia da hanseníase em coorte de contatos intradomiciliares no Rio de Janeiro (1987-1991). **Cad Saude Publica**, v. 15, n. 3, p. 533-542 1999.

- MATSUO, C.; TALHARI, C.; NOGUEIRA, L.; RABELO, R. F.; SANTOS, M. N.; TALHARI, S. Borderline lepromatous leprosy. **An Bras Dermatol**, v. 85, n. 6, p. 921-922 2010.
- MEDRONHO, R.; BLOCH, K.; LUIZ, R.; WERNECK, G. Epidemiologia, Atheneu, Rio de Janeiro, 790 pp. 2008.
- MEIMA, A.; RICHARDUS, J. H.; HABBEMA, J. D. Trends in leprosy case detection worldwide since 1985. **Lepr Rev**, v. 75, n. 1, p. 19-33, Mar 2004.
- MEIMA, A.; SMITH, W. C.; VAN OORTMARSSSEN, G. J.; RICHARDUS, J. H.; HABBEMA, J. D. The future incidence of leprosy: a scenario analysis. **Bull World Health Organ**, v. 82, n. 5, p. 373-80, May 2004.
- MEIMA, A.; VAN VEEN, N. H.; RICHARDUS, J. H. Future prevalence of WHO grade 2 impairment in relation to incidence trends in leprosy: an exploration. **Trop Med Int Health**, v. 13, n. 2, p. 241-6, Feb 2008.
- MENCARONI, D. A.; PINTO NETO, J. M.; VILLA, T. C. S.; OLIVEIRA, M. H. P. Análise espacial da endemia hansênica na área urbana do Município de Fernandópolis/SP. **Hansen Int**, v. 29, p. 12-20 2004.
- MOET, F. J.; PAHAN, D.; OSKAM, L.; RICHARDUS, J. H. Effectiveness of single dose rifampicin in preventing leprosy in close contacts of patients with newly diagnosed leprosy: cluster randomised controlled trial. **BMJ**, v. 336, n. 7647, p. 761-4, Apr 5 2008.
- MONTENEGRO, A. C.; WERNECK, G. L.; KERR-PONTES, L. R.; BARRETO, M. L.; FELDMIEIER, H. Spatial analysis of the distribution of leprosy in the State of Ceara, Northeast Brazil. **Mem Inst Oswaldo Cruz**, v. 99, n. 7, p. 683-686 2004.
- MOREIRA, T. M. A. **Avaliação da descentralização das ações programáticas de hanseníase: um estudo de caso**. 2002. Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro (RJ).
- MOSCHIONI, C.; ANTUNES, C. M. F.; GROSSI, M. A. F.; LAMBERTUCCI, J. R. Risk factors for physical disability at diagnosis of 19,283 new cases of leprosy. **Rev Soc Bras Med Trop**, v. 43, p. 19-22 2010.
- OLIVEIRA, M. L. W.; GROSSI, M. A. F.; OLIVEIRA, C. F.; SENA NETO, S. A.; DAXBACHER, E.; PENNA, G. O. Commitment to reducing disability: the Brazilian experience. **Lepr Rev**, v. 81, n. 4, p. 342-345 2010.
- ORD, J. K.; GETIS, A. Local spatial autocorrelation statistics: distributional issues and an application. **Geographical Analysis**, v. 27, n. 4, p. 286-306 1995.

PALÁCIOS, V. R. C. M.; DIAS, R. S.; NEVES, D. C. O. Estudo da Situação da Hanseníase no Estado do Pará. **Rev Par Med**, v. 24, n. 2, p. 49 2010.

PENNA, M. L.; OLIVEIRA, M. L.; CARMO, E. H.; PENNA, G. O.; TEMPORÃO, J. G. The influence of increased access to basic healthcare on the trends in Hansen's disease detection rate in Brazil from 1980 to 2006. **Rev Soc Bras Med Trop**, v. 41 Suppl II, p. 6-10 2008.

PENNA, M. L.; OLIVEIRA, M. L.; PENNA, G. Spatial distribution of leprosy in the Amazon region of Brazil. **Emerg Infect Dis**, v. 15, n. 4, p. 650-652 2009a.

PENNA, M. L.; OLIVEIRA, M. L.; PENNA, G. O. The epidemiological behaviour of leprosy in Brazil. **Lepr Rev**, v. 80, n. 3, p. 332-344 2009b.

PENNA, M. L.; PENNA, G. O. Trend of case detection and leprosy elimination in Brazil. **Trop Med Int Health**, v. 12, n. 5, p. 647-50, May 2007.

PINTO NETO, J. M.; VILLA, T. C. S. Características epidemiológicas dos comunicantes de hanseníase que desenvolveram a doença, notificados no Centro de Saúde de Fernandópolis (1993 a 1997). **Hansen Int**, v. 24, n. 2, p. 129-36 1999.

QUEIROZ, J. W.; DIAS, G. H.; NOBRE, M. L.; DE SOUSA DIAS, M. C.; ARAÚJO, S. F.; BARBOSA, J. D.; DA TRINDADE-NETO, P. B.; BLACKWELL, J. M.; JERONIMO, S. Geographic Information Systems and Applied Spatial Statistics Are Efficient Tools to Study Hansen's Disease (Leprosy) and to Determine Areas of Greater Risk of Disease. **Am J Trop Med Hyg**, v. 82, n. 2, p. 306 2010.

RAMOS JR, A. N.; HEUKELBACH, J.; GOMIDE, M.; HINDERS, D. C.; SCHREUDER, P. A. Health systems research training as a tool for more effective Hansen's disease control programmes in Brazil. **Lepr Rev**, v. 77, n. 3, p. 175-188 2006.

RIBEIRO, L. C. Q. Hierarquização e identificação dos espaços urbanos. **Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrôpoles**, 2009.

RICHARDUS, J. H.; HABBEMA, J. D. The impact of leprosy control on the transmission of *M. leprae*: is elimination being attained? **Lepr Rev**, v. 78, n. 4, p. 330-7, Dec 2007.

RIDLEY, D.; JOPLING, W. Classification of leprosy according to immunity. A five-group system. **Int J Lepr Other Mycobact Dis**, v. 34, n. 3, p. 255 1966.

RODRIGUES, L. C.; LOCKWOOD, D. N. J. Leprosy now: epidemiology, progress, challenges, and research gaps. **Lancet Infect Dis**, v. 11, n. 6, p. 464-470 2011.

ROMERO-SALAZAR, A.; PARRA, M. C.; MOYA-HERNANDEZ, C.; RUJANO, R.; SALAS, J. El Estigma en la Representación Social de la Lepra. **Cad Saude Publica**, v. 11, n. 4, p. 535-42, Oct-Dec 1995.

SABROZA, P. C.; KAWA, H.; CAMPOS, W. S. Q.; MINAYO, M. C. S. **Os muitos Brasis: saúde e população na década de 80**. São Paulo: HUCITEC, 1995. 177-244

SANKOH, O. A.; YE, Y.; SAUERBORN, R.; MULLER, O.; BECHER, H. Clustering of childhood mortality in rural Burkina Faso. **Int J Epidemiol**, v. 30, n. 3, p. 485-92, Jun 2001.

SANTOS, M. **O espaço dividido: Os Dois Circuitos da Economia Urbana nos Países Subdesenvolvidos** Rio de Janeiro: Ed. Francisco Alves, 1979.

SANTOS, S. M.; BARCELOS, C. **Abordagens Espaciais na Saúde Pública**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 136 ISBN 85-334-1181-2.

SANTOS, S. M.; SOUZA, W. V. **Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública**. Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 120 ISBN 978-85-334-1427-3.

SCHURING, R. P.; RICHARDUS, J. H.; PAHAN, D.; OSKAM, L. Protective effect of the combination BCG vaccination and rifampicin prophylaxis in leprosy prevention. **Vaccine**, v. 27, n. 50, p. 7125-7128 2009.

SILVA, D. R. X.; IGNOTTI, E.; SOUZA-SANTOS, R.; HACON, S. S. Hanseníase, condições sociais e desmatamento na Amazônia brasileira. **Rev Panam Salud Publica**, v. 27, n. 4, p. 268-275 2010.

SILVA, L. J. O conceito de espaço na epidemiologia das doenças infecciosas. **Cad Saude Publica**, v. 13, n. 4, p. 585-593 1997.

SNOW, J. **On the mode of communication of cholera**. John Churchill, 1855.

STEVELINK, S.; VAN BRAKEL, W.; AUGUSTINE, V. Stigma and social participation in Southern India: Differences and commonalities among persons affected by leprosy and persons living with HIV/AIDS. **Psychol Health Med**, p. 1 2011.

SUSSER, M.; SUSSER, E. Choosing a future for epidemiology: I. Eras and paradigms. **Am J Public Health**, v. 86, n. 5, p. 668 1996a.

\_\_\_\_\_. Choosing a future for epidemiology: II. From black box to Chinese boxes and eco-epidemiology. **Am J Public Health**, v. 86, n. 5, p. 674 1996b.

TALHARI, S.; NEVES, R. G. **Dermatologia tropical - Hanseníase**. Manaus: Grafica Tropical, 1997.

TALHARI, S.; PENNA, G. Reflexões sobre a Política Global de Controle de Hanseníase. **Rev Soc Bras Med Trop**, v. 38, n. 4, p. 362-4, Jul-Aug 2005.

TAUIL, P. L. Controle de Agravos a Saúde: Consistância entre Objetivo e Medidas Preventivas. **IESUS**, v. 8, p. 55-58 1998.

TERRAVIEW 3.6.0. São José dos Campos, SP: INPE, 2010. 2010. Disponível em: < [www.dpi.inpe.br/terraview](http://www.dpi.inpe.br/terraview) >. Acesso em: 07/12/2010.

TOBLER, W. **Philosophy in geography.(Eds.) Gale, S. & Olssen, G.** 1979. 379-386

TRUMAN, R.; FINE, P. E. M. "Environmental" sources of Mycobacterium leprae: Issues and evidence. **Lepr Rev**, v. 81, n. 2, p. 89-95 2010.

TRUMAN, R. W.; SINGH, P.; SHARMA, R.; BUSSO, P.; ROUGEMONT, J.; PANIZ-MONDOLFI, A.; KAPOPOULOU, A.; BRISSE, S.; SCOLLARD, D. M.; GILLIS, T. P. Probable zoonotic leprosy in the southern United States. **N Engl J Med**, v. 364, n. 17, p. 1626-1633 2011.

VAN BEERS, S. M.; HATTA, M.; KLATSER, P. R. Patient contact is the major determinant in incident leprosy: implications for future control. **Int J Lepr Other Mycobact Dis**, v. 67, n. 2, p. 119-28, Jun 1999.

VAN BRAKEL, W. H.; OFFICER, A. Approaches and tools for measuring disability in low and middle-income countries. **Lepr Rev**, v. 79, n. 1, p. 50-64, Mar 2008.

VAN VEEN, N. H.; MEIMA, A.; RICHARDUS, J. H. The relationship between detection delay and impairment in leprosy control: a comparison of patient cohorts from Bangladesh and Ethiopia. **Lepr Rev**, v. 77, n. 4, p. 356-65, Dec 2006.

WALKER, S. L.; LOCKWOOD, D. N. Leprosy. **Clin Dermatol**, v. 25, n. 2, p. 165-72, Mar-Apr 2007.

WEISS, M. G.; RAMAKRISHNA, J.; SOMMA, D. Health-related stigma: rethinking concepts and interventions. **Psychol Health Med**, v. 11, n. 3, p. 277 2006.

WENG, X.; LI, K.; WEN, Y.; XING, Y.; LIU, J.; HONG, B.; LI, H.; VISSA, V. Study on the factors influencing steady transmission of leprosy in Qiubei county, China. **Zhonghua liuxingbingxue zazhi**, v. 32, n. 6, p. 559 2011.

WHO. **World Health Organization, Chemotherapy of Leprosy for Control Programmes: Report of a WHO Study Group [meeting Held in Geneva from 12 to 16 October 1981]**. World Health Organization, 1982.

\_\_\_\_\_. **World Health Organization, Expert Committee on Leprosy: sixth report**. World Health Organization, 1988.

\_\_\_\_\_. World Health Assembly. Leprosy Resolution WHA 44.9. **Press Release**, 1991.

\_\_\_\_\_. World Health Organization. Global leprosy situation, 1996. **Wkly Epidemiol Rec**, v. 71, n. 20, p. 149-156 1996.

\_\_\_\_\_. Shortening duration of treatment of multibacillary leprosy. Action Programme for the Elimination of Leprosy. **Indian J Lepr**, v. 69, n. 3, p. 267-270 1997.

\_\_\_\_\_. World Health Organization. Leprosy-Global situation, 2000. **Wkly Epidemiol Rec**, v. 75, p. 255-232 2000.

\_\_\_\_\_. World Health Assembly. Leprosy Resolution - WHA 54.2. **Press Release**, 2001.

\_\_\_\_\_. World Health Organization. Global Situation of Leprosy Control at the Beginning of the 21st Century. p. S15-S16, 2002.

\_\_\_\_\_. World Health Organization. Global leprosy situation, 2005. **Wkly Epidemiol Rec**, v. 77, p. 1-8 2005.

\_\_\_\_\_. World Health Organization. Global leprosy situation, 2006. **Wkly Epidemiol Rec**, v. 81, n. 32, p. 309-316 2006.

\_\_\_\_\_. World Health Organization. Global leprosy situation, 2007. **Wkly Epidemiol Rec**, v. 82, n. 25, p. 225-232 2007.

\_\_\_\_\_. **World Health Organization. Report of the Ninth Meeting of the WHO Technical Advisory Group on Leprosy Control**. India: 2008.

\_\_\_\_\_. World Health Organization. Enhanced Global Strategy for Further Reducing the Disease Burden due to Leprosy (Plan Period: 2011–2015). p. 28 2009.

\_\_\_\_\_. World Health Organization. Expert Committee on Leprosy, Geneva. **Seventh Report**, 2010a.

\_\_\_\_\_. World Health Organization. Global leprosy situation, 2009. **Wkly Epidemiol Rec**, v. 85, n. 35, p. 337-348 2010b.

## 8. APÊNDICES

### 8.1 Apêndice 1 – Municípios do agregado 1 da hanseníase que apresentaram casos de hanseníase notificados fora de sua residência, 2001 a 2009.

Nome do Município	Código do IBGE	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
Timon	211220	43	52	34	25	22	25	23	13	11	248
São José de Ribamar	211120	34	32	25	34	35	17	8	8	8	201
Paço do Lumiar	210750	41	32	17	24	15	9	6	5	6	155
Barão de Grajaú	210150	16	20	16	11	6	15	13	18	11	126
Marabá	150420	10	13	14	12	3	6	9	14	11	92
Santa Luzia	211000	17	21	10	14	18	8	1	0	0	89
Caxias	210300	4	9	1	7	7	9	6	7	10	60
Itupiranga	150370	3	10	11	13	4	5	7	3	2	58
Santa Maria das Barreiras	150658	9	2	9	9	7	4	9	6	3	58
Pacajá	150548	2	3	5	3	6	2	7	12	11	51
Baião	150120	4	3	7	8	3	8	3	6	2	44
Bom Jesus das Selvas	210203	11	12	4	8	3	3	2	0	0	43
Timbiras	211210	6	7	8	9	4	5	2	1	0	42
Cumaru do Norte	150276	3	4	6	5	1	6	2	5	6	38
Moju	150470	5	3	7	3	1	5	8	2	4	38
Eldorado dos Carajás	150295	5	4	6	8	3	2	6	1	1	36
Marajá do Sena	210635	4	7	2	6	10	5	2	0	0	36
Xinguara	150840	7	5	3	9	3	2	2	2	2	35
Cajari	210250	7	2	3	4	5	4	8	2	0	35
Miranda do Norte	210675	9	4	3	4	5	3	2	3	2	35
São Geraldo do Araguaia	150745	12	6	3	6	3	0	2	1	1	34
Redenção	150613	5	4	3	2	1	3	3	6	4	31
Conceição do Lago-Açu	210355	3	8	9	6	1	2	1	0	1	31
Curionópolis	150277	12	1	3	0	2	4	1	4	2	29
Bom Jardim	210200	5	5	7	5	6	0	0	1	0	29
Acará	150020	3	0	3	3	4	5	2	3	5	28
Água Azul do Norte	150034	7	5	2	5	3	2	1	1	2	28
São Luís	211130	1	4	5	3	3	3	2	4	3	28
União	221110	2	7	4	1	2	3	2	4	2	27
Alto Alegre do Maranhão	210043	8	8	2	3	1	0	2	2	0	26
Matões	210660	4	3	2	6	1	4	1	2	3	26
Piçarra	150563	6	2	2	4	2	2	3	4	0	25

Codó	210330	4	2	4	5	2	2	3	3	0	25
Imperatriz	210530	4	2	2	5	3	0	3	1	5	25
Breu Branco	150178	10	2	2	0	1	3	2	0	4	24
Dom Eliseu	150293	1	11	4	2	4	1	0	0	1	24
Ourilândia do Norte	150543	2	7	6	0	2	1	3	3	0	24
Floresta do Araguaia	150304	3	3	4	3	4	0	3	2	1	23
Tailândia	150795	6	4	5	2	1	1	0	2	2	23
Maracaçumé	210632	9	6	3	2	2	0	0	0	1	23
Senador La Rocque	211176	13	3	3	1	0	0	2	0	1	23
Igarapé-Miri	150330	4	4	2	0	3	2	1	2	4	22
Nova Ipixuna	150497	0	3	1	2	2	2	3	6	3	22
Rondon do Pará	150618	2	1	3	3	2	2	6	2	1	22
Itapecuru Mirim	210540	4	0	5	2	3	5	1	0	2	22
Santa Rita	211020	7	2	0	4	5	2	0	1	1	22
Cachoeira do Piriá	150195	6	5	0	6	0	1	2	1	0	21
Canaã dos Carajás	150215	2	4	2	4	1	4	1	2	1	21
Tucumã	150808	3	3	3	1	4	2	1	2	1	20
Lago Verde	210590	2	3	10	3	1	0	1	0	0	20
Goianésia do Pará	150309	0	3	3	2	2	3	3	1	2	19
Açailândia	210005	6	2	0	4	1	2	2	2	0	19
Pinheiro	210860	6	6	1	1	3	1	1	0	0	19
Santa Helena	210980	4	5	1	2	3	0	2	0	2	19
Vargem Grande	211270	5	2	2	2	3	4	0	0	1	19
Vitória do Mearim	211290	2	1	4	3	0	2	1	4	2	19
Bannach	150125	6	3	1	2	0	0	3	1	2	18
Mocajuba	150460	4	3	1	4	2	2	0	0	2	18
São João do Araguaia	150750	2	0	5	3	3	2	0	2	1	18
Arari	210100	4	2	0	2	4	3	2	1	0	18
Bacabal	210120	4	3	2	1	2	1	3	1	1	18
Bacabeira	210125	4	5	0	1	5	1	0	0	2	18
Bequimão	210190	5	1	0	3	0	1	1	3	4	18
Lagoa Grande do Maranhão	210596	6	4	5	0	3	0	0	0	0	18
Parnarama	210780	4	3	0	1	0	5	1	3	1	18
Paulo Ramos	210810	3	5	4	5	1	0	0	0	0	18
Jerumenha	220530	3	5	3	1	1	0	2	2	1	18
Jacundá	150380	4	2	6	1	1	1	0	1	1	17
São Domingos do Araguaia	150715	4	1	4	0	3	0	2	2	1	17
Santa Fé do Araguaia	171886	9	1	4	0	0	0	3	0	0	17
Jenipapo dos Vieiras	210547	2	4	8	1	2	0	0	0	0	17
Matinha	210650	3	1	4	3	3	1	1	0	1	17
Buritcupu	210232	5	0	5	2	0	0	2	2	0	16
Chapadinha	210320	3	2	0	6	2	0	2	1	0	16
Itinga do Maranhão	210542	6	2	2	1	1	1	1	2	0	16
Penalva	210830	5	4	2	3	2	0	0	0	0	16
Tuntum	211230	7	1	1	3	1	2	1	0	0	16
Zé Doca	211400	5	2	2	2	2	0	0	1	2	16
Cametá	150210	4	2	0	3	0	0	5	1	0	15
Capitão Poço	150230	0	6	1	1	0	1	0	3	3	15
Novo Repartimento	150506	2	3	1	0	3	2	1	2	1	15
Aragominas	170130	4	6	3	0	0	1	1	0	0	15

Nova Olinda	171488	3	5	3	2	0	0	0	2	0	15
Alto Alegre do Pindaré	210047	2	1	2	2	1	0	3	3	1	15
Brejo de Areia	210215	0	3	8	4	0	0	0	0	0	15
Cidelândia	210325	2	0	2	4	1	2	0	4	0	15
Dom Pedro	210380	0	3	4	2	2	1	0	2	1	15
Monção	210690	0	2	2	4	4	1	0	1	1	15
Pindaré-Mirim	210850	2	2	2	1	2	3	2	1	0	15
Santa Inês	210990	2	4	1	3	1	1	2	0	1	15
Viana	211280	6	1	1	1	3	1	1	1	0	15
Conceição do Araguaia	150270	0	1	5	1	1	2	1	2	1	14
Paragominas	150550	2	2	1	0	1	1	2	2	3	14
Goianorte	170830	1	1	2	0	1	8	1	0	0	14
Goiatins	170900	0	1	0	2	1	3	0	5	2	14
Wanderlândia	172208	1	6	4	3	0	0	0	0	0	14
Barra do Corda	210160	4	3	0	0	1	2	1	2	1	14
Buritirana	210235	9	2	1	0	1	1	0	0	0	14
Lago da Pedra	210570	3	2	2	4	1	0	0	2	0	14
Matões do Norte	210663	5	1	0	0	0	3	1	2	2	14
Presidente Dutra	210910	2	2	2	1	3	3	1	0	0	14
São João do Soter	211107	5	1	0	0	4	1	1	2	0	14
São Mateus do Maranhão	211150	2	5	3	3	0	1	0	0	0	14
São Miguel do Guamá	150760	5	2	2	4	0	0	0	0	0	13
Araguaína	170210	2	2	0	0	1	2	2	3	1	13
Pedreiras	210820	4	2	3	2	0	1	0	1	0	13
Peritoró	210845	2	1	0	3	1	4	1	1	0	13
Lagoa do Piauí	220558	2	6	4	1	0	0	0	0	0	13
Tomé-Açu	150800	1	1	3	2	2	0	1	1	1	12
Alcântara	210020	3	2	2	1	1	1	1	0	1	12
Cantanhede	210270	3	1	0	1	5	1	0	1	0	12
Carolina	210280	5	2	1	1	0	1	1	1	0	12
Grajaú	210480	2	2	1	3	0	0	1	3	0	12
Bujaru	150190	2	1	1	1	0	2	2	1	1	11
Carmolândia	170388	7	1	2	0	0	1	0	0	0	11
Altamira do Maranhão	210040	1	1	5	3	0	0	0	1	0	11
Governador Nunes Freire	210467	4	2	1	1	1	1	0	0	1	11
São Bento	211050	1	2	3	0	3	1	1	0	0	11
São Domingos do Maranhão	211070	1	2	4	2	0	2	0	0	0	11
Mãe do Rio	150405	3	3	0	0	1	1	1	0	1	10
Parauapebas	150553	1	1	1	1	2	0	1	3	0	10
Pau D'Arco	150555	2	0	2	1	2	1	0	0	2	10
Guaraí	170930	0	0	1	2	3	2	0	0	2	10
Arame	210095	2	1	2	1	1	0	0	1	2	10
Bom Lugar	210207	4	3	1	1	0	0	1	0	0	10
Governador Archer	210450	0	4	2	2	0	1	0	1	0	10
Morros	210710	3	2	3	0	1	1	0	0	0	10
Palmeirândia	210760	3	2	0	0	2	0	1	2	0	10

Vitorino Freire	211300	1	2	2	3	0	1	0	0	1	10
Demerval Lobão	220330	1	1	1	3	0	0	0	1	3	10
Concórdia do Pará	150275	2	3	0	0	1	1	1	0	1	9
Ipixuna do Pará	150345	2	2	0	1	0	0	0	2	2	9
Arapoema	170230	2	3	1	0	0	0	0	3	0	9
Dois Irmãos do Tocantins	170720	1	2	3	0	0	1	0	2	0	9
Governador Edison Lobão	210455	1	2	0	1	1	1	0	3	0	9
Pirapemas	210880	2	0	3	2	1	0	0	1	0	9
Riachão	210950	3	0	0	1	0	1	1	2	1	9
Rosário	210960	1	0	3	3	0	0	1	1	0	9
Santa Luzia do Paruá	211003	1	2	3	3	0	0	0	0	0	9
Amarante	220050	1	1	2	0	2	1	0	2	0	9
Floriano	220390	0	1	0	2	2	2	0	2	0	9
Bom Jesus do Tocantins	150157	1	1	3	2	0	0	0	0	1	8
Garrafão do Norte	150307	2	1	1	1	0	0	0	1	2	8
Santa Luzia do Pará	150655	3	0	1	0	1	0	1	0	2	8
Araguatins	170220	2	0	0	1	1	1	0	3	0	8
Filadélfia	170770	1	0	5	1	0	1	0	0	0	8
Itaporã do Tocantins	171110	3	0	0	0	0	3	2	0	0	8
Miracema do Tocantins	171320	2	2	1	1	0	0	0	0	2	8
Miranorte	171330	1	3	1	1	0	0	1	0	1	8
Pequizeiro	171665	1	1	2	2	0	2	0	0	0	8
Amarante do Maranhão	210060	5	0	0	2	0	0	1	0	0	8
Anajatuba	210070	3	0	2	0	2	1	0	0	0	8
Itaipava do Grajaú	210535	2	3	1	1	0	1	0	0	0	8
Nova Olinda do Maranhão	210735	1	2	1	0	1	1	0	0	2	8
Peri Mirim	210840	0	0	0	0	0	1	2	3	2	8
Presidente Vargas	210930	1	1	1	3	1	1	0	0	0	8
São Francisco do Brejão	211085	0	3	2	2	1	0	0	0	0	8
São Luís Gonzaga do Maranhão	211140	0	1	4	1	0	0	1	0	1	8
São Pedro do Piauí	221050	1	1	2	3	0	0	0	1	0	8
Teresina	221100	0	0	1	1	3	0	2	0	1	8
Araguanã	170215	1	2	3	1	0	0	0	0	0	7
Barrolândia	170310	0	2	1	0	1	2	0	0	1	7
Afonso Cunha	210010	2	1	1	0	0	1	1	1	0	7
Bela Vista do Maranhão	210177	2	1	1	0	1	2	0	0	0	7
Coroatá	210360	1	2	0	1	0	1	0	1	1	7
João Lisboa	210550	5	0	0	1	0	0	0	0	1	7
Pedro do Rosário	210825	1	1	0	3	0	0	1	0	1	7
Presidente Sarney	210927	1	5	0	1	0	0	0	0	0	7
Ribamar Fiquene	210955	2	2	1	0	1	0	0	1	0	7
São Raimundo das Mangabeiras	211160	1	1	0	2	1	2	0	0	0	7
Canavieira	220225	0	0	1	1	1	0	0	1	3	7

Palmeirais	220750	1	1	0	1	2	0	1	0	1	7
Aurora do Pará	150095	1	2	1	1	1	0	0	0	0	6
Palmeirante	171570	0	0	1	3	1	1	0	0	0	6
Xambioá	172210	1	1	2	0	0	1	0	0	1	6
Aldeias Altas	210030	1	0	2	1	0	0	1	1	0	6
Capinzal do Norte	210275	2	1	1	0	0	0	0	1	1	6
Coelho Neto	210340	1	4	0	1	0	0	0	0	0	6
Feira Nova do Maranhão	210407	0	3	2	1	0	0	0	0	0	6
Icatu	210510	0	1	1	2	1	1	0	0	0	6
Lago do Junco	210580	3	2	0	0	1	0	0	0	0	6
Maranhãozinho	210637	1	1	0	0	3	0	0	1	0	6
Poção de Pedras	210890	2	0	0	0	0	2	1	1	0	6
São Francisco do Maranhão	211090	0	1	0	3	1	0	0	1	0	6
São João Batista	211100	2	0	0	0	1	0	2	0	1	6
São João dos Patos	211110	0	1	1	0	2	0	0	1	1	6
São Pedro da Água Branca	211153	1	1	2	1	0	1	0	0	0	6
Satubinha	211172	0	1	2	3	0	0	0	0	0	6
São Gonçalo do Piauí	220980	0	4	0	1	0	0	0	1	0	6
Brejo Grande do Araguaia	150175	1	1	1	0	1	0	0	1	0	5
Rio Maria	150616	0	0	1	1	0	1	0	2	0	5
Tucuruí	150810	0	1	1	0	3	0	0	0	0	5
Aparecida do Rio Negro	170110	2	1	1	0	1	0	0	0	0	5
Colinas do Tocantins	170550	0	2	0	0	0	1	0	0	2	5
Pedro Afonso	171650	0	2	0	0	1	1	0	1	0	5
Rio Sono	171875	0	1	0	2	0	0	1	0	1	5
Amapá do Maranhão	210055	1	0	1	0	2	1	0	0	0	5
Axixá	210110	1	1	0	0	1	1	0	0	1	5
Bernardo do Mearim	210193	1	1	1	0	0	2	0	0	0	5
Centro Novo do Maranhão	210317	1	2	0	0	1	0	0	1	0	5
Esperantinópolis	210400	1	0	1	1	0	0	1	1	0	5
Montes Altos	210700	2	1	1	0	0	0	0	0	1	5
Olho d'Água das Cunhãs	210740	4	0	0	0	0	1	0	0	0	5
Sambaíba	210970	0	0	0	0	0	1	3	1	0	5
Santo Antônio dos Lopes	211030	1	0	1	0	2	1	0	0	0	5
São Benedito do Rio Preto	211040	1	0	1	3	0	0	0	0	0	5
Sucupira do Riachão	211195	1	1	1	1	1	0	0	0	0	5
Turilândia	211245	1	1	2	0	0	0	0	1	0	5
Bertolínia	220170	2	0	0	1	0	0	1	0	1	5
Cristino Castro	220310	1	0	1	0	1	1	0	1	0	5
Guadalupe	220450	1	2	0	0	1	0	0	0	1	5
Sebastião Leal	221063	1	1	0	0	1	1	0	0	1	5
Ourém	150540	2	0	0	0	1	0	1	0	0	4
São Domingos do Capim	150720	0	1	0	2	0	1	0	0	0	4

Axixá do Tocantins	170290	1	0	0	3	0	0	0	0	0	4
Buriti do Tocantins	170380	0	0	2	2	0	0	0	0	0	4
Couto Magalhães	170600	3	0	1	0	0	0	0	0	0	4
Darcinópolis	170650	0	0	2	2	0	0	0	0	0	4
Itacajá	171050	0	2	2	0	0	0	0	0	0	4
Itaguatins	171070	0	1	1	1	0	0	0	1	0	4
Juarina	171180	0	0	1	3	0	0	0	0	0	4
Pau D'Arco	171630	2	0	1	0	1	0	0	0	0	4
Sítio Novo do Tocantins	172080	2	1	0	1	0	0	0	0	0	4
Alto Parnaíba	210050	1	1	0	0	1	0	0	1	0	4
Araguanã	210087	0	0	1	2	0	0	0	0	1	4
Buriti Bravo	210230	0	0	1	0	0	3	0	0	0	4
Campestre do Maranhão	210255	2	1	0	1	0	0	0	0	0	4
Centro do Guilherme	210315	3	0	0	0	0	0	1	0	0	4
Colinas	210350	1	2	0	1	0	0	0	0	0	4
Estreito	210405	1	2	0	0	0	0	0	0	1	4
Formosa da Serra Negra	210409	1	0	0	0	0	2	0	0	1	4
Governador Eugênio Barros	210460	0	0	0	0	1	0	0	1	2	4
Igarapé do Meio	210515	1	1	0	1	0	0	0	1	0	4
Lima Campos	210600	2	0	0	0	1	0	0	1	0	4
Mirador	210670	1	0	0	0	2	0	1	0	0	4
São José dos Brasília	211125	0	3	0	1	0	0	0	0	0	4
São Raimundo do Doca Bezerra	211163	1	0	1	2	0	0	0	0	0	4
São Vicente Ferrer	211170	0	0	1	3	0	0	0	0	0	4
Senador Alexandre Costa	211174	1	0	0	0	0	0	1	1	1	4
Sítio Novo	211180	2	0	0	0	0	1	0	1	0	4
Trizidela do Vale	211223	2	0	0	0	0	1	0	1	0	4
Tufilândia	211227	1	0	0	0	0	0	2	1	0	4
Alvorada do Gurguéia	220045	0	1	1	1	0	0	1	0	0	4
Bom Jesus	220190	1	0	0	1	0	1	1	0	0	4
Itaueira	220510	0	1	0	1	0	1	0	1	0	4
Marcos Parente	220600	0	1	1	0	0	2	0	0	0	4
Rio Grande do Piauí	220900	2	0	0	0	2	0	0	0	0	4
Nova Esperança do Piriá	150495	0	1	1	0	0	0	0	0	1	3
Sapucaia	150775	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Ulianópolis	150812	1	0	1	1	0	0	0	0	0	3
Babaçulândia	170300	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
Bernardo Sayão	170320	0	0	1	1	0	0	0	0	1	3
Centenário	170410	1	1	0	0	0	0	1	0	0	3
Lajeado	171200	0	1	2	0	0	0	0	0	0	3
Palmeiras do Tocantins	171380	0	1	0	2	0	0	0	0	0	3
Sampaio	171880	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
São Felix do Tocantins	172015	0	0	0	1	1	1	0	0	0	3

Tocantínia	172110	0	0	1	1	0	0	1	0	0	3
Balsas	210140	0	0	0	0	0	1	0	0	2	3
Duque Bacelar	210390	1	0	1	0	0	1	0	0	0	3
Governador Newton Bello	210465	0	0	0	1	0	1	0	1	0	3
Igarapé Grande	210520	1	0	0	1	0	0	0	1	0	3
Joselândia	210560	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3
Junco do Maranhão	210565	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
Mirinzal	210680	1	0	1	0	0	0	0	1	0	3
Nova Colinas	210725	1	0	0	1	0	0	0	1	0	3
Olinda Nova do Maranhão	210745	0	1	0	1	1	0	0	0	0	3
Paraibano	210770	0	0	0	1	0	0	1	0	1	3
Pastos Bons	210800	1	1	0	0	1	0	0	0	0	3
Pio XII	210870	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
Presidente Juscelino	210920	0	0	1	1	1	0	0	0	0	3
São Domingos do Azeitão	211065	0	1	1	0	0	0	0	0	1	3
São Roberto	211167	0	1	2	0	0	0	0	0	0	3
Vila Nova dos Martírios	211285	2	0	1	0	0	0	0	0	0	3
Agricolândia	220010	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
Água Branca	220020	0	0	1	0	0	1	1	0	0	3
Lagoinha do Piauí	220554	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
Landri Sales	220560	0	1	0	0	1	0	0	1	0	3
Miguel Leão	220630	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Regeneração	220880	0	1	1	0	0	1	0	0	0	3
Irituia	150350	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
Palestina do Pará	150549	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
Ananás	170100	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
Bandeirantes do Tocantins	170305	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Esperantina	170740	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Fortaleza do Tabocão	170825	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
Itapiratins	171090	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
Lizarda	171240	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Muricilândia	171395	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Piraquê	171720	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Recursolândia	171850	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Riachinho	171855	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
Rio dos Bois	171870	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Tocantinópolis	172120	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
Boa Vista do Gurupi	210197	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
Cachoeira Grande	210237	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2
Cajapió	210240	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
Central do Maranhão	210312	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
Davinópolis	210375	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Fernando Falcão	210408	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Gonçalves Dias	210440	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Lago dos Rodrigues	210594	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Loreto	210610	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
Nina Rodrigues	210720	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2

Nova Iorque	210730	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Passagem Franca	210790	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
Presidente Médici	210923	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Santa Filomena do Maranhão	210975	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
São João do Carú	211102	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
São João do Paraíso	211105	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Sucupira do Norte	211190	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Antônio Almeida	220080	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Currais	220323	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
Curralinhos	220325	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Francisco Ayres	220410	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
Gilbués	220440	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Monte Alegre do Piauí	220660	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Pavussu	220785	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
Porto Alegre do Piauí	220855	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
Uruçuí	221120	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Abel Figueiredo	150013	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Abreulândia	170025	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Araguacema	170190	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Barra do Ouro	170307	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Bom Jesus do Tocantins	170330	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Brasilândia do Tocantins	170360	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Cachoeirinha	170382	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Campos Lindos	170384	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Maurilândia do Tocantins	171280	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Novo Acordo	171510	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Colmeia	171670	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Praia Norte	171830	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
São Bento do Tocantins	172010	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
São Miguel do Tocantins	172020	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Bacurituba	210135	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Benedito Leite	210180	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Fortaleza dos Nogueiras	210410	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Fortuna	210420	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Graça Aranha	210470	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Jatobá	210545	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Lagoa do Mato	210592	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Lajeado Novo	210598	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Porto Franco	210900	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
São Félix de Balsas	211080	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Serrano do Maranhão	211178	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Baixa Grande do Ribeiro	220115	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Barreiras do Piauí	220130	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Colônia do Gurguéia	220275	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Palmeira do Piauí	220740	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Aguiarnópolis	170030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Angico	170105	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Augustinópolis	170255	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Carrasco Bonito	170389	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luzinópolis	171245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nazaré	171430	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Presidente Kennedy	171840	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Santa Maria do Tocantins	171888	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Santa Terezinha do Tocantins	172000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
São Sebastião do Tocantins	172030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tupirama	172125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tupiratins	172130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Governador Luiz Rocha	210462	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
São Pedro dos Crentes	211157	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tasso Fragoso	211200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Angical do Piauí	220060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eliseu Martins	220360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jardim do Mulato	220525	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manoel Emídio	220590	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Redenção do Guegueia	220870	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ribeiro Gonçalves	220890	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Santa Filomena	220920	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Santa Luz	220930	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Santo Antônio dos Milagres	220945	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**8.2 Apêndice 2 – Municípios que notificaram casos de hanseníase residentes em outros municípios do agregado 1 da hanseníase, 2001 a 2009.**

Nome do Município	Código do IBGE	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Total
São Luís	211130	169	115	81	120	95	58	34	23	24	719
Teresina	221100	87	95	61	61	43	60	46	42	21	516
Floriano	220390	26	33	25	17	16	18	19	25	19	198
Araguaína	170210	67	44	47	20	9	2	3	2	2	196
Goiânia	520870	12	13	10	4	14	17	15	32	29	146

Marabá	150420	8	27	25	23	13	9	17	15	7	144
Parauapebas	150553	15	18	8	15	5	14	10	17	8	110
Imperatriz	210530	58	8	10	12	6	3	5	6	2	110
Redenção	150613	11	5	17	12	12	12	10	9	11	99
Bacabal	210120	5	23	46	22	0	0	1	0	0	97
Belém	150140	16	13	17	12	7	7	2	10	11	95
Marituba	150442	25	16	6	4	8	1	8	6	12	86
Arame	210095	11	20	9	14	22	10	0	0	0	86
Tucuruí	150810	22	9	8	10	4	12	6	6	6	83
Lago da Pedra	210570	13	15	9	5	10	0	0	0	0	52
Açailândia	210005	12	16	9	5	2	4	1	0	0	49
Caxias	210300	12	7	5	4	5	6	2	6	2	49
Codó	210330	8	9	9	11	4	4	3	1	0	49
Buriticupu	210232	9	5	9	12	6	2	2	1	0	46
Pinheiro	210860	10	10	0	3	5	1	4	7	4	44
Jacundá	150380	0	5	3	5	5	5	10	4	5	42
Brasília	530010	6	8	4	2	5	6	4	2	5	42
Barra do Corda	210160	10	4	13	7	2	2	1	0	0	39
Timon	211220	3	2	2	6	5	8	4	5	4	39
Xinguara	150840	7	3	4	6	3	2	2	8	2	37
Paço do Lumiar	210750	1	5	5	10	7	1	2	1	1	33
Arari	210100	6	1	4	2	1	2	2	6	3	27
São Mateus do Maranhão	211150	5	7	1	2	1	4	1	3	3	27
Abaetetuba	150010	3	2	7	1	2	4	3	0	4	26
Itapecuru Mirim	210540	4	2	4	5	6	0	0	2	1	24
Castanhal	150240	0	5	5	3	1	2	0	1	5	22
Palmas	172100	3	8	3	2	2	1	1	1	1	22
Viana	211280	1	4	6	2	3	1	2	0	3	22
Vitória do Mearim	211290	7	1	1	1	1	4	4	2	1	22
Anapu	150085	0	0	0	1	4	1	1	9	5	21
Rio Maria	150616	11	4	3	0	0	0	3	0	0	21
Balsas	210140	5	3	2	5	0	1	1	3	1	21
Itinga do Maranhão	210542	1	11	3	2	3	1	0	0	0	21
Colinas do Tocantins	170550	2	1	5	7	0	1	2	2	0	20
Pedreiras	210820	8	0	2	0	2	4	1	1	2	20
Conceição do Araguaia	150270	8	1	4	2	1	0	2	1	0	19
Maranhãozinho	210637	9	3	3	1	0	0	0	0	1	17
Pindaré Mirim	210850	2	2	3	5	5	0	0	0	0	17
Santa Inês	210990	4	1	0	1	4	4	1	2	0	17
Bannach	150125	1	6	5	0	2	1	1	0	0	16
Mocajuba	150460	2	1	0	2	0	2	7	2	0	16

Colméia	171670	2	1	1	0	0	12	0	0	0	16
Sapucaia	150775	0	0	0	8	1	1	1	2	2	15
Grajaú	210480	4	3	2	0	0	1	0	2	2	14
Penalva	210830	1	0	0	4	4	4	1	0	0	14
Santo Antônio dos Lopes	211030	1	5	3	4	0	0	0	0	1	14
Cametá	150210	0	0	3	1	1	2	2	0	3	12
Governador Nunes Freire	210467	8	4	0	0	0	0	0	0	0	12
Presidente Dutra	210910	3	2	2	3	0	1	0	1	0	12
Curionópolis	150277	1	2	3	3	1	0	1	0	0	11
Paraíso do Tocantins	171610	1	3	1	1	1	2	0	1	1	11
Água Branca	220020	1	7	2	1	0	0	0	0	0	11
Ourilândia do Norte	150543	2	3	2	0	1	0	1	0	1	10
Pio XII	210870	5	1	1	3	0	0	0	0	0	10
São José de Ribamar	211120	1	1	0	0	4	2	0	2	0	10
Zé Doca	211400	1	1	2	4	0	1	0	0	1	10
Concórdia do Pará	150275	0	0	0	5	0	3	0	1	0	9
Guaraí	170930	3	2	1	0	0	0	3	0	0	9
Itacajá	171050	1	0	0	0	1	3	0	3	1	9
Coelho Neto	210340	4	1	2	0	0	0	1	0	1	9
São João dos Patos	211110	1	2	2	2	2	0	0	0	0	9
Demerval Lobão	220330	1	5	3	0	0	0	0	0	0	9
Buriti do Tocantins	170380	0	0	0	1	1	2	0	4	0	8
Miracema do Tocantins	171320	1	3	2	1	1	0	0	0	0	8
Miranorte	171330	0	1	4	0	0	0	0	1	2	8
Eldorado dos Carajás	150295	6	1	0	0	0	0	0	0	0	7
Novo Repartimento	150506	0	0	1	1	1	0	1	0	3	7
São Geraldo do Araguaia	150745	1	0	1	2	3	0	0	0	0	7
Augustinópolis	170255	3	2	0	2	0	0	0	0	0	7
Araguanã	210087	4	1	1	1	0	0	0	0	0	7
Centro Novo do Maranhão	210317	1	2	0	3	0	1	0	0	0	7
Colinas	210350	1	0	4	1	0	0	1	0	0	7
Coroatá	210360	0	0	0	3	1	1	1	1	0	7
Paulo Ramos	210810	0	1	0	1	1	2	2	0	0	7
Rosário	210960	2	2	1	0	0	0	0	0	2	7
Santa Luzia	211000	0	0	1	0	0	0	3	3	0	7
Altamira	150060	0	0	2	0	0	1	2	0	1	6
Capanema	150220	2	0	0	0	1	0	3	0	0	6
Itupiranga	150370	0	0	1	0	0	0	0	0	5	6

Paragominas	150550	1	0	0	1	0	1	0	2	1	6
Xambioá	172210	1	1	1	3	0	0	0	0	0	6
Miranda do Norte	210675	3	1	0	1	0	0	0	1	0	6
União	221110	0	0	0	0	0	0	0	1	5	6
Uruçuí	221120	0	2	0	0	1	1	1	0	1	6
Bom Jesus do Tocantins	150157	0	0	2	0	1	0	0	0	2	5
Igarapé-Miri	150330	0	3	0	2	0	0	0	0	0	5
Nova Ipixuna	150497	0	0	4	0	0	0	0	1	0	5
Santana do Araguaia	150670	0	1	0	0	0	0	1	3	0	5
Araguanã	170215	1	0	0	1	0	1	1	1	0	5
Araguatins	170220	2	1	1	0	0	0	0	1	0	5
Alto Alegre do Pindaré	210047	1	2	0	0	1	0	1	0	0	5
Anajatuba	210070	0	0	0	0	1	1	2	1	0	5
Centro do Guilherme	210315	0	0	0	1	4	0	0	0	0	5
João Lisboa	210550	1	2	2	0	0	0	0	0	0	5
Monção	210690	0	0	0	0	1	1	2	1	0	5
Riachão	210950	0	2	1	1	0	1	0	0	0	5
Canaã dos Carajás	150215	0	0	0	1	2	1	0	0	0	4
Ipixuna do Pará	150345	0	1	1	0	1	0	0	1	0	4
Rondon do Pará	150618	1	1	1	0	1	0	0	0	0	4
Santa Luzia do Pará	150655	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4
São João do Araguaia	150750	2	1	0	1	0	0	0	0	0	4
Aparecida do Rio Negro	170110	0	0	0	2	0	0	1	0	1	4
Goiatins	170900	0	1	0	1	0	1	0	1	0	4
Bom Jardim	210200	0	0	0	0	2	0	0	1	1	4
Cantanhede	210270	3	0	0	1	0	0	0	0	0	4
Junco do Maranhão	210565	0	0	3	0	0	0	1	0	0	4
São Luís Gonzaga do Maranhão	211140	0	1	2	1	0	0	0	0	0	4
Bom Jesus	220190	0	2	1	0	0	0	0	0	1	4
Abel Figueiredo	150013	1	0	2	0	0	0	0	0	0	3
Dom Eliseu	150293	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3
Mãe do Rio	150405	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
Tomé-Açu	150800	0	0	0	0	0	1	1	0	1	3
Tucumã	150808	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
Muricilândia	171395	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3
Porto Nacional	171820	0	0	1	1	0	1	0	0	0	3
Tocantinópolis	172120	1	0	0	1	0	0	0	0	1	3
Boa Vista do Gurupi	210197	0	0	0	2	0	0	0	1	0	3

Dom Pedro	210380	0	0	0	0	2	1	0	0	0	3
Estreito	210405	0	1	0	1	0	0	1	0	0	3
Governador Edison Lobão	210455	0	2	0	0	1	0	0	0	0	3
Lima Campos	210600	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3
Peri Mirim	210840	0	0	0	0	0	0	1	0	2	3
Poço de Pedras	210890	0	0	1	1	0	0	0	1	0	3
Porto Franco	210900	2	0	0	1	0	0	0	0	0	3
Presidente Vargas	210930	0	0	1	1	0	1	0	0	0	3
Vitorino Freire	211300	1	0	1	0	1	0	0	0	0	3
Colônia do Gurguéia	220275	0	0	1	1	0	0	1	0	0	3
Bragança	150170	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Brejo Grande do Araguaia	150175	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Breu Branco	150178	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2
Goianésia do Pará	150309	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
Igarapé-Açu	150320	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Itaituba	150360	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Limoeiro do Ajuru	150400	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
Moju	150470	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Santa Isabel do Pará	150650	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
São Domingos do Capim	150720	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Tailândia	150795	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
Axixá do Tocantins	170290	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Barra do Ouro	170307	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Centenário	170410	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Gurupi	170950	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
Pedro Afonso	171650	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Presidente Kennedy	171840	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Carolina	210280	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2
Igarapé Grande	210520	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Maracaçumé	210632	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
Paraibano	210770	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Santa Helena	210980	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Santa Luzia do Paruá	211003	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
São Domingos do Maranhão	211070	0	1	0	0	0	1	0	0	0	2
São João Batista	211100	0	0	0	1	0	1	0	0	0	2
São Pedro dos Crentes	211157	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
São Vicente Ferrer	211170	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
Sítio Novo	211180	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2

Tuntum	211230	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Vargem Grande	211270	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
Amarante	220050	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Parnaíba	220770	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
São Paulo	355030	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
Anápolis	520110	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
Manaus	130260	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Água Azul do Norte	150034	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Capitão Poço	150230	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Pau d'Arco	150555	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Piçarra	150563	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Primavera	150610	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
São Domingos do Araguaia	150715	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
São Félix do Xingu	150730	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
São Miguel do Guamá	150760	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Ulianópolis	150812	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Macapá	160030	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Aguiarnópolis	170030	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Aragominas	170130	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Araguacema	170190	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Bernardo Sayão	170320	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Esperantina	170740	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Filadélfia	170770	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Formoso do Araguaia	170820	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Itaporã do Tocantins	171110	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Maurilândia do Tocantins	171280	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Nova Olinda	171488	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Pium	171750	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Rio dos Bois	171870	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Rio Sono	171875	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Santa Maria do Tocantins	171888	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Afonso Cunha	210010	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Alcântara	210020	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Amapá do Maranhão	210055	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Amarante do Maranhão	210060	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Axixá	210110	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Bernardo do Mearim	210193	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Buritirana	210235	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

Cândido Mendes	210260	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Capinzal do Norte	210275	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Carutapera	210290	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Chapadinha	210320	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Cururupu	210370	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Esperantinópolis	210400	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Fernando Falcão	210408	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Gonçalves Dias	210440	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Governador Eugênio Barros	210460	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Governador Luiz Rocha	210462	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Igarapé do Meio	210515	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Itaipava do Grajaú	210535	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Joselândia	210560	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Lago Verde	210590	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Matões do Norte	210663	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Mirador	210670	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Nina Rodrigues	210720	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Nova Olinda do Maranhão	210735	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Olho d'Água das Cunhãs	210740	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Parnarama	210780	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Peritoró	210845	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Pirapemas	210880	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Presidente Juscelino	210920	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Raposa	210945	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
São Bento	211050	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
São João do Paraíso	211105	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Senador La Rocque	211176	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Sucupira do Norte	211190	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Turilândia	211245	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Angical do Piauí	220060	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Campo Maior	220220	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Corrente	220290	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Monsenhor Gil	220640	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Regeneração	220880	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Fortaleza	230440	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Garanhuns	260600	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Recife	261160	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Barreiras	290320	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Vitória da Conquista	293330	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1

Belo Horizonte	310620	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Ipatinga	313130	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
São João do Paraíso	316270	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Araraquara	350320	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Luiziânia	352770	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Sorocaba	355220	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Ivaiporã	411150	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Campo Grande	500270	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Guarantã do Norte	510410	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Tangará da Serra	510795	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Aparecida de Goiânia	520140	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Senador Canedo	522045	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

**8.3 Apêndice 3 – Coeficiente de detecção geral médio da hanseníase no período de 2001 a 2009 em municípios de alto risco de transmissão.**

Código do IBGE	Nome do Município	Média de Casos Novos	População em 2005	Coef. de Detecção Geral Bruto	Coef. de Detecção Geral Suavizado
150013	Abel Figueiredo	7,1	6953	102,27	129,11
150020	Acará	14,8	61487	24,03	27,35
150034	Água Azul do Norte	15,9	31629	50,24	65,40
150095	Aurora do Pará	8,0	24346	32,86	41,97
150120	Baião	19,1	21772	87,78	102,47
150125	Bannach	8,0	3410	234,60	216,65
150157	Bom Jesus do Tocantins	18,7	14062	132,75	143,07
150175	Brejo Grande do Araguaia	4,3	8124	53,34	61,44
150178	Breu Branco	80,6	44149	182,46	177,60
150190	Bujaru	11,2	25363	44,25	41,98
150195	Cachoeira do Piriá	12,2	19947	61,27	62,04
150210	Cametá	71,7	105414	67,99	69,13
150215	Canaã dos Carajás	25,8	13424	192,03	196,56
150230	Capitão Poço	21,1	52473	40,23	41,04
150270	Conceição do Araguaia	85,1	44224	192,45	186,59
150275	Concórdia do Pará	18,9	24534	76,99	74,57
150276	Cumarú do Norte	9,4	6174	152,97	176,42
150277	Curionópolis	57,1	14654	389,73	354,46
150293	Dom Eliseu	93,4	49033	190,57	173,75
150295	Eldorado dos Carajás	84,0	40969	205,03	203,15
150304	Floresta do Araguaia	21,9	15182	144,18	148,30
150307	Garrafão do Norte	8,7	26567	32,62	34,86
150309	Goianésia do Pará	38,4	29981	128,23	137,26
150330	Igarapé-Miri	38,3	59346	64,59	68,12
150345	Ipixuna do Pará	26,1	35067	74,46	78,04
150350	Irituia	5,4	30148	18,06	25,48
150370	Itupiranga	73,3	62860	116,66	120,79
150380	Jacundá	161,6	47177	342,45	332,94
150405	Mãe do Rio	22,2	23001	96,61	79,84
150420	Marabá	306,6	195806	156,56	156,99
150460	Mocajuba	28,9	21821	132,39	95,15
150470	Moju	44,8	60806	73,64	74,82
150495	Nova Esperança do Piriá	3,8	26566	14,22	20,25
150497	Nova Ipixuna	22,4	13968	160,68	164,51
150506	Novo Repartimento	112,0	50135	223,40	218,46

150540	Ourém	7,1	15426	46,10	38,09
150543	Ourilândia do Norte	30,7	19965	153,60	157,85
150548	Pacajá	48,7	30831	157,85	160,06
150549	Palestina do Pará	1,7	8806	18,93	49,55
150550	Paragominas	165,0	86983	189,69	187,31
150553	Parauapebas	231,8	91618	252,98	249,88
150555	Pau D'Arco	13,4	8663	155,19	190,22
150563	Piçarra	7,7	14126	54,27	68,03
150613	Redenção	143,4	70736	202,79	191,98
150616	Rio Maria	35,8	11834	302,33	289,30
150618	Rondon do Pará	82,6	45330	182,12	181,18
150655	Santa Luzia do Pará	12,0	19758	60,73	43,06
150658	Santa Maria das Barreiras	13,4	13292	101,15	154,85
150715	São Domingos do Araguaia	15,0	23588	63,59	86,76
150720	São Domingos do Capim	14,9	31494	47,28	49,27
150745	São Geraldo do Araguaia	25,2	27301	92,39	100,84
150750	São João do Araguaia	11,9	16452	72,26	89,40
150760	São Miguel do Guamá	14,7	46647	31,44	35,75
150775	Sapucaia	12,4	2910	427,64	367,88
150795	Tailândia	90,9	51421	176,75	171,32
150800	Tomé-Açu	61,1	50953	119,94	117,94
150808	Tucumã	25,9	21511	120,35	147,88
150810	Tucuruí	131,7	85501	153,99	155,59
150812	Ulianópolis	39,1	26657	146,72	164,97
150840	Xinguara	100,1	30461	328,65	323,09
170025	Abreulândia	3,3	2365	140,94	88,68
170030	Aguiarnópolis	1,4	3575	40,40	38,51
170100	Ananás	7,0	11904	58,80	60,57
170105	Angico	1,1	2892	38,42	44,18
170110	Aparecida do Rio Negro	4,9	3672	133,14	92,99
170130	Aragominas	7,1	8244	86,26	105,32
170190	Araguacema	4,8	6000	79,63	133,35
170210	Araguaína	144,2	127520	113,10	111,35
170215	Araguanã	4,6	5465	83,36	79,38
170220	Araguatins	13,2	29336	45,07	51,63
170230	Arapoema	7,7	6700	114,43	149,22
170255	Augustinópolis	16,8	14626	114,71	128,06
170290	Axixá do Tocantins	8,7	8105	106,93	81,03
170300	Babaçulândia	2,9	11115	25,99	57,48
170305	Bandeirantes do Tocantins	1,9	2642	71,49	113,99
170307	Barra do Ouro	0,8	3748	20,75	48,43
170310	Barrolândia	4,1	4588	89,61	64,33
170320	Bernardo Sayão	3,0	4698	63,86	129,38
170330	Bom Jesus do Tocantins	1,3	2222	60,01	90,74
170360	Brasilândia do Tocantins	0,7	2057	32,41	120,25

170380	Buriti do Tocantins	13,9	7981	174,02	130,68
170382	Cachoeirinha	0,3	2366	14,09	42,28
170384	Campos Lindos	1,0	7054	14,18	59,54
170388	Carmolândia	3,3	2146	155,33	109,33
170389	Carrasco Bonito	4,1	4280	96,05	119,83
170410	Centenário	1,6	2306	67,46	89,67
170550	Colinas do Tocantins	56,0	27984	200,11	192,76
170600	Couto de Magalhães	8,6	3957	216,21	174,32
170650	Darcinópolis	2,4	4890	49,99	47,75
170720	Dois Irmãos do Tocantins	5,3	6844	77,93	84,77
170740	Esperantina	8,7	9281	93,38	80,80
170770	Filadélfia	1,7	8670	19,22	58,51
170825	Fortaleza do Tabocão	2,3	2788	83,69	139,45
170830	Goianorte	5,8	4642	124,47	119,51
170900	Goiatins	5,2	10818	48,27	47,89
170930	Guaraí	63,1	20996	300,59	289,23
171050	Itacajá	3,2	6606	48,78	64,40
171070	Itaguatins	2,2	6655	33,39	47,39
171090	Itapiratins	2,4	3562	68,63	91,50
171110	Itaporã do Tocantins	3,4	1813	189,99	188,61
171180	Juarina	2,1	2617	80,67	154,40
171200	Lajeado	4,7	3335	139,93	78,97
171240	Lizarda	6,2	3548	175,37	68,22
171245	Luzinópolis	0,6	2419	22,97	32,97
171280	Maurilândia do Tocantins	1,0	3421	29,23	30,32
171320	Miracema do Tocantins	13,9	27659	50,21	57,09
171330	Miranorte	21,7	12365	175,23	143,68
171380	Palmeiras do Tocantins	1,0	5732	17,45	45,18
171395	Muricilândia	1,8	2639	67,37	104,48
171430	Nazaré	1,9	5776	32,70	33,51
171488	Nova Olinda	7,2	10459	69,05	97,32
171510	Novo Acordo	2,1	3431	61,53	103,48
171570	Palmeirante	1,1	3653	30,42	84,04
171630	Pau D'Arco	4,7	4636	100,66	122,51
171650	Pedro Afonso	8,6	9024	94,81	78,89
171665	Pequizeiro	3,8	5405	69,89	99,25
171670	Colméia	7,8	9742	79,84	104,19
171720	Piraquê	1,4	3585	40,29	101,70
171830	Praia Norte	4,3	8260	52,46	111,87
171840	Presidente Kennedy	3,3	3879	85,93	143,34
171850	Recursolândia	3,8	3783	99,86	68,47
171855	Riachinho	3,0	3740	80,21	61,55
171870	Rio dos Bois	1,3	2747	48,54	75,64
171875	Rio Sono	4,3	5522	78,47	95,78
171880	Sampaio	3,8	2503	150,93	164,84

171886	Santa Fé do Araguaia	5,8	6750	85,60	101,56
171888	Santa Maria do Tocantins	2,8	2426	114,50	148,78
172000	Santa Terezinha do Tocantins	0,2	2788	7,97	31,62
172010	São Bento do Tocantins	0,9	3017	29,46	49,13
172015	São Félix do Tocantins	0,8	1544	50,37	67,14
172020	São Miguel do Tocantins	2,9	9440	30,60	90,30
172030	São Sebastião do Tocantins	2,4	4404	55,51	68,01
172080	Sítio Novo do Tocantins	3,9	10957	35,49	49,99
172110	Tocantínia	4,3	5907	73,36	72,58
172120	Tocantinópolis	6,4	26351	24,46	38,07
172125	Tupirama	1,4	1287	112,23	165,55
172130	Tupiratins	0,4	1455	30,55	122,64
172208	Wanderlândia	3,6	10905	32,60	71,02
172210	Xambioá	12,6	12626	99,44	78,03
210005	Açailândia	169,6	103609	163,65	162,25
210010	Afonso Cunha	1,0	4749	21,06	56,29
210020	Alcântara	7,0	22361	31,30	31,30
210030	Aldeias Altas	4,6	18392	24,77	51,12
210040	Altamira do Maranhão	3,3	6607	50,45	129,00
210043	Alto Alegre do Maranhão	17,9	23518	76,06	83,36
210047	Alto Alegre do Pindaré	38,1	34856	109,34	119,43
210050	Alto Parnaíba	4,1	10069	40,83	49,65
210055	Amapá do Maranhão	12,1	6445	187,91	154,23
210060	Amarante do Maranhão	13,6	36423	37,22	45,69
210070	Anajatuba	18,9	22857	82,64	84,82
210087	Araguanã	6,1	8731	69,99	70,43
210095	Arame	51,4	27289	188,52	180,64
210100	Arari	40,1	27331	146,76	141,12
210110	Axixá	1,6	10635	14,63	54,20
210120	Bacabal	177,7	96112	184,85	181,44
210125	Bacabeira	5,1	11261	45,39	61,68
210135	Bacurituba	1,1	5032	22,08	57,19
210140	Balsas	46,7	71761	65,03	63,35
210150	Barão de Grajaú	18,7	16508	113,08	108,49
210160	Barra do Corda	52,0	78328	66,39	63,66
210177	Bela Vista do Maranhão	6,4	10510	61,32	81,21
210180	Benedito Leite	0,8	5542	14,03	28,37
210190	Bequimão	2,8	18648	14,90	27,75
210193	Bernardo do Mearim	2,6	5924	43,14	77,74
210197	Boa Vista do Gurupi	6,3	6150	102,98	107,52
210200	Bom Jardim	49,2	37756	130,37	131,12
210203	Bom Jesus das Selvas	16,1	19115	84,29	95,64
210207	Bom Lugar	3,6	13129	27,08	69,68
210215	Brejo de Areia	5,4	8307	65,54	111,46

210230	Buriti Bravo	4,6	21635	21,06	25,24
210232	Buriticupu	73,6	63998	114,93	115,57
210235	Buritirana	8,0	15365	52,07	55,87
210237	Cachoeira Grande	2,1	8341	25,31	26,80
210240	Cajapió	1,3	10674	12,49	52,52
210250	Cajari	10,0	11770	84,96	93,13
210255	Campestre do Maranhão	6,3	12996	48,73	36,64
210270	Cantanhede	22,4	17797	126,11	127,47
210275	Capinzal do Norte	4,2	10725	39,37	83,85
210280	Carolina	15,0	23569	63,64	43,46
210300	Caxias	127,2	143680	88,55	88,87
210312	Central do Maranhão	0,8	8552	9,09	31,59
210315	Centro do Guilherme	9,8	6914	141,42	109,98
210317	Centro Novo do Maranhão	15,0	16171	92,76	100,51
210320	Chapadinha	34,2	64114	53,38	53,98
210325	Cidelândia	7,3	12287	59,68	139,45
210330	Codó	110,1	114498	96,17	94,33
210340	Coelho Neto	20,6	43808	46,92	52,77
210350	Colinas	8,1	40068	20,24	22,27
210355	Conceição do Lago-Açu	9,7	9657	100,10	107,06
210360	Coroatá	35,0	59876	58,45	60,92
210375	Davinópolis	19,8	11806	167,52	167,39
210380	Dom Pedro	19,0	23353	81,36	89,75
210390	Duque Bacelar	1,1	10591	10,49	35,70
210400	Esperantinópolis	14,6	22302	65,27	75,56
210405	Estreito	14,1	25124	56,17	46,11
210407	Feira Nova do Maranhão	1,3	7508	17,76	34,69
210408	Fernando Falcão	2,8	4924	56,41	52,89
210409	Formosa da Serra Negra	1,3	17440	7,65	19,63
210410	Fortaleza dos Nogueiras	1,3	12470	10,69	22,42
210420	Fortuna	4,0	13985	28,60	32,36
210440	Gonçalves Dias	11,0	16954	64,88	72,36
210450	Governador Archer	18,0	8367	215,13	138,15
210455	Governador Edison Lobão	15,2	12753	119,36	132,36
210460	Governador Eugênio Barros	4,2	15681	26,93	38,31
210462	Governador Luiz Rocha	1,9	6373	29,64	36,59
210465	Governador Newton Bello	10,1	12919	78,27	109,27
210467	Governador Nunes Freire	34,3	32427	105,88	102,51
210470	Graça Aranha	1,9	6199	30,47	49,64
210480	Grajaú	31,0	53353	58,10	58,47
210510	Icatu	2,9	21996	13,13	26,49
210515	Igarapé do Meio	12,7	11238	112,71	96,93
210520	Igarapé Grande	5,8	9192	62,86	79,16
210530	Imperatriz	429,2	232253	184,81	183,73
210535	Itaipava do Grajaú	7,1	12658	56,18	61,90

210540	Itapecuru Mirim	94,9	51171	185,43	181,75
210542	Itinga do Maranhão	49,6	28201	175,72	164,41
210545	Jatobá	0,8	4354	17,86	31,05
210547	Jenipapo dos Vieiras	5,3	14537	36,69	60,07
210550	João Lisboa	22,8	21760	104,68	118,11
210560	Joselândia	11,6	14198	81,39	73,53
210565	Junco do Maranhão	14,0	6342	220,75	163,18
210570	Lago da Pedra	78,3	42062	186,23	178,84
210580	Lago do Junco	4,1	9646	42,62	62,39
210590	Lago Verde	17,7	14062	125,63	127,74
210592	Lagoa do Mato	0,6	10048	5,53	18,29
210594	Lago dos Rodrigues	7,9	8003	98,57	70,52
210596	Lagoa Grande do Maranhão	5,6	8065	68,88	83,17
210598	Lajeado Novo	0,6	6464	8,59	32,49
210600	Lima Campos	12,3	10932	112,82	84,21
210610	Loreto	1,1	10377	10,71	9,66
210632	Maracaçumé	22,4	16651	134,79	129,79
210635	Marajá do Sena	9,6	6997	136,57	161,34
210637	Maranhãozinho	9,0	10178	88,43	92,03
210650	Matinha	9,0	21643	41,58	39,39
210660	Matões	8,2	27131	30,31	51,39
210663	Matões do Norte	15,8	7947	198,54	162,23
210670	Mirador	1,4	21639	6,68	11,05
210675	Miranda do Norte	38,0	17281	219,89	193,59
210680	Mirinzal	3,0	13725	21,86	41,20
210690	Monção	32,7	26472	123,40	123,61
210700	Montes Altos	2,8	10917	25,44	33,29
210710	Morros	1,8	15670	11,35	15,66
210720	Nina Rodrigues	2,3	8786	26,56	38,50
210725	Nova Colinas	0,6	4477	12,41	45,72
210730	Nova Iorque	1,6	4295	36,22	44,22
210735	Nova Olinda do Maranhão	11,2	14327	78,33	75,91
210740	Olho D'Água das Cunhãs	18,6	17038	108,91	112,81
210745	Olinda Nova do Maranhão	2,4	10086	24,24	36,14
210750	Paço do Lumiar	49,2	97688	50,39	57,31
210760	Palmeirândia	7,7	18328	41,83	47,19
210770	Paraibano	2,7	19152	13,92	18,24
210780	Parnarama	15,2	33178	45,88	47,56
210790	Passagem Franca	2,2	15228	14,59	19,05
210800	Pastos Bons	4,2	16424	25,71	27,41
210810	Paulo Ramos	21,0	19123	109,82	121,31
210820	Pedreiras	38,8	42957	90,27	92,18
210825	Pedro do Rosário	4,7	23263	20,06	32,23
210830	Penalva	32,6	30932	105,25	100,39
210840	Peri Mirim	3,4	12879	26,74	35,77

210845	Peritoró	11,8	19813	59,44	74,81
210850	Pindaré-Mirim	52,3	29097	179,86	167,17
210860	Pinheiro	62,0	72666	85,32	81,30
210870	Pio XII	12,7	28121	45,04	62,85
210880	Pirapemas	9,1	14245	63,96	69,32
210890	Poção de Pedras	16,0	21059	75,98	81,06
210900	Porto Franco	8,6	18075	47,33	38,50
210910	Presidente Dutra	55,2	41982	131,54	121,39
210920	Presidente Juscelino	1,6	11480	13,55	26,52
210923	Presidente Médici	4,2	5145	82,06	72,73
210927	Presidente Sarney	5,8	14589	39,60	49,75
210930	Presidente Vargas	9,8	10514	93,00	92,50
210950	Riachão	10,7	21307	50,06	54,61
210955	Ribamar Fiquene	4,1	7068	58,17	51,81
210960	Rosário	19,2	34969	54,97	61,49
210970	Sambaíba	0,7	4959	13,44	29,51
210975	Santa Filomena do Maranhão	1,0	5489	18,22	51,81
210980	Santa Helena	16,1	33634	47,90	52,04
210990	Santa Inês	133,3	75681	176,18	172,73
211000	Santa Luzia	139,7	80796	172,86	169,85
211003	Santa Luzia do Paruá	12,7	19392	65,32	69,02
211020	Santa Rita	12,9	24654	52,28	55,85
211030	Santo Antônio dos Lopes	11,2	14142	79,35	89,28
211040	São Benedito do Rio Preto	3,9	17311	22,46	35,50
211050	São Bento	7,6	34190	22,10	26,14
211065	São Domingos do Azeitão	0,8	7496	10,38	12,12
211070	São Domingos do Maranhão	16,8	36421	46,07	47,42
211080	São Félix de Balsas	0,3	4455	7,48	9,86
211085	São Francisco do Brejão	6,4	8212	78,48	144,18
211090	São Francisco do Maranhão	1,6	12815	12,14	19,78
211100	São João Batista	4,1	20992	19,58	29,02
211102	São João do Carú	12,2	14849	82,31	106,45
211105	São João do Paraíso	1,6	11616	13,39	29,40
211107	São João do Soter	3,2	16463	19,57	57,91
211110	São João dos Patos	16,1	23930	67,33	63,60
211120	São José de Ribamar	90,9	130448	69,67	65,53
211125	São José dos Brasíliaos	4,6	7656	59,50	84,92
211130	São Luís	616,4	978822	62,98	62,82
211140	São Luís Gonzaga do Maranhão	21,9	21261	102,95	106,47
211150	São Mateus do Maranhão	48,2	37722	127,84	127,60
211153	São Pedro da Água Branca	8,3	11159	74,68	89,83
211157	São Pedro dos Crentes	0,6	4288	12,96	26,78
211160	São Raimundo das	2,1	15322	13,78	20,43

	Mangabeiras				
211163	São Raimundo do Doca Bezerra	3,4	6535	52,71	71,92
211167	São Roberto	6,1	4538	134,67	117,41
211170	São Vicente Ferrer	4,7	19676	23,72	27,70
211172	Satubinha	4,0	9915	40,34	68,60
211174	Senador Alexandre Costa	3,9	7807	49,81	63,80
211176	Senador La Rocque	13,9	18426	75,38	92,32
211178	Serrano do Maranhão	1,3	4757	28,03	56,00
211180	Sítio Novo	3,2	16039	20,09	27,88
211190	Sucupira do Norte	0,4	10459	4,25	15,33
211195	Sucupira do Riachão	0,6	4742	11,72	27,39
211200	Tasso Fragoso	1,2	6519	18,75	52,29
211210	Timbiras	5,7	28556	19,84	33,27
211220	Timon	231,3	143631	161,06	155,02
211223	Trizidela do Vale	28,4	16799	169,32	137,52
211227	Tufilândia	2,4	5497	44,47	139,29
211230	Tuntum	24,2	37140	65,22	64,74
211245	Turilândia	7,6	17667	42,77	53,78
211270	Vargem Grande	14,4	35845	40,30	42,78
211280	Viana	23,1	45661	50,61	51,77
211285	Vila Nova dos Martírios	5,4	7330	74,28	104,09
211290	Vitória do Mearim	35,2	34020	103,53	102,12
211300	Vitorino Freire	32,2	28548	112,87	114,81
211400	Zé Doca	54,8	51077	107,25	102,57
220010	Agricolândia	1,9	5240	36,05	29,05
220020	Água Branca	7,3	15926	46,05	30,85
220045	Alvorada do Gurguéia	2,2	4239	52,42	78,07
220050	Amarante	4,8	17107	27,93	34,52
220060	Angical do Piauí	1,0	7203	13,88	22,15
220080	Antônio Almeida	0,6	2580	21,53	42,51
220115	Baixa Grande do Ribeiro	4,1	8785	46,80	54,80
220130	Barreiras do Piauí	0,8	3234	24,05	26,48
220170	Bertolândia	1,0	4781	20,92	23,97
220190	Bom Jesus	19,2	16966	113,30	98,12
220225	Canavieira	1,0	4151	24,09	32,94
220275	Colônia do Gurguéia	3,8	5531	68,30	44,48
220310	Cristino Castro	16,6	9872	167,70	141,28
220323	Currais	1,2	4463	27,39	70,20
220325	Curralinhos	0,8	4120	18,88	84,08
220330	Demerval Lobão	15,8	13740	114,83	91,11
220360	Eliseu Martins	0,7	3950	16,88	30,84
220390	Floriano	81,0	56532	143,28	139,80
220410	Francisco Ayres	0,3	5364	6,21	51,62
220440	Gilbués	1,6	11033	14,10	28,45

220450	Guadalupe	4,9	10849	45,06	56,58
220510	Itaueira	4,6	9929	45,88	69,57
220525	Jardim do Mulato	0,2	3932	5,65	23,18
220530	Jerumenha	4,9	4788	102,11	99,14
220554	Lagoinha do Piauí	0,4	2291	19,40	35,35
220558	Lagoa do Piauí	2,6	3928	65,06	91,11
220560	Landri Sales	0,7	5590	11,93	28,80
220590	Manoel Emídio	1,7	5017	33,22	58,40
220600	Marcos Parente	0,8	4465	17,42	37,73
220630	Miguel Leão	1,7	1444	115,42	27,27
220660	Monte Alegre do Piauí	2,9	10721	26,95	34,48
220740	Palmeira do Piauí	2,3	5673	41,13	67,68
220750	Palmeirais	2,4	12725	19,21	57,80
220785	Pavussu	0,3	3951	8,44	28,63
220855	Porto Alegre do Piauí	0,6	2538	21,89	27,27
220870	Redenção do Gurguéia	2,4	8346	29,29	44,66
220880	Regeneração	4,9	18112	26,99	23,49
220890	Ribeiro Gonçalves	1,0	5716	17,49	30,21
220900	Rio Grande do Piauí	1,6	6351	24,49	31,85
220920	Santa Filomena	2,7	6292	42,38	30,29
220930	Santa Luz	4,2	4978	84,82	97,85
220945	Santo Antônio dos Milagres	1,0	2029	49,29	17,94
220980	São Gonçalo do Piauí	1,2	4671	26,17	29,95
221050	São Pedro do Piauí	2,1	13133	16,07	28,92
221063	Sebastião Leal	0,9	3890	22,85	44,30
221100	Teresina	716,4	788770	90,83	90,94
221110	União	37,6	42016	89,38	88,70
221120	Uruçuí	16,7	18102	92,07	62,29

**8.4 Apêndice 4 – Coeficiente de detecção médio em menores de 15 anos da hanseníase no período de 2001 a 2009 em municípios de alto risco de transmissão.**

Código do IBGE	Nome do Município	Média de Casos Novos <15	População <15 em 2005	Coef. de Detecção <15 Bruto	Coef. de Detecção <15 Suavizado
150013	Abel Figueiredo	0,9	2547	34,90	51,30
150020	Acará	1,3	26262	5,08	15,60
150034	Água Azul do Norte	3,0	11099	27,03	74,70
150095	Aurora do Pará	0,8	10636	7,31	17,37
150120	Baião	1,8	9226	19,27	38,54

150125	Bannach	1,1	1234	90,04	68,68
150157	Bom Jesus do Tocantins	2,0	5256	38,05	50,69
150175	Brejo Grande do Araguaia	0,0	3263	0,00	13,84
150178	Breu Branco	7,4	18941	39,30	39,87
150190	Bujaru	0,9	10725	8,29	10,33
150195	Cachoeira do Piriá	2,3	8927	26,14	23,22
150210	Cametá	8,9	45520	19,53	21,60
150215	Canaã dos Carajás	3,4	4931	69,85	73,10
150230	Capitão Poço	1,4	21738	6,64	8,98
150270	Conceição do Araguaia	9,4	15728	60,05	61,34
150275	Concórdia do Pará	2,6	10268	24,89	17,70
150276	Cumarú do Norte	0,7	2256	29,55	66,15
150277	Curionópolis	7,6	5764	131,08	73,25
150293	Dom Eliseu	13,0	19475	66,75	50,87
150295	Eldorado dos Carajás	11,9	17343	68,55	63,52
150304	Floresta do Araguaia	1,9	5950	31,75	53,85
150307	Garrafão do Norte	0,6	12168	4,57	6,09
150309	Goianésia do Pará	5,4	12136	44,86	54,19
150330	Igarapé-Miri	4,6	24786	18,38	21,09
150345	Ipixuna do Pará	2,8	15080	18,42	24,77
150350	Irituia	0,3	12261	2,72	9,44
150370	Itupiranga	9,6	26451	36,13	44,25
150380	Jacundá	22,1	17879	123,67	100,33
150405	Mãe do Rio	2,0	8737	22,89	9,72
150420	Marabá	39,3	73615	53,43	54,12
150460	Mocajuba	3,8	9427	40,07	20,94
150470	Moju	5,2	26713	19,55	22,31
150495	Nova Esperança do Piriá	0,3	12455	2,68	12,05
150497	Nova Ipixuna	2,1	5570	37,90	53,91
150506	Novo Repartimento	13,9	21382	64,96	60,93
150540	Ourém	0,4	6161	7,21	6,99
150543	Ourilândia do Norte	2,7	7288	36,59	56,87
150548	Pacajá	7,1	13028	54,58	53,85
150549	Palestina do Pará	0,2	3432	6,48	12,76
150550	Paragominas	18,7	34513	54,09	48,55
150553	Parauapebas	27,6	35379	77,89	68,54
150555	Pau D'Arco	1,8	3325	53,47	75,00
150563	Piçarra	0,6	5647	9,84	43,90
150613	Redenção	21,2	25274	83,97	63,97
150616	Rio Maria	3,9	4070	95,55	59,41
150618	Rondon do Pará	11,8	16059	73,34	64,12
150655	Santa Luzia do Pará	1,0	8368	11,95	6,20
150658	Santa Maria das Barreiras	1,3	4765	27,98	66,57
150715	São Domingos do Araguaia	1,3	9466	14,09	37,71
150720	São Domingos do Capim	2,0	14106	14,18	15,91

150745	São Geraldo do Araguaia	2,4	10602	23,06	39,82
150750	São João do Araguaia	1,1	6814	16,31	36,68
150760	São Miguel do Guamá	1,4	18216	7,93	8,31
150775	Sapucaia	1,2	1083	112,86	78,34
150795	Tailândia	8,6	21650	39,52	28,04
150800	Tomé-Açu	6,9	21173	32,54	24,45
150808	Tucumã	2,6	7956	32,12	64,03
150810	Tucuruí	17,7	31476	56,13	50,22
150812	Ulianópolis	3,6	10869	32,71	49,65
150840	Xinguara	10,6	10809	97,66	78,52
170025	Abreulândia	0,3	788	42,30	21,18
170030	Aguiarnópolis	0,0	1329	0,00	6,87
170100	Ananás	0,4	4422	10,05	15,99
170105	Angico	0,2	1091	20,37	7,01
170110	Aparecida do Rio Negro	0,1	1250	8,89	22,58
170130	Aragominas	0,7	3093	21,55	33,54
170190	Araguacema	0,9	2380	37,35	46,52
170210	Araguaína	15,7	42343	37,00	29,33
170215	Araguanã	0,8	2198	35,39	24,98
170220	Araguatins	1,1	11379	9,76	18,59
170230	Arapoema	1,1	2459	45,19	52,24
170255	Augustinópolis	1,4	5534	26,10	50,65
170290	Axixá do Tocantins	0,4	3164	14,05	13,72
170300	Babaçulândia	0,0	3683	0,00	29,20
170305	Bandeirantes do Tocantins	0,0	922	0,00	33,97
170307	Barra do Ouro	0,0	1588	0,00	16,00
170310	Barrolândia	0,2	1431	15,53	9,59
170320	Bernardo Sayão	0,0	1672	0,00	46,61
170330	Bom Jesus do Tocantins	0,1	849	13,09	28,59
170360	Brasilândia do Tocantins	0,0	710	0,00	39,49
170380	Buriti do Tocantins	2,8	3260	85,21	28,53
170382	Cachoeirinha	0,0	976	0,00	7,46
170384	Campos Lindos	0,0	3277	0,00	14,27
170388	Carmolândia	0,4	777	57,20	35,31
170389	Carrasco Bonito	0,9	1871	47,51	42,54
170410	Centenário	0,0	854	0,00	18,37
170550	Colinas do Tocantins	5,1	9442	54,13	35,70
170600	Couto de Magalhães	1,0	1416	70,62	51,04
170650	Darcinópolis	0,1	1867	5,95	13,04
170720	Dois Irmãos do Tocantins	0,0	2222	0,00	18,84
170740	Esperantina	1,4	4131	34,97	18,74
170770	Filadélfia	0,1	3252	3,42	28,84
170825	Fortaleza do Tabocão	0,3	999	33,37	46,85
170830	Goianorte	0,4	1600	27,78	27,31
170900	Goiatins	0,4	4458	9,97	12,34

170930	Guaraí	5,1	6779	75,40	39,43
171050	Itacajá	0,1	2320	4,79	6,84
171070	Itaguatins	0,3	2575	12,94	17,55
171090	Itapiratins	0,0	1257	0,00	34,62
171110	Itaporã do Tocantins	0,0	612	0,00	41,38
171180	Juarina	0,1	903	12,30	50,33
171200	Lajeado	0,8	1080	72,02	15,52
171240	Lizarda	0,3	1486	22,43	13,50
171245	Luzinópolis	0,1	928	11,97	5,16
171280	Maurilândia do Tocantins	0,1	1362	8,16	3,96
171320	Miracema do Tocantins	0,8	9464	8,22	18,48
171330	Miranorte	1,4	3934	36,72	16,35
171380	Palmeiras do Tocantins	0,0	2290	0,00	9,18
171395	Muricilândia	0,3	939	35,50	32,46
171430	Nazaré	0,1	2008	5,53	5,41
171488	Nova Olinda	0,3	3702	9,00	38,04
171510	Novo Acordo	0,2	1370	16,22	12,82
171570	Palmeirante	0,3	1410	23,64	32,78
171630	Pau D'Arco	1,2	1766	69,21	40,71
171650	Pedro Afonso	1,4	3176	45,48	24,27
171665	Pequizeiro	0,3	1918	17,38	19,04
171670	Colméia	0,4	3210	13,85	42,57
171720	Piraquê	0,0	1309	0,00	34,18
171830	Praia Norte	0,8	3586	21,69	56,24
171840	Presidente Kennedy	0,2	1329	16,72	48,98
171850	Recursolândia	0,1	1588	7,00	12,65
171855	Riachinho	0,1	1516	7,33	17,29
171870	Rio dos Bois	0,2	994	22,36	22,70
171875	Rio Sono	0,2	2145	10,36	22,57
171880	Sampaio	0,4	1089	40,81	58,21
171886	Santa Fé do Araguaia	0,6	2744	20,25	42,40
171888	Santa Maria do Tocantins	0,1	892	12,46	41,46
172000	Santa Terezinha do Tocantins	0,0	1076	0,00	4,60
172010	São Bento do Tocantins	0,0	1253	0,00	9,08
172015	São Félix do Tocantins	0,0	680	0,00	10,26
172020	São Miguel do Tocantins	0,7	3739	17,83	58,16
172030	São Sebastião do Tocantins	0,0	1756	0,00	22,72
172080	Sítio Novo do Tocantins	0,2	4248	5,23	16,14
172110	Tocantínia	0,6	2520	22,05	19,93
172120	Tocantinópolis	0,2	9692	2,29	7,03
172125	Tupirama	0,1	448	24,80	52,66
172130	Tupiratins	0,0	537	0,00	47,14
172208	Wanderlândia	0,3	3658	9,11	29,83
172210	Xambioá	2,0	4768	41,95	20,79

210005	Açailândia	16,4	39085	42,07	40,99
210010	Afonso Cunha	0,0	1946	0,00	15,74
210020	Alcântara	1,3	8261	16,14	16,14
210030	Aldeias Altas	0,2	7243	3,07	19,01
210040	Altamira do Maranhão	0,6	2607	21,31	47,45
210043	Alto Alegre do Maranhão	1,2	8720	14,02	27,37
210047	Alto Alegre do Pindaré	5,3	14792	36,06	34,69
210050	Alto Parnaíba	0,2	4044	5,50	10,76
210055	Amapá do Maranhão	1,4	2814	51,33	46,16
210060	Amarante do Maranhão	1,2	15150	8,07	21,02
210070	Anajatuba	2,4	8482	28,82	33,60
210087	Araguanã	0,3	3526	9,45	13,69
210095	Arame	7,1	12125	58,65	41,42
210100	Arari	5,1	10154	50,34	44,36
210110	Axixá	0,2	4178	5,32	20,55
210120	Bacabal	17,1	33359	51,29	35,10
210125	Bacabeira	0,8	4469	17,40	21,66
210135	Bacurituba	0,0	1882	0,00	21,00
210140	Balsas	4,3	28167	15,38	10,14
210150	Barão de Grajaú	1,3	5660	23,56	27,83
210160	Barra do Corda	3,0	30655	9,79	11,35
210177	Bela Vista do Maranhão	0,6	4143	13,41	38,01
210180	Benedito Leite	0,0	2067	0,00	13,31
210190	Bequimão	0,2	6790	3,27	13,32
210193	Bernardo do Mearim	0,3	2132	15,63	26,40
210197	Boa Vista do Gurupi	1,1	2794	39,77	39,48
210200	Bom Jardim	4,9	15137	32,30	34,44
210203	Bom Jesus das Selvas	0,6	7812	7,11	27,85
210207	Bom Lugar	0,2	4971	4,47	35,25
210215	Brejo de Areia	0,8	3640	21,37	32,41
210230	Buriti Bravo	0,2	8551	2,60	4,60
210232	Buriticupu	7,3	26847	27,32	29,49
210235	Buritirana	0,8	6228	12,49	19,62
210237	Cachoeira Grande	0,3	3886	8,58	10,29
210240	Cajapió	0,1	4286	2,59	20,82
210250	Cajari	0,7	4990	13,36	30,22
210255	Campestre do Maranhão	0,9	5193	17,12	6,60
210270	Cantanhede	3,4	7524	45,78	50,76
210275	Capinzal do Norte	0,1	3890	2,86	22,30
210280	Carolina	2,3	8753	26,66	10,34
210300	Caxias	13,2	50431	26,22	27,52
210312	Central do Maranhão	0,0	3437	0,00	14,41
210315	Centro do Guilherme	1,0	3081	32,46	29,06
210317	Centro Novo do Maranhão	2,1	7241	29,15	31,61
210320	Chapadinha	1,9	24976	7,56	11,34

210325	Cidelândia	0,6	4733	11,74	56,26
210330	Codó	11,7	42537	27,43	18,05
210340	Coelho Neto	1,3	16839	7,92	17,08
210350	Colinas	0,8	15851	4,91	6,78
210355	Conceição do Lago-Açu	1,8	4055	43,84	33,77
210360	Coroatá	3,8	22324	16,92	19,29
210375	Davinópolis	2,3	4578	50,97	58,10
210380	Dom Pedro	1,4	8204	17,61	24,62
210390	Duque Bacelar	0,1	4423	2,51	6,79
210400	Esperantinópolis	1,4	8518	16,96	31,12
210405	Estreito	1,2	9297	13,15	12,78
210407	Feira Nova do Maranhão	0,2	3186	6,97	12,67
210408	Fernando Falcão	0,3	2146	15,53	9,83
210409	Formosa da Serra Negra	0,4	7545	5,89	7,45
210410	Fortaleza dos Nogueiras	0,3	5035	6,62	10,97
210420	Fortuna	0,1	5351	2,08	6,48
210440	Gonçalves Dias	0,6	6123	9,07	22,23
210450	Governador Archer	1,3	3086	43,21	25,02
210455	Governador Edison Lobão	2,3	4862	47,99	54,87
210460	Governador Eugênio Barros	0,4	5977	7,44	5,48
210462	Governador Luiz Rocha	0,0	2495	0,00	8,52
210465	Governador Newton Bello	1,4	5245	27,54	28,48
210467	Governador Nunes Freire	4,0	13930	28,72	25,32
210470	Graça Aranha	0,0	2188	0,00	16,29
210480	Grajaú	2,0	22408	8,93	10,17
210510	Icatu	0,3	9566	3,48	15,26
210515	Igarapé do Meio	1,9	4563	41,40	23,02
210520	Igarapé Grande	0,4	3265	13,61	23,85
210530	Imperatriz	51,9	77656	66,82	56,22
210535	Itaipava do Grajaú	0,3	5695	5,85	11,65
210540	Itapecuru Mirim	16,7	20302	82,09	73,87
210542	Itinga do Maranhão	3,8	10710	35,27	42,70
210545	Jatobá	0,0	1757	0,00	7,82
210547	Jenipapo dos Vieiras	0,2	6417	3,46	8,52
210550	João Lisboa	1,7	8349	19,96	38,89
210560	Joselândia	1,4	5481	26,35	16,17
210565	Junco do Maranhão	1,9	2631	71,79	36,45
210570	Lago da Pedra	7,0	16054	43,60	23,00
210580	Lago do Junco	0,6	3790	14,66	24,19
210590	Lago Verde	1,9	5755	32,82	36,06
210592	Lagoa do Mato	0,1	3704	3,00	8,72
210594	Lago dos Rodrigues	0,4	3022	14,71	15,30
210596	Lagoa Grande do Maranhão	0,2	3562	6,24	21,87
210598	Lajeado Novo	0,0	2555	0,00	7,19
210600	Lima Campos	0,7	3738	17,83	15,78

210610	Loreto	0,0	4198	0,00	4,09
210632	Maracaçumé	2,4	6686	36,56	35,43
210635	Marajá do Sena	1,1	3197	34,75	39,62
210637	Maranhãozinho	0,7	4234	15,75	22,76
210650	Matinha	1,2	8105	15,08	10,95
210660	Matões	0,4	10513	4,23	26,71
210663	Matões do Norte	3,2	3268	98,60	51,04
210670	Mirador	0,1	8741	1,27	6,71
210675	Miranda do Norte	6,7	6343	105,10	66,98
210680	Mirinzal	0,7	5258	12,68	14,48
210690	Monção	4,1	11672	35,22	37,93
210700	Montes Altos	0,4	4103	10,83	11,55
210710	Morros	0,0	6978	0,00	6,80
210720	Nina Rodrigues	0,3	3881	8,59	8,50
210725	Nova Colinas	0,1	1897	5,86	11,93
210730	Nova Iorque	0,1	1512	7,35	10,31
210735	Nova Olinda do Maranhão	0,7	5641	11,82	15,46
210740	Olho D'Água das Cunhãs	2,3	5910	39,48	34,35
210745	Olinda Nova do Maranhão	0,3	3983	8,37	10,53
210750	Paço do Lumiar	5,8	32837	17,60	19,49
210760	Palmeirândia	0,7	6851	9,73	12,93
210770	Paraibano	0,0	7106	0,00	5,68
210780	Parnarama	0,8	12867	6,04	14,07
210790	Passagem Franca	0,2	5684	3,91	5,91
210800	Pastos Bons	0,1	6193	1,79	5,92
210810	Paulo Ramos	0,7	7776	8,57	33,39
210820	Pedreiras	3,0	14077	21,31	23,05
210825	Pedro do Rosário	0,7	9914	6,72	17,91
210830	Penalva	5,1	12759	40,06	22,60
210840	Peri Mirim	0,1	4516	2,46	11,40
210845	Peritoró	0,8	7472	10,41	20,24
210850	Pindaré-Mirim	6,3	10861	58,31	51,24
210860	Pinheiro	5,1	26144	19,55	11,07
210870	Pio XII	1,0	11066	9,04	25,73
210880	Pirapemas	1,8	5863	30,32	26,93
210890	Poção de Pedras	1,2	7351	16,63	24,15
210900	Porto Franco	0,7	6640	10,04	8,21
210910	Presidente Dutra	4,4	14914	29,80	17,11
210920	Presidente Juscelino	0,0	5166	0,00	17,89
210923	Presidente Médici	0,4	2064	21,53	16,68
210927	Presidente Sarney	1,2	6128	19,94	14,47
210930	Presidente Vargas	2,1	4517	46,74	41,00
210950	Riachão	0,6	8273	6,72	14,11
210955	Ribamar Fiquene	0,0	2858	0,00	13,05
210960	Rosário	1,6	13867	11,22	21,30

210970	Sambaíba	0,2	2091	10,63	10,03
210975	Santa Filomena do Maranhão	0,1	2253	4,93	19,58
210980	Santa Helena	1,0	13118	7,62	14,09
210990	Santa Inês	18,1	26282	68,91	45,04
211000	Santa Luzia	14,0	33288	42,06	40,04
211003	Santa Luzia do Paruá	1,1	7745	14,35	14,98
211020	Santa Rita	1,4	9593	15,06	21,92
211030	Santo Antônio dos Lopes	0,8	5144	15,12	22,19
211040	São Benedito do Rio Preto	0,2	7528	2,95	5,53
211050	São Bento	0,6	12317	4,51	10,70
211065	São Domingos do Azeitão	0,1	2953	3,76	1,30
211070	São Domingos do Maranhão	2,0	14000	14,29	13,39
211080	São Félix de Balsas	0,0	1712	0,00	3,04
211085	São Francisco do Brejão	0,2	3104	7,16	50,13
211090	São Francisco do Maranhão	0,1	4668	2,38	7,43
211100	São João Batista	0,2	7815	2,84	12,61
211102	São João do Carú	1,7	6504	25,63	27,02
211105	São João do Paraíso	0,2	4554	4,88	7,43
211107	São João do Soter	0,2	6330	3,51	22,15
211110	São João dos Patos	1,6	8085	19,24	10,82
211120	São José de Ribamar	9,8	46984	20,81	21,04
211125	São José dos Brasíliaos	0,2	3027	7,34	20,56
211130	São Luís	67,6	297655	22,70	21,43
211140	São Luís Gonzaga do Maranhão	1,3	7936	16,80	29,89
211150	São Mateus do Maranhão	4,3	14389	30,12	34,90
211153	São Pedro da Água Branca	0,7	4456	14,96	24,35
211157	São Pedro dos Crentes	0,1	1799	6,18	10,70
211160	São Raimundo das Mangabeiras	0,3	6052	5,51	10,03
211163	São Raimundo do Doca Bezerra	0,2	2820	7,88	19,45
211167	São Roberto	1,1	1865	59,58	22,96
211170	São Vicente Ferrer	0,7	7846	8,50	7,44
211172	Satubinha	0,7	4024	16,57	37,67
211174	Senador Alexandre Costa	0,4	3100	14,34	18,47
211176	Senador La Rocque	1,1	6995	15,88	38,17
211178	Serrano do Maranhão	0,4	1915	23,21	15,01
211180	Sítio Novo	0,1	6557	1,69	7,04
211190	Sucupira do Norte	0,0	4004	0,00	2,48
211195	Sucupira do Riachão	0,1	1743	6,37	11,66
211200	Tasso Fragoso	0,0	2755	0,00	12,46
211210	Timbiras	0,3	11621	2,87	13,69
211220	Timon	24,7	50286	49,05	37,91
211223	Trizidela do Vale	3,6	5586	63,65	26,27

211227	Tufilândia	0,4	2185	20,34	47,89
211230	Tuntum	2,3	14230	16,40	13,28
211245	Turilândia	0,8	6861	11,34	17,60
211270	Vargem Grande	0,8	14940	5,21	9,77
211280	Viana	2,3	17625	13,24	19,60
211285	Vila Nova dos Martírios	0,7	2874	23,20	48,30
211290	Vitória do Mearim	3,6	13600	26,14	28,91
211300	Vitorino Freire	2,7	10284	25,93	35,64
211400	Zé Doca	4,4	19745	22,51	24,99
220010	Agricolândia	0,0	1721	0,00	8,85
220020	Água Branca	0,1	5086	2,18	4,63
220045	Alvorada do Gurguéia	0,6	1655	33,57	28,01
220050	Amarante	0,2	5666	3,92	19,17
220060	Angical do Piauí	0,1	2250	4,94	4,39
220080	Antônio Almeida	0,0	895	0,00	17,71
220115	Baixa Grande do Ribeiro	0,0	3811	0,00	15,51
220130	Barreiras do Piauí	0,0	1252	0,00	2,29
220170	Bertolândia	0,1	1659	6,70	1,49
220190	Bom Jesus	1,4	5959	24,24	9,65
220225	Canavieira	0,0	1473	0,00	8,79
220275	Colônia do Gurguéia	0,3	1996	16,70	13,34
220310	Cristino Castro	1,4	3767	38,34	23,26
220323	Currais	0,0	1634	0,00	18,03
220325	Curralinhos	0,0	1490	0,00	29,40
220330	Demerval Lobão	0,4	4465	9,95	30,04
220360	Eliseu Martins	0,0	1247	0,00	4,65
220390	Floriano	9,2	17474	52,78	33,55
220410	Francisco Ayres	0,0	1735	0,00	36,94
220440	Gilbués	0,0	4427	0,00	7,99
220450	Guadalupe	0,4	3784	11,75	18,42
220510	Itaueira	0,2	3194	6,96	38,58
220525	Jardim do Mulato	0,0	1330	0,00	2,75
220530	Jerumenha	0,9	1707	52,07	30,81
220554	Lagoinha do Piauí	0,1	745	14,91	6,16
220558	Lagoa do Piauí	0,3	1381	24,14	30,04
220560	Landri Sales	0,0	1912	0,00	11,46
220590	Manoel Emídio	0,0	1766	0,00	21,40
220600	Marcos Parente	0,1	1424	7,80	14,53
220630	Miguel Leão	0,2	525	42,33	7,39
220660	Monte Alegre do Piauí	0,4	4332	10,26	11,64
220740	Palmeira do Piauí	0,2	2193	10,13	23,51
220750	Palmeirais	0,2	4581	4,85	25,98
220785	Pavussu	0,0	1410	0,00	4,71
220855	Porto Alegre do Piauí	0,1	984	11,29	6,18
220870	Redenção do Gurguéia	0,2	3424	6,49	15,39

220880	Regeneração	0,2	6202	3,58	3,60
220890	Ribeiro Gonçalves	0,4	2257	19,69	11,12
220900	Rio Grande do Piauí	0,2	2104	10,56	6,63
220920	Santa Filomena	0,0	2612	0,00	3,35
220930	Santa Luz	0,3	1738	19,18	22,53
220945	Santo Antônio dos Milagres	0,0	728	0,00	4,24
220980	São Gonçalo do Piauí	0,0	1631	0,00	3,34
221050	São Pedro do Piauí	0,3	4543	7,34	4,77
221063	Sebastião Leal	0,0	1301	0,00	16,51
221100	Teresina	72,8	239020	30,45	30,60
221110	União	3,9	15152	25,67	28,38
221120	Uruçuí	2,4	6472	37,77	16,36

**8.5 Apêndice 5 – Coeficiente de casos com grau 2 por 100.00 habitantes médio no período de 2001 a 2009 em municípios de alto risco de transmissão.**

Código do IBGE	Nome do Município	Média de Casos Novos com Grau 2	População em 2005	Coef. de Casos Grau 2 Bruto	Coef. de Casos com Grau 2 Suavizado
150013	Abel Figueiredo	2,1	6953	1,60	3,01
150020	Acará	1,0	61487	1,63	5,22
150034	Água Azul do Norte	0,2	31629	3,86	9,15
150095	Aurora do Pará	0,1	24346	1,83	2,91
150120	Baião	1,0	21772	3,06	4,28
150125	Bannach	0,3	3410	6,52	8,32
150157	Bom Jesus do Tocantins	0,6	14062	3,16	4,57
150175	Brejo Grande do Araguaia	0,2	8124	1,37	3,52
150178	Breu Branco	0,8	44149	8,56	4,79
150190	Bujaru	0,0	25363	8,32	4,88
150195	Cachoeira do Piriá	0,2	19947	9,47	4,58
150210	Cametá	0,0	105414	2,42	2,14
150215	Canaã dos Carajás	0,2	13424	6,62	7,78
150230	Capitão Poço	7,2	52473	2,33	2,37
150270	Conceição do Araguaia	0,1	44224	4,52	5,17
150275	Concórdia do Pará	0,0	24534	12,23	4,99
150276	Cumarú do Norte	0,2	6174	12,60	6,55
150277	Curionópolis	1,0	14654	12,13	8,06
150293	Dom Eliseu	0,4	49033	11,10	7,21

150295	Eldorado dos Carajás	0,0	40969	10,58	8,53
150304	Floresta do Araguaia	0,0	15182	7,32	4,76
150307	Garrafão do Norte	0,3	26567	1,25	2,66
150309	Goianésia do Pará	12,1	29981	6,67	6,60
150330	Igarapé-Miri	0,2	59346	2,06	2,29
150345	Ipixuna do Pará	0,3	35067	1,58	4,78
150350	Irituia	1,2	30148	1,47	2,34
150370	Itupiranga	0,9	62860	3,89	5,86
150380	Jacundá	0,9	47177	10,60	5,92
150405	Mãe do Rio	0,0	23001	2,42	2,20
150420	Marabá	0,4	195806	5,39	5,85
150460	Mocajuba	0,6	21821	1,02	2,35
150470	Moju	0,0	60806	2,74	3,65
150495	Nova Esperança do Piriá	1,3	26566	0,42	4,19
150497	Nova Ipixuna	0,3	13968	4,77	5,57
150506	Novo Repartimento	0,2	50135	5,98	5,82
150540	Ourém	0,7	15426	4,32	2,97
150543	Ourilândia do Norte	0,7	19965	5,57	6,50
150548	Pacajá	1,9	30831	3,24	4,60
150549	Palestina do Pará	0,6	8806	2,52	3,25
150550	Paragominas	3,6	86983	6,64	5,55
150553	Parauapebas	0,3	91618	7,88	6,06
150555	Pau D'Arco	0,2	8663	3,85	6,37
150563	Piçarra	0,3	14126	1,57	9,05
150613	Redenção	0,1	70736	6,75	6,05
150616	Rio Maria	0,3	11834	4,69	9,06
150618	Rondon do Pará	0,3	45330	3,68	6,74
150655	Santa Luzia do Pará	0,2	19758	8,44	2,84
150658	Santa Maria das Barreiras	0,0	13292	4,18	6,09
150715	São Domingos do Araguaia	0,4	23588	3,77	4,96
150720	São Domingos do Capim	0,2	31494	2,82	4,29
150745	São Geraldo do Araguaia	2,1	27301	4,07	5,44
150750	São João do Araguaia	0,1	16452	4,73	4,48
150760	São Miguel do Guamá	0,0	46647	1,91	3,35
150775	Sapucaia	0,2	2910	30,55	11,82
150795	Tailândia	0,0	51421	7,56	3,76
150800	Tomé-Açu	0,1	50953	5,23	4,46
150808	Tucumã	0,0	21511	3,62	6,85
150810	Tucuruí	0,1	85501	4,68	5,51
150812	Ulianópolis	0,1	26657	2,92	6,82
150840	Xinguara	2,3	30461	20,43	9,92
170025	Abreulândia	5,1	2365	4,70	6,17
170030	Aguiarnópolis	0,0	3575	0,00	1,40
170100	Ananás	3,0	11904	3,73	3,73
170105	Angico	5,1	2892	0,00	2,95

170110	Aparecida do Rio Negro	3,9	3672	9,08	4,06
170130	Aragominas	2,2	8244	2,70	3,40
170190	Araguacema	0,2	6000	7,41	4,65
170210	Araguaína	0,2	127520	3,83	3,20
170215	Araguanã	0,0	5465	0,00	3,13
170220	Araguatins	0,4	29336	3,03	4,37
170230	Arapoema	0,7	6700	0,00	3,18
170255	Augustinópolis	2,2	14626	15,19	6,56
170290	Axixá do Tocantins	3,2	8105	2,74	4,93
170300	Babaçulândia	0,1	11115	0,00	3,10
170305	Bandeirantes do Tocantins	1,7	2642	0,00	2,53
170307	Barra do Ouro	0,3	3748	5,93	3,32
170310	Barrolândia	3,6	4588	4,84	4,82
170320	Bernardo Sayão	1,7	4698	0,00	3,02
170330	Bom Jesus do Tocantins	0,0	2222	0,00	3,22
170360	Brasilândia do Tocantins	3,7	2057	0,00	4,00
170380	Buriti do Tocantins	1,6	7981	2,78	5,56
170382	Cachoeirinha	1,2	2366	0,00	2,88
170384	Campos Lindos	0,3	7054	0,00	2,81
170388	Carmolândia	0,6	2146	5,18	3,63
170389	Carrasco Bonito	1,1	4280	2,60	7,87
170410	Centenário	0,6	2306	0,00	4,08
170550	Colinas do Tocantins	0,0	27984	5,16	3,80
170600	Couto de Magalhães	0,2	3957	0,00	3,99
170650	Darcinópolis	0,9	4890	2,27	2,45
170720	Dois Irmãos do Tocantins	1,7	6844	6,49	7,58
170740	Esperantina	0,0	9281	0,00	2,76
170770	Filadélfia	3,0	8670	0,00	3,47
170825	Fortaleza do Tabocão	0,0	2788	0,00	8,46
170830	Goianorte	0,0	4642	4,79	6,81
170900	Goiatins	0,9	10818	5,14	3,11
170930	Guaraí	0,1	20996	9,53	4,40
171050	Itacajá	0,0	6606	5,05	3,77
171070	Itaguatins	0,7	6655	5,01	2,92
171090	Itapiratins	0,1	3562	0,00	6,06
171110	Itaporã do Tocantins	0,8	1813	0,00	4,75
171180	Juarina	2,1	2617	0,00	3,28
171200	Lajeado	0,1	3335	0,00	3,83
171240	Lizarda	33,1	3548	0,00	2,83
171245	Luzinópolis	0,0	2419	0,00	1,49
171280	Maurilândia do Tocantins	0,4	3421	3,25	2,38
171320	Miracema do Tocantins	1,6	27659	4,42	6,48
171330	Miranorte	0,7	12365	17,97	6,16
171380	Palmeiras do Tocantins	5,3	5732	0,00	1,98
171395	Muricilândia	0,7	2639	0,00	3,42

171430	Nazaré	0,0	5776	0,00	1,20
171488	Nova Olinda	0,8	10459	2,12	3,77
171510	Novo Acordo	3,0	3431	6,48	5,02
171570	Palmeirante	0,0	3653	3,04	3,68
171630	Pau D'Arco	0,0	4636	0,00	3,89
171650	Pedro Afonso	0,1	9024	6,16	3,06
171665	Pequizeiro	4,8	5405	0,00	0,63
171670	Colméia	0,1	9742	0,00	7,70
171720	Piraquê	1,1	3585	3,10	3,88
171830	Praia Norte	0,3	8260	2,69	6,95
171840	Presidente Kennedy	0,0	3879	2,86	6,43
171850	Recursolândia	0,1	3783	5,87	3,04
171855	Riachinho	0,0	3740	14,85	3,96
171870	Rio dos Bois	5,2	2747	0,00	6,47
171875	Rio Sono	1,0	5522	6,04	4,32
171880	Sampaio	2,1	2503	4,44	7,06
171886	Santa Fé do Araguaia	0,0	6750	1,65	5,66
171888	Santa Maria do Tocantins	0,1	2426	0,00	5,92
172000	Santa Terezinha do Tocantins	0,3	2788	0,00	0,43
172010	São Bento do Tocantins	0,2	3017	3,68	2,79
172015	São Félix do Tocantins	0,0	1544	0,00	1,20
172020	São Miguel do Tocantins	0,3	9440	2,35	6,42
172030	São Sebastião do Tocantins	0,9	4404	2,52	2,24
172080	Sítio Novo do Tocantins	0,0	10957	0,00	5,46
172110	Tocantínia	0,4	5907	0,00	4,22
172120	Tocantinópolis	1,2	26351	0,84	1,67
172125	Tupirama	0,1	1287	0,00	6,16
172130	Tupiratins	0,6	1455	0,00	6,24
172208	Wanderlândia	0,2	10905	0,00	3,50
172210	Xambioá	0,9	12626	6,16	4,09
210005	Açailândia	0,6	103609	8,90	6,97
210010	Afonso Cunha	0,0	4749	4,68	3,85
210020	Alcântara	0,0	22361	0,99	0,99
210030	Aldeias Altas	0,3	18392	1,81	3,83
210040	Altamira do Maranhão	0,4	6607	5,05	6,67
210043	Alto Alegre do Maranhão	0,4	23518	0,94	6,62
210047	Alto Alegre do Pindaré	0,8	34856	4,78	4,49
210050	Alto Parnaíba	0,0	10069	0,00	2,34
210055	Amapá do Maranhão	0,2	6445	18,96	9,05
210060	Amarante do Maranhão	2,1	36423	2,44	5,71
210070	Anajatuba	0,3	22857	10,21	6,90
210087	Araguanã	3,2	8731	1,27	4,66
210095	Arame	0,0	27289	6,51	5,12
210100	Arari	0,8	27331	7,72	7,11

210110	Axixá	5,4	10635	0,00	3,32
210120	Bacabal	0,0	96112	12,60	9,12
210125	Bacabeira	0,6	11261	4,93	3,41
210135	Bacurituba	0,3	5032	0,00	3,24
210140	Balsas	0,1	71761	2,94	1,93
210150	Barão de Grajaú	0,3	16508	2,69	4,10
210160	Barra do Corda	0,0	78328	2,98	3,66
210177	Bela Vista do Maranhão	9,2	10510	3,17	5,56
210180	Benedito Leite	0,2	5542	0,00	3,97
210190	Bequimão	2,3	18648	1,19	2,37
210193	Bernardo do Mearim	0,1	5924	1,88	8,92
210197	Boa Vista do Gurupi	0,0	6150	1,81	10,86
210200	Bom Jardim	0,0	37756	2,65	5,26
210203	Bom Jesus das Selvas	0,4	19115	5,23	5,11
210207	Bom Lugar	0,0	13129	1,69	7,54
210215	Brejo de Areia	1,6	8307	1,34	6,12
210230	Buriti Bravo	2,4	21635	1,54	2,67
210232	Buriticupu	2,2	63998	1,91	4,27
210235	Buritirana	0,2	15365	6,51	4,42
210237	Cachoeira Grande	0,2	8341	6,66	2,16
210240	Cajapió	0,1	10674	1,04	3,41
210250	Cajari	0,3	11770	8,50	6,11
210255	Campestre do Maranhão	1,2	12996	2,56	2,04
210270	Cantanhede	1,2	17797	4,99	6,47
210275	Capinzal do Norte	4,0	10725	0,00	4,83
210280	Carolina	0,9	23569	3,30	2,08
210300	Caxias	0,1	143680	3,79	3,96
210312	Central do Maranhão	0,2	8552	1,30	2,35
210315	Centro do Guilherme	0,1	6914	20,89	6,75
210317	Centro Novo do Maranhão	34,3	16171	2,06	5,35
210320	Chapadinha	0,3	64114	3,64	3,17
210325	Cidelândia	0,3	12287	0,90	7,13
210330	Codó	0,2	114498	4,66	3,62
210340	Coelho Neto	0,0	43808	2,79	3,29
210350	Colinas	0,6	40068	1,66	3,43
210355	Conceição do Lago-Açu	0,0	9657	4,60	6,22
210360	Coroatá	1,0	59876	1,48	3,13
210375	Davinópolis	1,0	11806	9,41	6,92
210380	Dom Pedro	0,3	23353	4,76	5,58
210390	Duque Bacelar	0,0	10591	2,10	2,66
210400	Esperantinópolis	0,0	22302	1,49	4,05
210405	Estreito	5,8	25124	3,10	2,18
210407	Feira Nova do Maranhão	0,3	7508	0,00	1,36
210408	Fernando Falcão	6,2	4924	4,51	4,04
210409	Formosa da Serra Negra	0,0	17440	0,00	1,99

210410	Fortaleza dos Nogueiras	0,1	12470	0,00	1,75
210420	Fortuna	0,0	13985	2,38	3,04
210440	Gonçalves Dias	0,0	16954	9,18	5,22
210450	Governador Archer	4,9	8367	7,97	5,31
210455	Governador Edison Lobão	0,0	12753	2,61	6,82
210460	Governador Eugênio Barros	0,4	15681	0,71	4,10
210462	Governador Luiz Rocha	0,1	6373	1,74	2,83
210465	Governador Newton Bello	0,0	12919	3,44	5,23
210467	Governador Nunes Freire	0,1	32427	5,83	7,74
210470	Graça Aranha	0,0	6199	1,79	5,66
210480	Grajaú	1,1	53353	2,29	2,56
210510	Icatu	0,0	21996	0,51	2,98
210515	Igarapé do Meio	1,0	11238	6,92	4,63
210520	Igarapé Grande	0,1	9192	2,42	6,89
210530	Imperatriz	0,1	232253	7,27	7,41
210535	Itaipava do Grajaú	0,6	12658	0,88	3,03
210540	Itapecuru Mirim	4,0	51171	7,17	6,50
210542	Itinga do Maranhão	0,9	28201	6,30	7,10
210545	Jatobá	0,0	4354	0,00	2,69
210547	Jenipapo dos Vieiras	0,0	14537	0,76	2,38
210550	João Lisboa	0,0	21760	13,79	7,58
210560	Joselândia	0,1	14198	2,35	5,84
210565	Junco do Maranhão	2,0	6342	15,77	7,59
210570	Lago da Pedra	0,1	42062	4,49	4,27
210580	Lago do Junco	1,1	9646	3,46	4,91
210590	Lago Verde	0,0	14062	4,74	8,80
210592	Lagoa do Mato	0,2	10048	0,00	4,99
210594	Lago dos Rodrigues	0,7	8003	8,33	4,41
210596	Lagoa Grande do Maranhão	1,4	8065	4,13	4,40
210598	Lajeado Novo	0,9	6464	3,44	2,54
210600	Lima Campos	2,0	10932	15,25	8,25
210610	Loreto	0,0	10377	1,07	1,41
210632	Maracaçumé	0,4	16651	5,34	7,98
210635	Marajá do Sena	0,0	6997	19,06	6,21
210637	Maranhãozinho	1,1	10178	9,83	6,27
210650	Matinha	0,0	21643	4,62	3,61
210660	Matões	0,1	27131	0,82	4,02
210663	Matões do Norte	0,1	7947	4,19	9,77
210670	Mirador	0,0	21639	1,54	3,06
210675	Miranda do Norte	16,9	17281	18,65	8,70
210680	Mirinzal	1,8	13725	2,43	2,75
210690	Monção	0,8	26472	9,65	5,75
210700	Montes Altos	0,2	10917	5,09	3,39
210710	Morros	0,2	15670	0,00	1,91
210720	Nina Rodrigues	0,0	8786	0,00	2,55

210725	Nova Colinas	2,6	4477	0,00	1,99
210730	Nova Iorque	0,1	4295	15,52	7,34
210735	Nova Olinda do Maranhão	0,1	14327	1,55	4,46
210740	Olho D'Água das Cunhãs	0,9	17038	0,65	7,68
210745	Olinda Nova do Maranhão	0,2	10086	0,00	3,20
210750	Paço do Lumiar	3,8	97688	2,16	3,21
210760	Palmeirândia	0,2	18328	0,61	2,17
210770	Paraibano	0,0	19152	1,16	4,04
210780	Parnarama	1,7	33178	6,36	3,03
210790	Passagem Franca	2,0	15228	2,92	3,66
210800	Pastos Bons	4,3	16424	3,38	5,47
210810	Paulo Ramos	5,0	19123	1,16	5,98
210820	Pedreiras	0,2	42957	11,90	8,18
210825	Pedro do Rosário	1,9	23263	2,87	4,20
210830	Penalva	0,4	30932	6,11	6,46
210840	Peri Mirim	0,0	12879	2,59	1,99
210845	Peritoró	0,7	19813	3,93	4,14
210850	Pindaré-Mirim	0,3	29097	3,82	5,54
210860	Pinheiro	0,0	72666	2,75	2,26
210870	Pio XII	1,2	28121	1,19	2,81
210880	Pirapemas	0,1	14245	5,46	4,96
210890	Poção de Pedras	0,4	21059	4,22	5,40
210900	Porto Franco	2,7	18075	1,23	1,92
210910	Presidente Dutra	0,2	41982	8,47	6,60
210920	Presidente Juscelino	1,2	11480	0,97	4,76
210923	Presidente Médici	0,1	5145	23,76	5,25
210927	Presidente Sarney	0,0	14589	1,52	2,85
210930	Presidente Vargas	0,1	10514	5,28	3,76
210950	Riachão	0,1	21307	1,04	2,29
210955	Ribamar Fiquene	0,0	7068	6,29	2,95
210960	Rosário	0,9	34969	3,18	3,44
210970	Sambaíba	0,4	4959	2,24	2,36
210975	Santa Filomena do Maranhão	0,0	5489	2,02	7,25
210980	Santa Helena	0,0	33634	3,63	3,02
210990	Santa Inês	0,0	75681	6,31	6,47
211000	Santa Luzia	0,0	80796	7,29	5,05
211003	Santa Luzia do Paruá	0,1	19392	2,29	4,50
211020	Santa Rita	0,6	24654	4,96	5,45
211030	Santo Antônio dos Lopes	0,0	14142	3,14	6,09
211040	São Benedito do Rio Preto	0,2	17311	3,21	2,35
211050	São Bento	5,4	34190	1,62	2,03
211065	São Domingos do Azeitão	0,6	7496	0,00	1,51
211070	São Domingos do Maranhão	0,1	36421	4,27	5,21
211080	São Félix de Balsas	0,8	4455	0,00	1,01

211085	São Francisco do Brejão	0,3	8212	13,53	8,02
211090	São Francisco do Maranhão	0,2	12815	1,73	3,11
211100	São João Batista	1,2	20992	1,59	4,10
211102	São João do Carú	0,2	14849	0,75	4,35
211105	São João do Paraíso	0,1	11616	1,91	1,91
211107	São João do Soter	1,8	16463	2,02	4,54
211110	São João dos Patos	0,0	23930	13,47	4,76
211120	São José de Ribamar	0,4	130448	4,00	3,27
211125	São José dos Brasíliaos	0,3	7656	0,00	7,41
211130	São Luís	0,0	978822	3,38	3,39
211140	São Luís Gonzaga do Maranhão	0,6	21261	8,88	9,41
211150	São Mateus do Maranhão	1,1	37722	13,55	8,79
211153	São Pedro da Água Branca	0,8	11159	1,00	2,55
211157	São Pedro dos Crentes	0,0	4288	0,00	1,60
211160	São Raimundo das Mangabeiras	0,2	15322	1,45	1,93
211163	São Raimundo do Doca Bezerra	0,2	6535	3,40	3,98
211167	São Roberto	1,1	4538	17,14	3,51
211170	São Vicente Ferrer	0,3	19676	1,13	2,42
211172	Satubinha	3,9	9915	2,24	4,85
211174	Senador Alexandre Costa	0,4	7807	4,27	4,23
211176	Senador La Rocque	0,8	18426	4,22	7,04
211178	Serrano do Maranhão	0,0	4757	0,00	2,81
211180	Sítio Novo	0,2	16039	0,69	2,06
211190	Sucupira do Norte	1,8	10459	1,06	1,64
211195	Sucupira do Riachão	0,2	4742	2,34	5,34
211200	Tasso Fragoso	0,1	6519	3,41	2,43
211210	Timbiras	1,7	28556	0,78	3,04
211220	Timon	1,4	143631	2,78	3,99
211223	Trizidela do Vale	0,8	16799	13,23	9,94
211227	Tufilândia	5,9	5497	4,04	5,56
211230	Tuntum	1,0	37140	9,57	4,40
211245	Turilândia	0,0	17667	2,52	5,10
211270	Vargem Grande	1,0	35845	1,24	3,35
211280	Viana	0,9	45661	4,87	5,03
211285	Vila Nova dos Martírios	0,0	7330	3,03	2,72
211290	Vitória do Mearim	0,1	34020	2,61	4,55
211300	Vitorino Freire	0,2	28548	7,78	4,61
211400	Zé Doca	0,4	51077	7,61	5,14
220010	Agricolândia	1,2	5240	2,12	2,51
220020	Água Branca	0,2	15926	6,98	4,32
220045	Alvorada do Gurguéia	1,9	4239	0,00	5,28
220050	Amarante	0,1	17107	1,95	1,90

220060	Angical do Piauí	0,1	7203	0,00	1,35
220080	Antônio Almeida	0,1	2580	0,00	3,38
220115	Baixa Grande do Ribeiro	0,2	8785	0,00	3,46
220130	Barreiras do Piauí	0,1	3234	3,44	1,37
220170	Bertolândia	2,3	4781	0,00	0,51
220190	Bom Jesus	1,2	16966	3,27	1,19
220225	Canavieira	0,0	4151	0,00	0,54
220275	Colônia do Gurguéia	0,3	5531	6,03	1,78
220310	Cristino Castro	10,6	9872	4,50	3,04
220323	Currais	0,2	4463	0,00	2,85
220325	Curralinhos	0,1	4120	0,00	4,24
220330	Demerval Lobão	0,6	13740	3,23	4,31
220360	Eliseu Martins	1,3	3950	0,00	1,22
220390	Floriano	0,1	56532	2,75	2,22
220410	Francisco Ayres	0,1	5364	0,00	2,39
220440	Gilbués	0,0	11033	2,01	1,32
220450	Guadalupe	0,4	10849	2,05	8,30
220510	Itaueira	0,2	9929	0,00	2,07
220525	Jardim do Mulato	0,0	3932	0,00	0,62
220530	Jerumenha	0,0	4788	2,32	4,06
220554	Lagoinha do Piauí	0,1	2291	4,85	4,38
220558	Lagoa do Piauí	0,2	3928	0,00	4,31
220560	Landri Sales	0,7	5590	0,00	0,79
220590	Manoel Emídio	1,2	5017	0,00	3,91
220600	Marcos Parente	4,8	4465	0,00	1,08
220630	Miguel Leão	2,6	1444	0,00	2,12
220660	Monte Alegre do Piauí	1,9	10721	0,00	1,65
220740	Palmeira do Piauí	1,1	5673	7,83	3,96
220750	Palmeirais	0,3	12725	0,87	4,11
220785	Pavussu	2,2	3951	0,00	0,39
220855	Porto Alegre do Piauí	1,0	2538	0,00	2,48
220870	Redenção do Gurguéia	0,2	8346	0,00	1,54
220880	Regeneração	0,0	18112	0,61	0,96
220890	Ribeiro Gonçalves	1,1	5716	1,94	2,67
220900	Rio Grande do Piauí	0,0	6351	1,75	0,55
220920	Santa Filomena	1,9	6292	0,00	1,15
220930	Santa Luz	0,6	4978	0,00	3,44
220945	Santo Antônio dos Milagres	2,0	2029	5,48	1,44
220980	São Gonçalo do Piauí	0,3	4671	0,00	3,92
221050	São Pedro do Piauí	0,2	13133	2,54	2,75
221063	Sebastião Leal	0,8	3890	2,86	3,27
221100	Teresina	2,2	788770	4,35	3,86
221110	União	0,8	42016	2,38	4,12
221120	Uruçuí	0,0	18102	7,37	3,36

**8.6 Apêndice 6 – Municípios pertencentes ordenados por agregados do Coeficiente de Detecção Geral no agregado 1 da Hanseníase, de 2001-2009.**

Código IBGE	Nome do Município	Agregado	Valor <i>p</i>	Risco do Agregado	Risco do Município
210550	João Lisboa	1	0,0000	1,86	1,05
150745	São Geraldo do Araguaia	1	0,0000	1,86	0,96
211176	Senador La Rocque	1	0,0000	1,86	0,81
170380	Buriti do Tocantins	1	0,0000	1,86	1,78
172010	São Bento do Tocantins	1	0,0000	1,86	0,26
211285	Vila Nova dos Martírios	1	0,0000	1,86	0,74
150420	Marabá	1	0,0000	1,86	1,68
150750	São João do Araguaia	1	0,0000	1,86	0,84
150553	Parauapebas	1	0,0000	1,86	2,42
150157	Bom Jesus do Tocantins	1	0,0000	1,86	1,39
170389	Carrasco Bonito	1	0,0000	1,86	1,10
150506	Novo Repartimento	1	0,0000	1,86	2,35
170255	Augustinópolis	1	0,0000	1,86	1,20
150618	Rondon do Pará	1	0,0000	1,86	1,91
210325	Cidelândia	1	0,0000	1,86	0,62
150715	São Domingos do Araguaia	1	0,0000	1,86	0,69
170105	Angico	1	0,0000	1,86	0,39
150215	Canaã dos Carajás	1	0,0000	1,86	1,67
210005	Açailândia	1	0,0000	1,86	1,77
150370	Itupiranga	1	0,0000	1,86	1,37
171880	Sampaio	1	0,0000	1,86	1,37
170382	Cachoeirinha	1	0,0000	1,86	0,15
171245	Luzinópolis	1	0,0000	1,86	0,23
171430	Nazaré	1	0,0000	1,86	0,36
170740	Esperantina	1	0,0000	1,86	1,02
211153	São Pedro da Água Branca	1	0,0000	1,86	0,77
170215	Araguanã	1	0,0000	1,86	0,91
150175	Brejo Grande do Araguaia	1	0,0000	1,86	0,57
172000	Santa Terezinha do Tocantins	1	0,0000	1,86	0,09
210530	Imperatriz	1	0,0000	1,86	1,95
150277	Curionópolis	1	0,0000	1,86	3,62
172210	Xambioá	1	0,0000	1,86	1,06
171830	Praia Norte	1	0,0000	1,86	0,58
170290	Axixá do Tocantins	1	0,0000	1,86	1,06
150178	Breu Branco	1	0,0000	1,86	1,92

150563	Piçarra	1	0,0000	1,86	0,58
172080	Sítio Novo do Tocantins	1	0,0000	1,86	0,39
150309	Goianésia do Pará	1	0,0000	1,86	1,41
150295	Eldorado dos Carajás	1	0,0000	1,86	2,42
150380	Jacundá	1	0,0000	1,86	3,54
150497	Nova Ipixuna	1	0,0000	1,86	1,69
210455	Governador Edison Lobão	1	0,0000	1,86	1,23
150013	Abel Figueiredo	1	0,0000	1,86	1,09
210955	Ribamar Fiquene	1	0,0000	1,86	0,60
150549	Palestina do Pará	1	0,0000	1,86	0,21
172030	São Sebastião do Tocantins	1	0,0000	1,86	0,59
170220	Araguatins	1	0,0000	1,86	0,49
170100	Ananás	1	0,0000	1,86	0,65
171720	Piraquê	1	0,0000	1,86	0,46
171855	Riachinho	1	0,0000	1,86	0,83
171280	Maurilândia do Tocantins	1	0,0000	1,86	0,31
171070	Itaguatins	1	0,0000	1,86	0,35
172020	São Miguel do Tocantins	1	0,0000	1,86	0,31
210542	Itinga do Maranhão	1	0,0000	1,86	1,92
211085	São Francisco do Brejão	1	0,0000	1,86	0,82
210375	Davinópolis	1	0,0000	1,86	1,71
150276	Cumaru do Norte	2	0,0000	2,27	1,33
150125	Bannach	2	0,0000	2,27	2,30
150613	Redenção	2	0,0000	2,27	2,19
150555	Pau D'Arco	2	0,0000	2,27	1,76
150616	Rio Maria	2	0,0000	2,27	2,62
150840	Xinguara	2	0,0000	2,27	3,08
150270	Conceição do Araguaia	2	0,0000	2,27	1,97
150304	Floresta do Araguaia	2	0,0000	2,27	1,50
150775	Sapucaia	2	0,0000	2,27	3,51
170600	Couto de Magalhães	2	0,0000	2,27	2,07
171630	Pau D'Arco	2	0,0000	2,27	1,04
211000	Santa Luzia	3	0,0000	1,52	1,89
211227	Tufilândia	3	0,0000	1,52	0,46
210215	Brejo de Areia	3	0,0000	1,52	0,74
210810	Paulo Ramos	3	0,0000	1,52	1,18
210990	Santa Inês	3	0,0000	1,52	1,82
210690	Monção	3	0,0000	1,52	1,26
210830	Penalva	3	0,0000	1,52	1,06
210850	Pindaré-Mirim	3	0,0000	1,52	1,84
210040	Altamira do Maranhão	3	0,0000	1,52	0,45
211300	Vitorino Freire	3	0,0000	1,52	1,12
210570	Lago da Pedra	3	0,0000	1,52	1,92
210177	Bela Vista do Maranhão	3	0,0000	1,52	0,66
211172	Satubinha	3	0,0000	1,52	0,45
210515	Igarapé do Meio	3	0,0000	1,52	1,17

210740	Olho D'Água das Cunhãs	3	0,0000	1,52	1,11
210250	Cajari	3	0,0000	1,52	0,83
210870	Pio XII	3	0,0000	1,52	0,50
210207	Bom Lugar	3	0,0000	1,52	0,29
210120	Bacabal	3	0,0000	1,52	1,94
211290	Vitória do Mearim	3	0,0000	1,52	1,11
210355	Conceição do Lago-Açu	3	0,0000	1,52	0,91
210590	Lago Verde	3	0,0000	1,52	1,28
210100	Arari	3	0,0000	1,52	1,51
210675	Miranda do Norte	3	0,0000	1,52	2,28
210663	Matões do Norte	3	0,0000	1,52	1,91
150550	Paragominas	4	0,0000	1,98	1,98
170930	Guaraí	5	0,0000	3,10	3,10
211220	Timon	6	0,0000	1,70	1,70
210540	Itapecuru Mirim	7	0,0000	1,95	1,95
210565	Junco do Maranhão	8	0,0000	2,27	2,56
210055	Amapá do Maranhão	8	0,0000	2,27	2,01
220390	Floriano	9	0,0000	1,49	1,49
210450	Governador Archer	10	0,0000	2,08	2,08
170210	Araguaína	11	0,0000	1,22	1,22
170388	Carmolândia	11	0,0000	1,22	1,58
210910	Presidente Dutra	12	0,0000	1,38	1,38
220310	Cristino Castro	13	0,0000	1,76	1,76
150800	Tomé-Açu	14	0,0001	1,27	1,27
210315	Centro do Guilherme	15	0,0018	1,20	1,47
210637	Maranhãozinho	15	0,0018	1,20	0,91
210632	Maracaçumé	15	0,0018	1,20	1,39
210467	Governador Nunes Freire	15	0,0018	1,20	1,21
210923	Presidente Médici	15	0,0018	1,20	0,81

**8.7 Apêndice 7 – Municípios pertencentes ordenados por agregados do Coeficiente de Detecção em menores de 15 anos no agregado 1 da hanseníase, de 2001-2009.**

Código IBGE	Nome do Município	Agregado	Valor p	Risco do agregado	Risco do Município
150380	Jacundá	1	0,0000	2,08	4,42
150277	Curionópolis	1	0,0000	2,08	4,19
170380	Buriti do Tocantins	1	0,0000	2,08	3,02
150295	Eldorado dos Carajás	1	0,0000	2,08	2,72
150618	Rondon do Pará	1	0,0000	2,08	2,61
150553	Parauapebas	1	0,0000	2,08	2,57
210530	Imperatriz	1	0,0000	2,08	2,39
150506	Novo Repartimento	1	0,0000	2,08	2,32

150420	Marabá	1	0,0000	2,08	1,96
170389	Carrasco Bonito	1	0,0000	2,08	1,81
210375	Davinópolis	1	0,0000	2,08	1,75
210455	Governador Edison Lobão	1	0,0000	2,08	1,67
210005	Açailândia	1	0,0000	2,08	1,53
172210	Xambioá	1	0,0000	2,08	1,52
150370	Itupiranga	1	0,0000	2,08	1,42
150157	Bom Jesus do Tocantins	1	0,0000	2,08	1,38
150497	Nova Ipixuna	1	0,0000	2,08	1,35
170215	Araguanã	1	0,0000	2,08	1,32
170740	Esperantina	1	0,0000	2,08	1,30
171880	Sampaio	1	0,0000	2,08	1,26
150013	Abel Figueiredo	1	0,0000	2,08	1,25
170255	Augustinópolis	1	0,0000	2,08	0,93
150745	São Geraldo do Araguaia	1	0,0000	2,08	0,82
171830	Praia Norte	1	0,0000	2,08	0,80
211285	Vila Nova dos Martírios	1	0,0000	2,08	0,79
170105	Angico	1	0,0000	2,08	0,71
210550	João Lisboa	1	0,0000	2,08	0,67
150750	São João do Araguaia	1	0,0000	2,08	0,64
172020	São Miguel do Tocantins	1	0,0000	2,08	0,62
150715	São Domingos do Araguaia	1	0,0000	2,08	0,52
211153	São Pedro da Água Branca	1	0,0000	2,08	0,52
170290	Axixá do Tocantins	1	0,0000	2,08	0,48
171070	Itaguatins	1	0,0000	2,08	0,46
171245	Luzinópolis	1	0,0000	2,08	0,43
210325	Cidelândia	1	0,0000	2,08	0,41
170100	Ananás	1	0,0000	2,08	0,38
150563	Piçarra	1	0,0000	2,08	0,36
170220	Araguatins	1	0,0000	2,08	0,35
171280	Maurilândia do Tocantins	1	0,0000	2,08	0,30
171855	Riachinho	1	0,0000	2,08	0,26
211085	São Francisco do Brejão	1	0,0000	2,08	0,26
150549	Palestina do Pará	1	0,0000	2,08	0,25
172080	Sítio Novo do Tocantins	1	0,0000	2,08	0,20
172010	São Bento do Tocantins	1	0,0000	2,08	0,00
170382	Cachoeirinha	1	0,0000	2,08	0,00
150175	Brejo Grande do Araguaia	1	0,0000	2,08	0,00
172030	São Sebastião do Tocantins	1	0,0000	2,08	0,00
150775	Sapucaia	2	0,0000	2,61	3,20
150840	Xinguara	2	0,0000	2,61	3,16
150613	Redenção	2	0,0000	2,61	3,06
150616	Rio Maria	2	0,0000	2,61	2,86
150125	Bannach	2	0,0000	2,61	2,72
171630	Pau D'Arco	2	0,0000	2,61	2,41
170600	Couto de Magalhães	2	0,0000	2,61	2,29

150555	Pau D'Arco	2	0,0000	2,61	2,08
150270	Conceição do Araguaia	2	0,0000	2,61	2,07
150304	Floresta do Araguaia	2	0,0000	2,61	1,12
150276	Cumaru do Norte	2	0,0000	2,61	0,84
210675	Miranda do Norte	3	0,0000	2,61	3,68
210663	Matões do Norte	3	0,0000	2,61	3,16
210540	Itapecuru Mirim	3	0,0000	2,61	2,93
210100	Arari	3	0,0000	2,61	1,76
210270	Cantanhede	3	0,0000	2,61	1,53
210990	Santa Inês	4	0,0000	2,27	2,37
210850	Pindaré-Mirim	4	0,0000	2,27	2,00
211220	Timon	5	0,0000	1,74	1,74
150550	Paragominas	6	0,0000	1,89	1,89
170930	Guaraí	7	0,0000	2,63	2,63
220390	Floriano	8	0,0009	1,84	1,84
210095	Arame	9	0,0012	2,00	2,00

**8.8 Apêndice 8 – Municípios pertencentes ordenados por agregados do Coeficiente de Casos Novos com Grau 2 por 100.000 habitantes no agregado 1 da Hanseníase, de 2001-2009.**

Código IBGE	Nome do Município	Agregado	Valor <i>p</i>	Risco do agregado	Risco do Município
150380	Jacundá	1	0,0000	2,16	4,19
150277	Curionópolis	1	0,0000	2,16	4,13
150553	Parauapebas	1	0,0000	2,16	2,88
150295	Eldorado dos Carajás	1	0,0000	2,16	2,40
150618	Rondon do Pará	1	0,0000	2,16	2,18
150178	Breu Branco	1	0,0000	2,16	2,05
150506	Novo Repartimento	1	0,0000	2,16	2,01
150215	Canaã dos Carajás	1	0,0000	2,16	1,91
150420	Marabá	1	0,0000	2,16	1,87
150810	Tucuruí	1	0,0000	2,16	1,77
150497	Nova Ipixuna	1	0,0000	2,16	1,70
150157	Bom Jesus do Tocantins	1	0,0000	2,16	1,62
150370	Itupiranga	1	0,0000	2,16	1,60
170380	Buriti do Tocantins	1	0,0000	2,16	1,55
150309	Goianésia do Pará	1	0,0000	2,16	1,54
171880	Sampaio	1	0,0000	2,16	1,20
150013	Abel Figueiredo	1	0,0000	2,16	1,20
170389	Carrasco Bonito	1	0,0000	2,16	1,09
170740	Esperantina	1	0,0000	2,16	0,97

150750	São João do Araguaia	1	0,0000	2,16	0,90
211153	São Pedro da Água Branca	1	0,0000	2,16	0,86
211285	Vila Nova dos Martírios	1	0,0000	2,16	0,85
172030	São Sebastião do Tocantins	1	0,0000	2,16	0,71
150175	Brejo Grande do Araguaia	1	0,0000	2,16	0,66
150563	Piçarra	1	0,0000	2,16	0,63
150715	São Domingos do Araguaia	1	0,0000	2,16	0,49
170220	Araguatins	1	0,0000	2,16	0,48
150549	Palestina do Pará	1	0,0000	2,16	0,17
150775	Sapucaia	2	0,0000	2,43	3,81
150840	Xinguara	2	0,0000	2,43	3,61
150616	Rio Maria	2	0,0000	2,43	3,11
150125	Bannach	2	0,0000	2,43	2,51
150613	Redenção	2	0,0000	2,43	2,38
150555	Pau D'Arco	2	0,0000	2,43	2,03
170600	Couto de Magalhães	2	0,0000	2,43	1,85
150270	Conceição do Araguaia	2	0,0000	2,43	1,83
150304	Floresta do Araguaia	2	0,0000	2,43	1,50
150276	Cumarú do Norte	2	0,0000	2,43	1,36
171630	Pau D'Arco	2	0,0000	2,43	0,41
210530	Imperatriz	3	0,0000	1,77	1,77
210375	Davinópolis	3	0,0000	1,77	1,58
150550	Paragominas	4	0,0000	2,23	2,23
210675	Miranda do Norte	5	0,0000	1,98	2,39
210540	Itapecuru Mirim	5	0,0000	1,98	2,20
210663	Matões do Norte	5	0,0000	1,98	2,16
210100	Arari	5	0,0000	1,98	1,72
210270	Cantanhede	5	0,0000	1,98	1,18
211000	Santa Luzia	6	0,0000	1,59	1,93
210990	Santa Inês	6	0,0000	1,59	1,85
210850	Pindaré-Mirim	6	0,0000	1,59	1,64
210047	Alto Alegre do Pindaré	6	0,0000	1,59	1,19
210515	Igarapé do Meio	6	0,0000	1,59	1,16
210465	Governador Newton Bello	6	0,0000	1,59	0,45
211227	Tufilândia	6	0,0000	1,59	0,42
210177	Bela Vista do Maranhão	6	0,0000	1,59	0,41
210120	Bacabal	7	0,0000	1,69	1,69
170930	Guaraí	8	0,0000	2,58	2,58
210095	Arame	9	0,0000	2,18	2,18
220390	Floriano	10	0,0000	1,75	1,75
170210	Araguaína	11	0,0000	1,43	1,43
170388	Carmolândia	11	0,0000	1,43	1,32
210565	Junco do Maranhão	12	0,0000	2,44	2,66

210055	Amapá do Maranhão	12	0,0000	2,44	2,24
210910	Presidente Dutra	13	0,0000	1,58	1,58
210450	Governador Archer	14	0,0000	2,31	2,31
150800	Tomé-Açu	15	0,0000	1,48	1,48
171330	Miranorte	16	0,0000	1,71	2,10
171200	Lajeado	16	0,0000	1,71	1,66
170310	Barrolândia	16	0,0000	1,71	0,76
220310	Cristino Castro	17	0,0000	2,00	2,00
220330	Demerval Lobão	18	0,0001	1,08	1,41
221100	Teresina	18	0,0001	1,08	1,08
220558	Lagoa do Piauí	18	0,0001	1,08	0,79
220325	Curralinhos	18	0,0001	1,08	0,24
210315	Centro do Guilherme	19	0,0100	1,69	1,69

**8.9 Apêndice 9 – Municípios pertencentes a áreas de valores altos e valores baixos para o coeficiente de detecção geral - índice de autocorrelação local  $G_i^*$  significativo – 2007 a 2009.**

Código IBGE	Nome do Município	Escore z	Valor p	Hot Spot
150277	Curionópolis	4,7804	0,0000	Sim
150618	Rondon do Pará	4,3511	0,0000	Sim
150215	Canaã dos Carajás	4,2344	0,0000	Sim
150380	Jacundá	4,2290	0,0000	Sim
150775	Sapucaia	4,1192	0,0000	Sim
150309	Goianésia do Pará	4,0244	0,0001	Sim
150420	Marabá	3,8579	0,0001	Sim
150034	Água Azul do Norte	3,8270	0,0001	Sim
150563	Piçarra	3,7753	0,0002	Sim
150157	Bom Jesus do Tocantins	3,6812	0,0002	Sim
150013	Abel Figueiredo	3,6720	0,0002	Sim
150840	Xinguara	3,4699	0,0005	Sim
171630	Pau D'Arco	3,3756	0,0007	Sim
150616	Rio Maria	3,3371	0,0008	Sim
150178	Breu Branco	3,2538	0,0011	Sim
150370	Itupiranga	3,2196	0,0013	Sim
210325	Cidelândia	3,1994	0,0014	Sim
150304	Floresta do Araguaia	3,1466	0,0017	Sim
150715	São Domingos do Araguaia	2,9671	0,0030	Sim
150497	Nova Ipixuna	2,9662	0,0030	Sim
150293	Dom Eliseu	2,9635	0,0030	Sim
171330	Miranorte	2,9478	0,0032	Sim
171870	Rio dos Bois	2,8980	0,0038	Sim
170825	Fortaleza do Tabocão	2,8301	0,0047	Sim
150750	São João do Araguaia	2,7892	0,0053	Sim
171650	Pedro Afonso	2,7535	0,0059	Sim
210005	Açailândia	2,7160	0,0066	Sim
210740	Olho D'Água das Cunhãs	2,6841	0,0073	Sim
150810	Tucuruí	2,6606	0,0078	Sim
150553	Parauapebas	2,6483	0,0081	Sim
210120	Bacabal	2,5963	0,0094	Sim
210590	Lago Verde	2,5912	0,0096	Sim
172110	Tocantínia	2,5839	0,0098	Sim
150812	Ulianópolis	2,5713	0,0101	Sim
211172	Satubinha	2,5612	0,0104	Sim
211153	São Pedro da Água Branca	2,5456	0,0109	Sim
150295	Eldorado dos Carajás	2,5172	0,0118	Sim

211140	São Luís Gonzaga do Maranhão	2,5068	0,0122	Sim
171875	Rio Sono	2,4945	0,0126	Sim
170720	Dois Irmãos do Tocantins	2,4878	0,0129	Sim
171395	Muricilândia	2,4725	0,0134	Sim
211300	Vitorino Freire	2,4340	0,0149	Sim
171886	Santa Fé do Araguaia	2,4237	0,0154	Sim
211223	Trizidela do Vale	2,4031	0,0163	Sim
150555	Pau D'Arco	2,3991	0,0164	Sim
211285	Vila Nova dos Martírios	2,3744	0,0176	Sim
210193	Bernardo do Mearim	2,3626	0,0181	Sim
211085	São Francisco do Brejão	2,3555	0,0185	Sim
171200	Lajeado	2,3552	0,0185	Sim
210520	Igarapé Grande	2,3319	0,0197	Sim
150613	Redenção	2,2919	0,0219	Sim
170740	Esperantina	2,2778	0,0227	Sim
171670	Colméia	2,2665	0,0234	Sim
210043	Alto Alegre do Maranhão	2,2593	0,0239	Sim
210820	Pedreiras	2,2527	0,0243	Sim
170110	Aparecida do Rio Negro	2,2287	0,0258	Sim
210207	Bom Lugar	2,2182	0,0265	Sim
171180	Juarina	2,2171	0,0266	Sim
210542	Itinga do Maranhão	2,2124	0,0269	Sim
170330	Bom Jesus do Tocantins	2,2031	0,0276	Sim
172030	São Sebastião do Tocantins	2,1968	0,0280	Sim
210594	Lago dos Rodrigues	2,1516	0,0314	Sim
210203	Bom Jesus das Selvas	2,1175	0,0342	Sim
170305	Bandeirantes do Tocantins	2,1130	0,0346	Sim
171320	Miracema do Tocantins	2,1063	0,0352	Sim
210580	Lago do Junco	2,0953	0,0361	Sim
172125	Tupirama	2,0727	0,0382	Sim
170410	Centenário	2,0709	0,0384	Sim
210355	Conceição do Lago-Açu	2,0643	0,0390	Sim
210890	Poção de Pedras	2,0610	0,0393	Sim
150548	Pacajá	2,0547	0,0399	Sim
210870	Pio XII	2,0523	0,0401	Sim
170380	Buriti do Tocantins	2,0150	0,0439	Sim
170310	Barrolândia	2,0124	0,0442	Sim
210600	Lima Campos	1,9840	0,0473	Sim
150506	Novo Repartimento	1,9640	0,0495	Sim
210420	Fortuna	-1,9809	0,0476	Não
171430	Nazaré	-1,9830	0,0474	Não
220115	Baixa Grande do Ribeiro	-2,0198	0,0434	Não
172000	Santa Terezinha do Tocantins	-2,0403	0,0413	Não
211178	Serrano do Maranhão	-2,0429	0,0411	Não
171380	Palmeiras do Tocantins	-2,0935	0,0363	Não
220558	Lagoa do Piauí	-2,0948	0,0362	Não

172120	Tocantinópolis	-2,1059	0,0352	Não
210950	Riachão	-2,1177	0,0342	Não
211040	São Benedito do Rio Preto	-2,1239	0,0337	Não
220530	Jerumenha	-2,1780	0,0294	Não
211180	Sítio Novo	-2,2251	0,0261	Não
220600	Marcos Parente	-2,2283	0,0259	Não
210280	Carolina	-2,2446	0,0248	Não
210125	Bacabeira	-2,2473	0,0246	Não
221063	Sebastião Leal	-2,2622	0,0237	Não
220920	Santa Filomena	-2,2784	0,0227	Não
220440	Gilbués	-2,2794	0,0226	Não
210255	Campestre do Maranhão	-2,3431	0,0191	Não
210240	Cajapió	-2,3540	0,0186	Não
220410	Francisco Ayres	-2,3633	0,0181	Não
210760	Palmeirândia	-2,3896	0,0169	Não
210960	Rosário	-2,3899	0,0169	Não
210110	Axixá	-2,4001	0,0164	Não
210598	Lajeado Novo	-2,4990	0,0125	Não
210135	Bacurituba	-2,5008	0,0124	Não
220450	Guadalupe	-2,5218	0,0117	Não
220020	Água Branca	-2,5437	0,0110	Não
210510	Icatu	-2,5503	0,0108	Não
210407	Feira Nova do Maranhão	-2,5544	0,0106	Não
210970	Sambaíba	-2,6050	0,0092	Não
220560	Landri Sales	-2,6062	0,0092	Não
170030	Aguiarnópolis	-2,6312	0,0085	Não
210927	Presidente Sarney	-2,6719	0,0075	Não
220630	Miguel Leão	-2,6759	0,0075	Não
211110	São João dos Patos	-2,7092	0,0067	Não
210670	Mirador	-2,7141	0,0066	Não
220325	Currálinhos	-2,7166	0,0066	Não
210725	Nova Colinas	-2,7189	0,0066	Não
221050	São Pedro do Piauí	-2,7479	0,0060	Não
220980	São Gonçalo do Piauí	-2,7479	0,0060	Não
211120	São José de Ribamar	-2,7828	0,0054	Não
211157	São Pedro dos Crentes	-2,8098	0,0050	Não
210750	Paço do Lumiar	-2,8120	0,0049	Não
210980	Santa Helena	-2,8395	0,0045	Não
211160	São Raimundo das Mangabeiras	-2,8417	0,0045	Não
220554	Lagoinha do Piauí	-2,8423	0,0045	Não
220880	Regeneração	-2,8665	0,0042	Não
211105	São João do Paraíso	-2,9150	0,0036	Não
221120	Uruçuí	-2,9226	0,0035	Não
210610	Loreto	-2,9319	0,0034	Não
210680	Mirinzal	-2,9417	0,0033	Não
211195	Sucupira do Riachão	-2,9707	0,0030	Não

210230	Buriti Bravo	-2,9863	0,0028	Não
210860	Pinheiro	-3,0110	0,0026	Não
220525	Jardim do Mulato	-3,0277	0,0025	Não
220010	Agricolândia	-3,0429	0,0023	Não
220080	Antônio Almeida	-3,0704	0,0021	Não
210840	Peri Mirim	-3,1083	0,0019	Não
210410	Fortaleza dos Nogueiras	-3,1221	0,0018	Não
210150	Barão de Grajaú	-3,1302	0,0017	Não
211130	São Luís	-3,1404	0,0017	Não
210900	Porto Franco	-3,1429	0,0017	Não
210312	Central do Maranhão	-3,1645	0,0016	Não
210660	Matões	-3,2149	0,0013	Não
220750	Palmeirais	-3,2326	0,0012	Não
210409	Formosa da Serra Negra	-3,2471	0,0012	Não
210730	Nova Iorque	-3,2683	0,0011	Não
210405	Estreito	-3,2754	0,0011	Não
210190	Bequimão	-3,2988	0,0010	Não
220945	Santo Antônio dos Milagres	-3,3190	0,0009	Não
210020	Alcântara	-3,3412	0,0008	Não
211080	São Félix de Balsas	-3,3953	0,0007	Não
220050	Amarante	-3,3962	0,0007	Não
220060	Angical do Piauí	-3,4491	0,0006	Não
220855	Porto Alegre do Piauí	-3,4962	0,0005	Não
210180	Benedito Leite	-3,5458	0,0004	Não
210790	Passagem Franca	-3,5530	0,0004	Não
210770	Paraibano	-3,5541	0,0004	Não
210780	Parnarama	-3,6045	0,0003	Não
210350	Colinas	-3,6213	0,0003	Não
211090	São Francisco do Maranhão	-3,7927	0,0001	Não
211065	São Domingos do Azeitão	-3,8119	0,0001	Não
210800	Pastos Bons	-3,8497	0,0001	Não
210592	Lagoa do Mato	-4,4171	0,0000	Não
211190	Sucupira do Norte	-4,5429	0,0000	Não

**8.10 Apêndice 10 – Municípios pertencentes a áreas de valores altos e valores baixos para o coeficiente de detecção em menores de 15 anos - índice de autocorrelação local  $G_i^*$  significativo – 2007 a 2009.**

Código IBGE	Nome do Município	Escore z	Valor p	Hot Spot
150618	Rondon do Pará	4,6855	0,0000	Sim
150013	Abel Figueiredo	4,3037	0,0000	Sim
150157	Bom Jesus do Tocantins	4,2927	0,0000	Sim
210325	Cidelândia	4,1905	0,0000	Sim

150380	Jacundá	4,0306	0,0001	Sim
171200	Lajeado	3,6982	0,0002	Sim
150715	São Domingos do Araguaia	3,5969	0,0003	Sim
150309	Goianésia do Pará	3,4194	0,0006	Sim
211153	São Pedro da Água Branca	3,3870	0,0007	Sim
150563	Piçarra	3,3544	0,0008	Sim
171395	Muricilândia	3,2777	0,0010	Sim
150775	Sapucaia	3,2709	0,0011	Sim
150215	Canaã dos Carajás	3,2709	0,0011	Sim
150750	São João do Araguaia	3,2657	0,0011	Sim
150277	Curionópolis	3,2435	0,0012	Sim
172030	São Sebastião do Tocantins	3,1262	0,0018	Sim
170380	Buriti do Tocantins	3,1101	0,0019	Sim
211285	Vila Nova dos Martírios	3,0267	0,0025	Sim
170740	Esperantina	3,0264	0,0025	Sim
171650	Pedro Afonso	3,0025	0,0027	Sim
150616	Rio Maria	2,9519	0,0032	Sim
171886	Santa Fé do Araguaia	2,9409	0,0033	Sim
171330	Miranorte	2,9108	0,0036	Sim
150497	Nova Ipixuna	2,8847	0,0039	Sim
170389	Carrasco Bonito	2,8301	0,0047	Sim
172110	Tocantínia	2,7536	0,0059	Sim
150840	Xinguara	2,7476	0,0060	Sim
150175	Brejo Grande do Araguaia	2,7422	0,0061	Sim
150420	Marabá	2,7141	0,0066	Sim
170110	Aparecida do Rio Negro	2,6522	0,0080	Sim
170310	Barrolândia	2,6121	0,0090	Sim
171320	Miracema do Tocantins	2,5729	0,0101	Sim
211085	São Francisco do Brejão	2,5244	0,0116	Sim
150034	Água Azul do Norte	2,5149	0,0119	Sim
150178	Breu Branco	2,4554	0,0141	Sim
171870	Rio dos Bois	2,4417	0,0146	Sim
150370	Itupiranga	2,4332	0,0150	Sim
171880	Sampaio	2,3801	0,0173	Sim
210005	Açailândia	2,3454	0,0190	Sim
171875	Rio Sono	2,3204	0,0203	Sim
171630	Pau D'Arco	2,2579	0,0240	Sim
150304	Floresta do Araguaia	2,2435	0,0249	Sim
150295	Eldorado dos Carajás	2,2314	0,0257	Sim
170825	Fortaleza do Tabocão	2,1863	0,0288	Sim
150810	Tucuruí	2,1026	0,0355	Sim
170255	Augustinópolis	2,0802	0,0375	Sim
210120	Bacabal	1,9991	0,0456	Sim
171830	Praia Norte	1,9867	0,0470	Sim
210590	Lago Verde	1,9732	0,0485	Sim
170220	Araguatins	1,9676	0,0491	Sim

210900	Porto Franco	-1,9688	0,0490	Não
210150	Barão de Grajaú	-1,9751	0,0483	Não
220010	Agricolândia	-1,9821	0,0475	Não
220530	Jerumenha	-1,9936	0,0462	Não
220525	Jardim do Mulato	-2,0171	0,0437	Não
210460	Governador Eugênio Barros	-2,0481	0,0405	Não
210545	Jatobá	-2,0745	0,0380	Não
220560	Landri Sales	-2,0929	0,0364	Não
210405	Estreito	-2,1142	0,0345	Não
211195	Sucupira do Riachão	-2,1191	0,0341	Não
210660	Matões	-2,1385	0,0325	Não
220750	Palmeirais	-2,1672	0,0302	Não
210420	Fortuna	-2,1868	0,0288	Não
220945	Santo Antônio dos Milagres	-2,2710	0,0231	Não
211070	São Domingos do Maranhão	-2,2936	0,0218	Não
210462	Governador Luiz Rocha	-2,3205	0,0203	Não
210180	Benedito Leite	-2,3671	0,0179	Não
220060	Angical do Piauí	-2,4142	0,0158	Não
220080	Antônio Almeida	-2,4318	0,0150	Não
211090	São Francisco do Maranhão	-2,5398	0,0111	Não
210730	Nova Iorque	-2,5608	0,0104	Não
210780	Parnarama	-2,5737	0,0101	Não
211065	São Domingos do Azeitão	-2,5922	0,0095	Não
210230	Buriti Bravo	-2,6743	0,0075	Não
220855	Porto Alegre do Piauí	-2,7299	0,0063	Não
210790	Passagem Franca	-2,7768	0,0055	Não
210350	Colinas	-2,7789	0,0055	Não
210800	Pastos Bons	-2,7852	0,0053	Não
210770	Paraibano	-2,7887	0,0053	Não
211190	Sucupira do Norte	-3,0970	0,0020	Não
210592	Lagoa do Mato	-3,2631	0,0011	Não

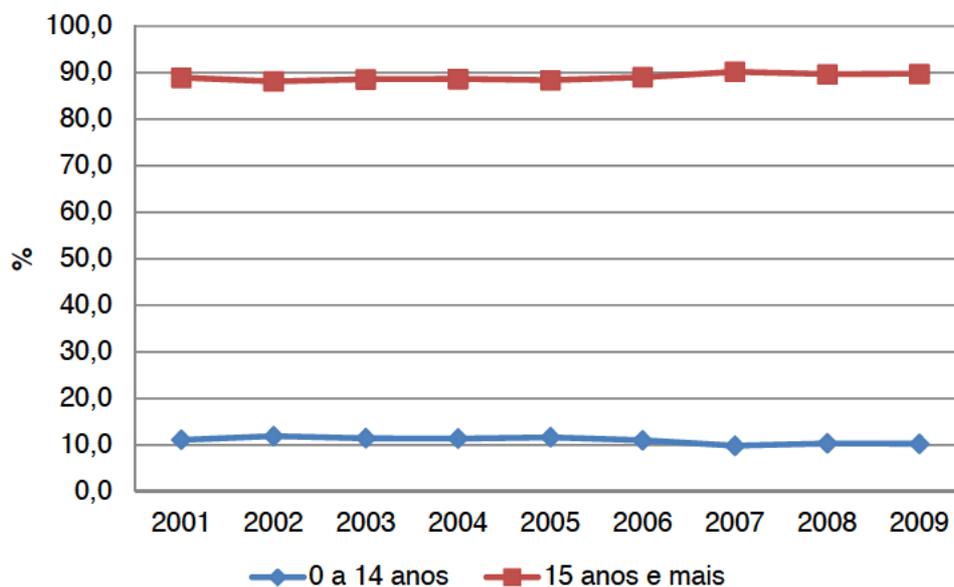
**8.11 Apêndice 11 – Municípios pertencentes a áreas de valores altos e valores baixos para o coeficiente de casos com Grau 2 de incapacidade - índice de autocorrelação local  $G_i^*$  significativo – 2007 a 2009.**

Código IBGE	Nome do Município	Escore z	Valor p	Hot Spot
210197	Boa Vista do Gurupi	6,0941	0,0000	Sim
210055	Amapá do Maranhão	5,8398	0,0000	Sim
150195	Cachoeira do Piriá	5,4695	0,0000	Sim
210565	Junco do Maranhão	5,4122	0,0000	Sim
210632	Maracaçumé	5,1635	0,0000	Sim
210740	Olho D'Água das Cunhãs	4,3831	0,0000	Sim

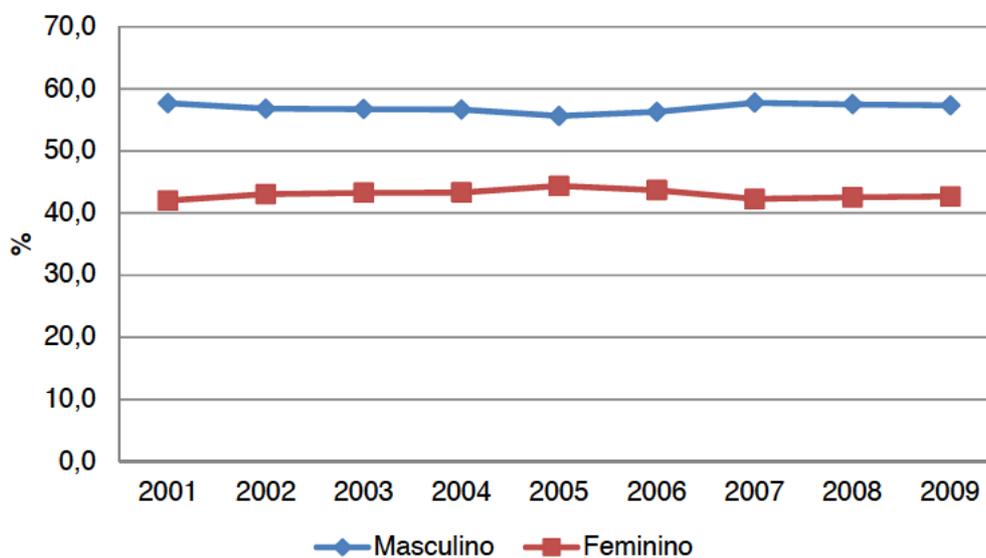
210467	Governador Nunes Freire	4,3146	0,0000	Sim
211300	Vitorino Freire	4,2656	0,0000	Sim
211172	Satubinha	4,1780	0,0000	Sim
210315	Centro do Guilherme	4,1224	0,0000	Sim
210637	Maranhãozinho	4,0903	0,0000	Sim
211003	Santa Luzia do Paruá	3,6946	0,0002	Sim
210990	Santa Inês	3,5662	0,0004	Sim
210923	Presidente Médici	3,3466	0,0008	Sim
210207	Bom Lugar	3,3364	0,0008	Sim
210590	Lago Verde	3,2922	0,0010	Sim
210870	Pio XII	3,2547	0,0011	Sim
210355	Conceição do Lago-Açu	3,2277	0,0012	Sim
210810	Paulo Ramos	3,2272	0,0013	Sim
210040	Altamira do Maranhão	3,1469	0,0017	Sim
211245	Turilândia	3,0549	0,0023	Sim
210177	Bela Vista do Maranhão	3,0290	0,0025	Sim
210120	Bacabal	2,9760	0,0029	Sim
211167	São Roberto	2,9360	0,0033	Sim
211150	São Mateus do Maranhão	2,8586	0,0043	Sim
210890	Poção de Pedras	2,8353	0,0046	Sim
210193	Bernardo do Mearim	2,7874	0,0053	Sim
150215	Canaã dos Carajás	2,7684	0,0056	Sim
210542	Itinga do Maranhão	2,7630	0,0057	Sim
210580	Lago do Junco	2,7505	0,0060	Sim
210520	Igarapé Grande	2,6764	0,0074	Sim
210594	Lago dos Rodrigues	2,6667	0,0077	Sim
150277	Curionópolis	2,6365	0,0084	Sim
210215	Brejo de Areia	2,5815	0,0098	Sim
150420	Marabá	2,5537	0,0107	Sim
210663	Matões do Norte	2,5388	0,0111	Sim
211223	Trizidela do Vale	2,5234	0,0116	Sim
211140	São Luís Gonzaga do Maranhão	2,4429	0,0146	Sim
210400	Esperantinópolis	2,3925	0,0167	Sim
211163	São Raimundo do Doca Bezerra	2,3676	0,0179	Sim
210560	Joselândia	2,3640	0,0181	Sim
150295	Eldorado dos Carajás	2,3628	0,0181	Sim
211030	Santo Antônio dos Lopes	2,3145	0,0206	Sim
210043	Alto Alegre do Maranhão	2,2654	0,0235	Sim
210515	Igarapé do Meio	2,2398	0,0251	Sim
210570	Lago da Pedra	2,2302	0,0257	Sim
150563	Piçarra	2,1423	0,0322	Sim
210005	Açailândia	2,1071	0,0351	Sim
210203	Bom Jesus das Selvas	2,0301	0,0423	Sim
210880	Pirapemas	2,0220	0,0432	Sim
210087	Araguanã	1,9737	0,0484	Sim
170930	Guaraí	-1,9650	0,0494	Não

220558	Lagoa do Piauí	-2,0078	0,0447	Não
210900	Porto Franco	-2,0416	0,0412	Não
220325	Currálinhos	-2,0426	0,0411	Não
220410	Francisco Ayres	-2,0585	0,0395	Não
220630	Miguel Leão	-2,0604	0,0394	Não
220554	Lagoinha do Piauí	-2,0604	0,0394	Não
210780	Parnarama	-2,0902	0,0366	Não
220020	Água Branca	-2,1040	0,0354	Não
210592	Lagoa do Mato	-2,1154	0,0344	Não
211190	Sucupira do Norte	-2,1637	0,0305	Não
211157	São Pedro dos Crentes	-2,1708	0,0299	Não
220010	Agricolândia	-2,1761	0,0295	Não
170550	Colinas do Tocantins	-2,1953	0,0281	Não
221050	São Pedro do Piauí	-2,2176	0,0266	Não
220980	São Gonçalo do Piauí	-2,2176	0,0266	Não
211090	São Francisco do Maranhão	-2,2190	0,0265	Não
210405	Estreito	-2,2470	0,0246	Não
210409	Formosa da Serra Negra	-2,2544	0,0242	Não
220750	Palmeirais	-2,2811	0,0225	Não
171488	Nova Olinda	-2,3083	0,0210	Não
170305	Bandeirantes do Tocantins	-2,3411	0,0192	Não
220945	Santo Antônio dos Milagres	-2,3875	0,0170	Não
170360	Brasilândia do Tocantins	-2,4554	0,0141	Não
220880	Regeneração	-2,4801	0,0131	Não
220060	Angical do Piauí	-2,4921	0,0127	Não
220525	Jardim do Mulato	-2,5414	0,0110	Não
220050	Amarante	-2,6416	0,0083	Não
171840	Presidente Kennedy	-2,6651	0,0077	Não

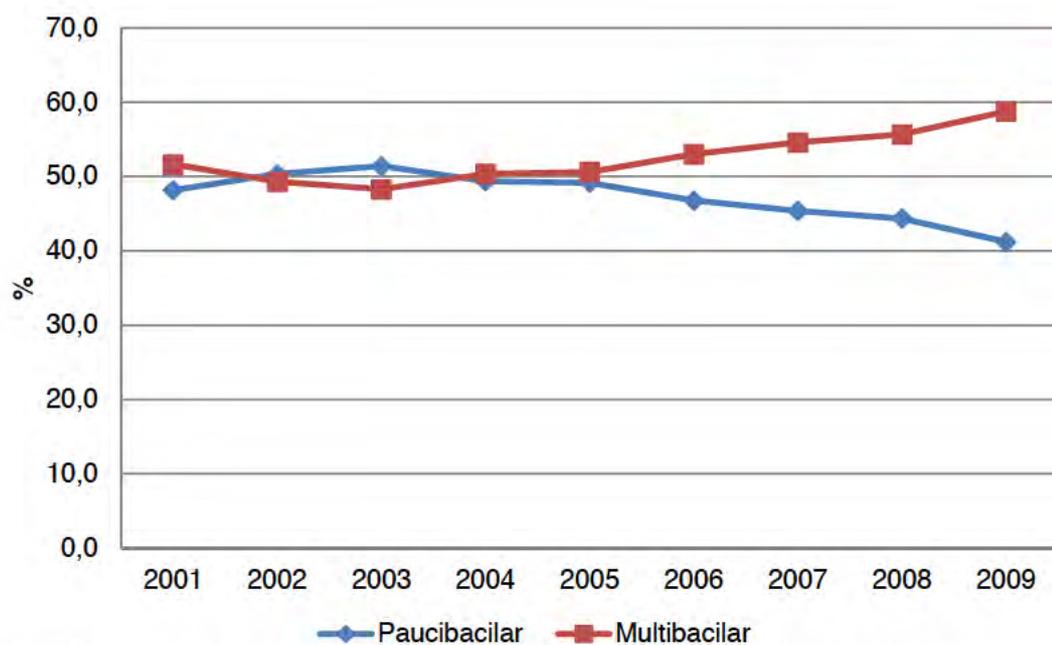
## 8.12 Apêndice 12 – Indicadores epidemiológicos e operacionais do agregado 1 da hanseníase.



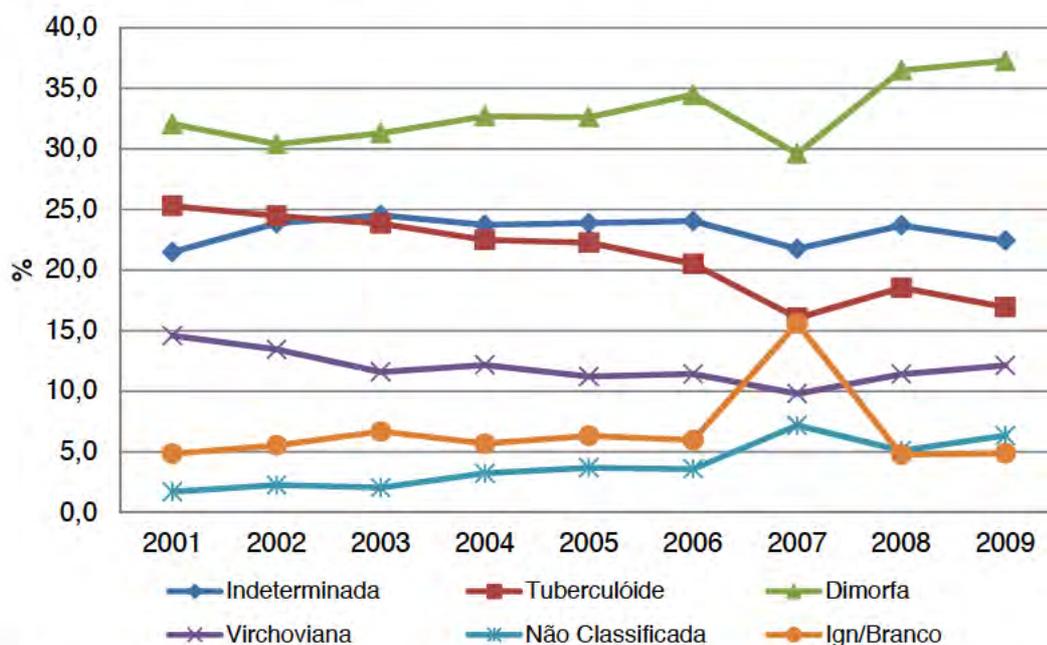
**Figura 32** – Proporção de casos novos de hanseníase detectados no agregado 1 por faixa etária de 2001-2009.



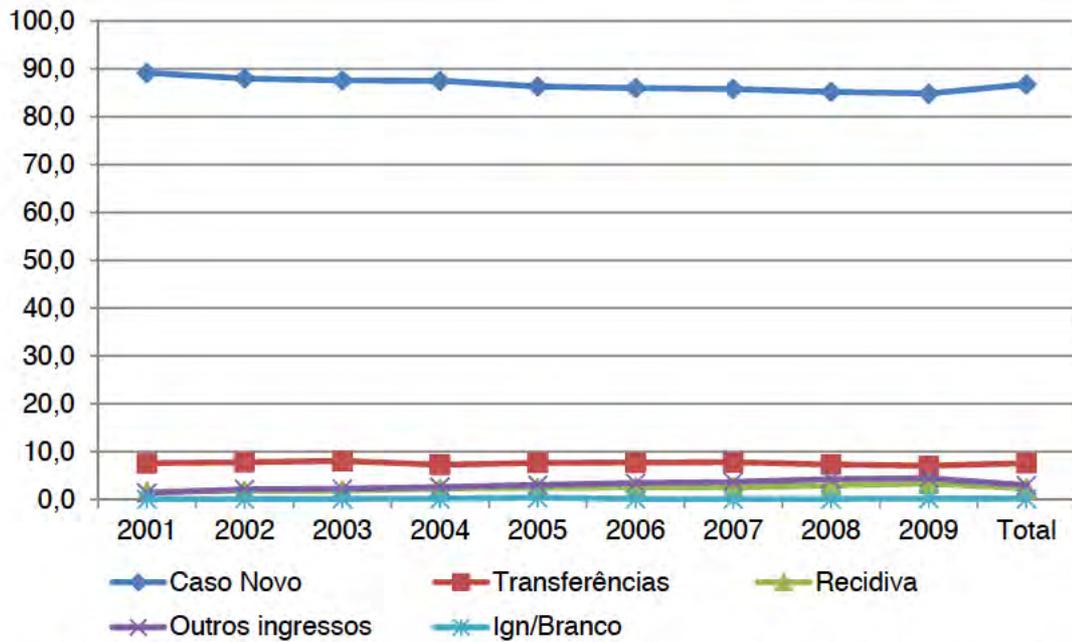
**Figura 33** – Proporção de casos novos de hanseníase detectados no agregado 1 por sexo de 2001-2009.



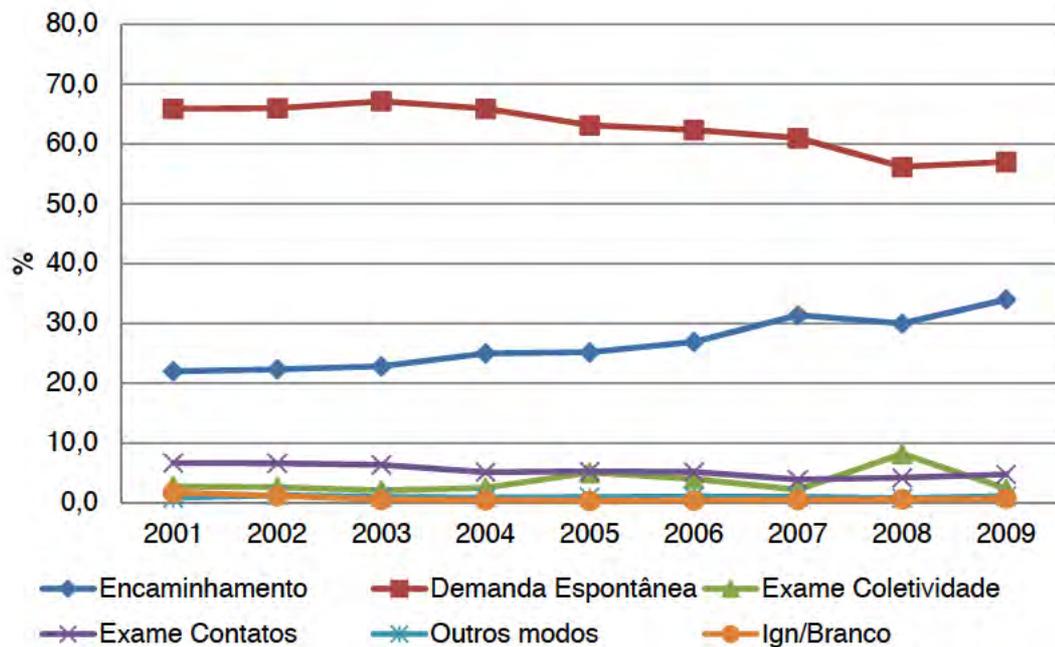
**Figura 34** – Proporção de casos novos de hanseníase detectados no agregado 1 por classificação operacional de 2001-2009.



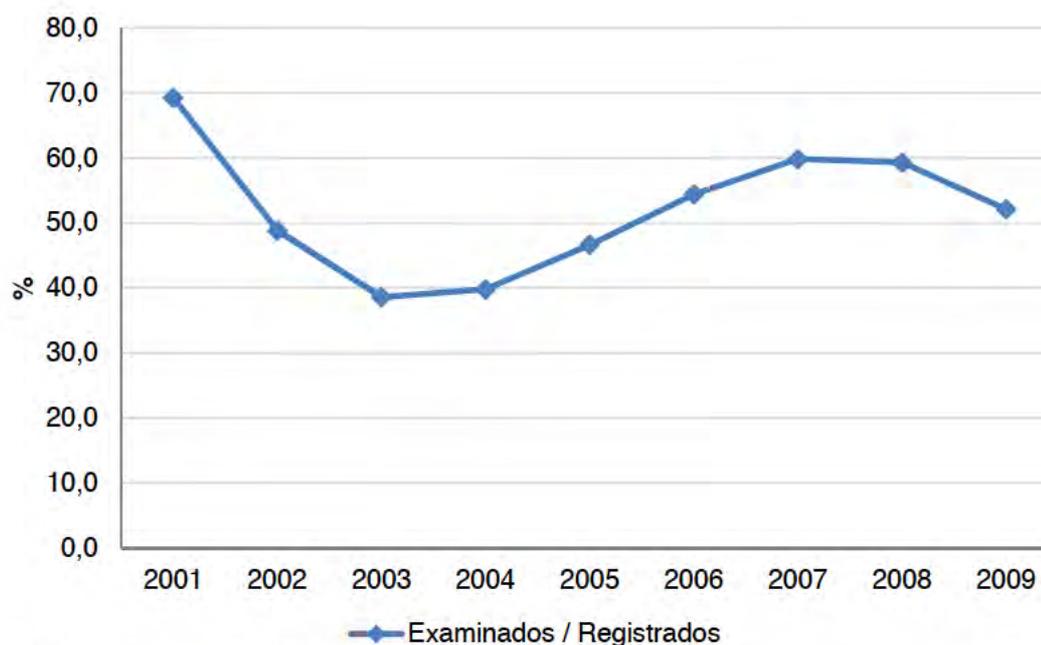
**Figura 35** – Proporção de casos novos de hanseníase detectados no agregado 1 por forma clínica de 2001-2009.



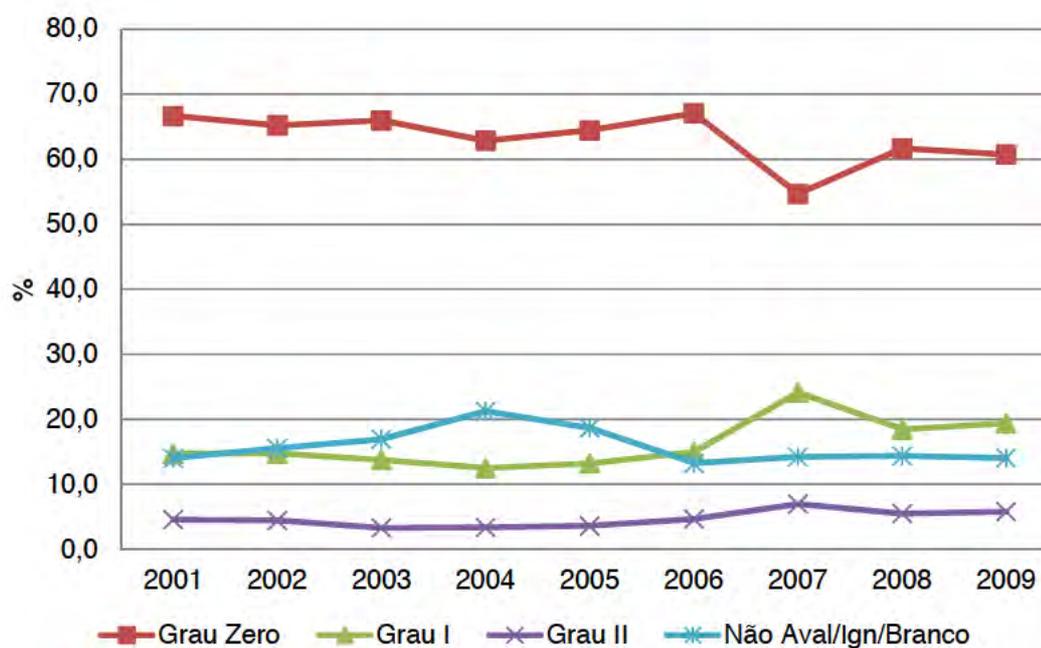
**Figura 36** – Proporção do modo de entrada de casos de hanseníase no agregado 1 de 2001-2009.



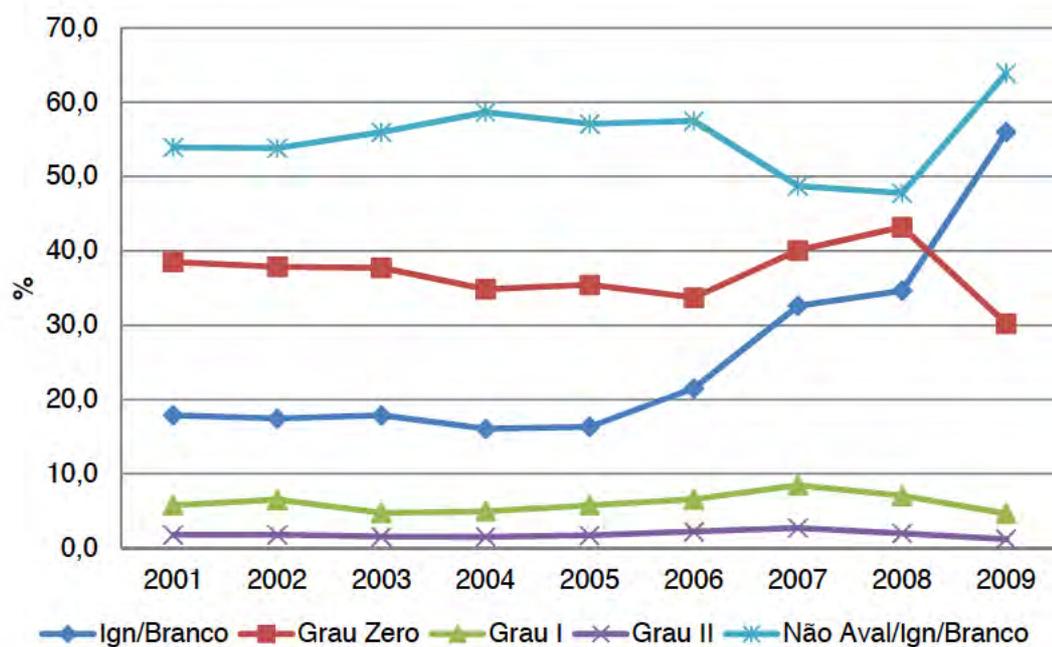
**Figura 37** – Proporção do modo de detecção de casos novos de hanseníase no agregado 1 de 2001-2009.



**Figura 38** – Proporção de contatos examinados dentre aqueles registrados dos casos de hanseníase nos municípios do agregado 1 de 2001-2009.



**Figura 39** – Proporção de casos novos de hanseníase detectados no agregado 1 por grau de incapacidade no diagnóstico de 2001-2009.



**Figura 40** – Proporção de casos novos de hanseníase detectados no agregado 1 por grau de incapacidade na alta de 2001-2009.

## 9. ANEXOS

### 9.1 Anexo 1 – Ficha de Notificação/Investigação Individual Hanseníase

República Federativa do Brasil Ministério da Saúde		SINAN SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO FICHA DE NOTIFICAÇÃO/ INVESTIGAÇÃO HANSENÍASE		Nº		
Caso confirmado de Hanseníase: pessoa que apresenta uma ou mais das seguintes características e que requer poliquimioterapia: - lesão (ões) de pele com alteração de sensibilidade; acometimento de nervo (s) com espessamento neural; baciloscopia positiva.						
Dados Gerais	1	Tipo de Notificação 2 - Individual				
	2	Agravo/doença HANSENÍASE	Código (CID10) A30.9	3	Data da Notificação	
	4	UF	5	Município de Notificação	Código (IBGE)	
Dados de Saúde	6	Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora)	Código	7	Data do Diagnóstico	
	8	Nome do Paciente			9	Data de Nascimento
	10	(ou) Idade 1 - Hora 2 - Dia 3 - Mes 4 - Ano	11	Sexo M - Masculino F - Feminino I - Ignorado	12	Gestante 1-1º trimestre 2-2º trimestre 3-3º trimestre 4 - Não gestacional/ignorado 5 - Não se aplica 6 - Ignorado
Dados de Endereçamento Individual	13	Raça/Cor 1 - Branca 2 - Preta 3 - Amarela 4 - Parda 5 - Indígena 6 - Ignorado			14	Escolaridade 0 - Analfabeto 1 - 1ª e 4ª série incompleta do EF (antigo primário ou 1º grau) 2 - 4ª série completa do EF (antigo primário ou 1º grau) 3 - 5ª e 8ª série incompleta do EF (antigo ginásio ou 2º grau) 4 - Ensino Fundamental completo/ginásio ou 1º grau 5 - Ensino médio incompleto (antigo colegial ou 2º grau) 6 - Ensino médio completo (antigo colegial ou 2º grau) 7 - Educação superior incompleta 8 - Educação superior completa 9 - Ignorado 10 - Não se aplica
	15	Número do Cartão SUS			16	Nome da mãe
	17	UF	18	Município de Residência	Código (IBGE)	19
Dados de Residência	20	Bairro			21	Logradouro (rua, avenida,...)
	22	Número	23	Complemento (apto., casa, ...)	24	Geo campo 1
	25	Geo campo 2			26	Ponto de Referência
	27	CEP			28	(DDD) Telefone
	29	Zona 1 - Urbana 2 - Rural 3 - Periurbana 9 - Ignorado			30	Pais (se residente fora do Brasil)
	Dados Complementares do Caso					
Dados Clínicos	31	Nº do Prontuário			32	Ocupação
	33	Nº de Lesões Cutâneas	34	Forma Clínica 1 - I 2 - T 3 - D 4 - V 5 - Não classificado	35	Classificação Operacional 1 - PB 2 - MB
Atendimento	36	Nº de Nervos afetados			37	Avaliação do Grau de Incapacidade Física no Diagnóstico 0 - Grau Zero 1 - Grau I 2 - Grau II 3 - Não Avaliado
	38	Modo de Entrada 1 - Caso Novo 2 - Transferência do mesmo município (outra unidade) 3 - Transferência de Outro Município ( mesma UF ) 4 - Transferência de Outro Estado 5 - Transferência de Outro País 6 - Recidiva 7 - Outros Reingressos 9 - Ignorado			39	Modo de Detecção do Caso Novo 1 - Encaminhamento 2 - Demanda Espontânea 3 - Exame de Coletividade 4 - Exame de Contatos 5 - Outros Modos 9 - Ignorado
	40	Baciloscopia 1. Positiva 2. Negativa 3. Não realizada 9. Ignorado			41	Data do Início do Tratamento
Tratamento	42	Esquema Terapêutico Inicial 1 - PQT/PB/ 6 doses 2 - PQT/MB/ 12 doses 3 - Outros Esquemas Substitutos			43	Número de Contatos Registrados
	Observações adicionais:					
Investigador	Município/Unidade de Saúde			Código da Unid. de Saúde		
	Nome		Função		Assinatura	
	Hanseníase		Sinan NET		SVS 30/10/2007	

## 9.2 Anexo 2 – Cópia do Parecer do Comitê de Ética da Universidade Federal do Ceará



Universidade Federal do Ceará  
Comitê de Ética em Pesquisa

Of. Nº 136/09

Fortaleza, 05 de junho de 2009

**Protocolo COMEPE nº 138/ 09**

**Pesquisador responsável:** Jorg Heukelbach

**Deptº./Serviço:** Departamento de Saúde Comunitária/ UFC

**Título do Projeto:** “Padrões epidemiológicos, clínicos, psicossociais e operacionais da hanseníase nos estados do Maranhão, Pará, Tocantins e Piauí: uma abordagem integrada”

Levamos ao conhecimento de V.Sª. que o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará – COMEPE, dentro das normas que regulamentam a pesquisa em seres humanos, do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde, Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996 e complementares, aprovou o projeto supracitado na reunião do dia 04 de junho de 2009.

Outrossim, informamos, que o pesquisador deverá se comprometer a enviar o relatório final do referido projeto.

Atenciosamente,

A handwritten signature in black ink that reads "Mirian Parente Monteiro". The signature is written in a cursive style with a large initial 'M'.

Dra. Mirian Parente Monteiro  
Coordenadora Adjunta do Comitê  
de Ética em Pesquisa  
COMEPE/UFC

## 9.3 Anexo 3 – Cópia do Parecer do Comitê de Ética do Centro Universitário Luterano de Palmas



**CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"  
Credenciado pelo Decreto de 06/07/2000 - D.O.U. nº 130 de 07/07/2000

### COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA PARECER Nº 28/2009

**Projeto de Pesquisa:** Padrões epidemiológicos, clínicos, psicossociais e operacionais da hanseníase no estado do Tocantins: uma abordagem integrada.

**Pesquisador Responsável:** Jorg Heukelbach.

**Área do conhecimento:** Ciências da Saúde

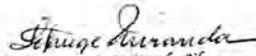
**Resumo Descritivo do Estudo:** Trata-se de um projeto de pesquisa de análise de agregados espaciais (*clusters*) de casos novos, de 77 municípios do Tocantins, integrantes do *cluster* 1, com abordagem quantitativa e qualitativa, geográfica e operacional, utilizando dados primários e secundários cujo objetivo é identificar os determinantes clínico-epidemiológicos, psicossociais e operacionais responsáveis pelos elevados coeficientes de detecção da hanseníase nos municípios do estado do Tocantins que compõem o *cluster* 1.

#### Comentários e Considerações:

- Trata-se de um projeto de pesquisa que prima pelo rigor científico e acurado planejamento e estruturação.
- O estudo é parte de um projeto que compõe 3 Estados, integrantes do *cluster* 1, possui financiamento aprovado do Ministério da Saúde e CNPq através do Edital para doenças negligenciadas, MCT/CNPq/CT-Saúde/MS/SCTIE/DECIT Nº 034/2008, Processo 576377/2008.
- O projeto encontra-se documentado e adequado à Resolução CNS No.196/96, que normatiza pesquisa envolvendo seres humanos

**Situação:** APROVADO

Palmas, 08 de junho de 2009.

  
Solange Maria Miranda Silva  
Coord. do Comitê de Ética em Pesquisa  
CEULP/ULBRA

## 9.4 Anexo 4 – Cópia do Parecer da Secretaria da Saúde do Estado do Tocantins



GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS  
SECRETARIA DA SAÚDE  
GABINETE DO SECRETÁRIO  
Praça dos Girassóis - Centro - 77.003-020 - Palmas-TO  
e-mail: gabinetes@se.gov.br - Fone: (63) 3218-1730 - 1713

Palmas, 06 de abril de 2009.

### DECLARAÇÃO

Eu, Eugênio Paçeli de Freitas Coelho, no cargo de Secretário Estadual de Saúde do Tocantins, declaro para os devidos fins ao *Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará*, que autorizamos a realização da pesquisa intitulada "*Padrões epidemiológicos, clínicos, psicossociais e operacionais da hanseníase nos estados do Maranhão, Pará, Tocantins e Piauí: uma abordagem integrada*" pelo *Departamento de Saúde Comunitária da Universidade Federal do Ceará*, sob coordenação do Prof. Dr. Jorg Heukelbach e com financiamento do CNPq.

O estudo a ser realizado no Estado será de grande benefício para o controle da doença ao revelar de forma sistemática a situação epidemiológica da doença bem aspectos operacionais do programa.

Atenciosamente,

Raimundo Nonato da Silva  
Subsecretário da Saúde

Eugênio Paçeli de Freitas Coelho  
Secretário Estadual de Saúde do Tocantins

## 9.5 Anexo 5 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

ID: \_\_\_\_\_

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### PROJETO MAPATOPI:

*“Padrões epidemiológicos, clínicos, psicossociais e operacionais da hanseníase nos estados do Maranhão, Pará, Tocantins e Piauí: uma abordagem integrada”.*

Prezado Sr./Sra,

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa. Sua participação é importante, porém, você não deve participar contra a sua vontade. Leia atentamente as informações abaixo e faça qualquer pergunta que desejar, para que todos os procedimentos desta pesquisa sejam esclarecidos.

*Esta pesquisa avalia quantas pessoas têm hanseníase e qual a situação clínica destas pessoas, quais os motivos que fazem uma pessoa abandonar o tratamento ou demorar a procurar o serviço de saúde para se tratar; como as pessoas se sentem na sua vida em comunidade (amigos/família/trabalho) em relação à doença. Além disto, a pesquisa avalia como os serviços de saúde e o programa de controle da hanseníase estão funcionando.*

#### Endereço do responsável pela pesquisa

**Instituição:** Departamento de Saúde Comunitária da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará

**Pesquisador Responsável:** Prof. Dr. Jorg Heukelbach e demais pesquisadores incluídos no estudo

**Endereço:** R. Prof. Costa Mendes, 1608; Bloco didático/ 5º andar – Bairro: Rodolfo Teófilo – Fortaleza/CE

CEP 60430-140

**Telefones p/contato:** (85) 3366-8045 / 3366-8044

**ATENÇÃO:** Para informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao:

**Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará**

Rua Coronel Nunes de Melo, 1127 Rodolfo Teófilo

Telefone: 3366.8338

Antes de decidir a respeito de sua participação, é importante que você saiba o motivo da realização desse estudo e o que ele envolverá. Pergunte-nos caso haja algo que não esteja claro ou caso necessite de maiores informações. Você dispõe de tempo para pensar se desejará participar ou não do estudo. Os profissionais envolvidos nesse

estudo não são remunerados para a realização desta pesquisa. O estudo foi revisado por um Comitê de Ética em Pesquisa independente da Instituição Responsável.

Neste estudo serão realizadas entrevistas, serão aplicados questionários e serão realizados exames clínicos. Caso você tenha diagnóstico de hanseníase o exame será uma avaliação neurológica simplificada, isto é, será feito exame clínico dos olhos e do nariz; avaliação dos principais nervos dos braços, mãos, pernas e pés através do toque com as mãos (palpação) e avaliação da sensibilidade das mãos e pés e também avaliação de força muscular.

A avaliação clínica levará 30 minutos, questionários 15 minutos e a entrevista 30 minutos

#### **RISCOS E BENEFÍCIOS**

- Nesse estudo, NÃO haverá procedimentos de coleta de sangue, fezes, urina, pele ou outros procedimentos invasivos que gerem riscos diretos ao participante. Você NÃO ESTARÁ SUJEITO A NENHUM RISCO caso concorde em participar desta pesquisa.
- Você não receberá nenhum pagamento por participar desse estudo.

#### **DIREITOS DOS PARTICIPANTES:**

- A garantia de receber a resposta ou esclarecimento a qualquer pergunta ou dúvida a cerca dos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa.
- A liberdade de retirar meu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo sem que isso traga prejuízo a minha pessoa.
- A segurança de que não será identificado e que será mantido o caráter confidencial da informação relacionada com minha privacidade.
- Receber informações atualizadas durante o estudo, ainda que este possa afetar a minha vontade do participante de continuar na pesquisa.

#### **CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO OU DECLARAÇÃO DO PARTICIPANTE OU DO RESPONSÁVEL PELO PARTICIPANTE:**

Tendo compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implica, concordo em dele participar e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

TOCANTINS, (cidade) \_\_\_\_\_ data \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

<p>_____</p> <p><i>Assinatura ou impressão datiloscópica d(o,a) voluntári(o,a) ou responsável legal</i></p>	<p>_____</p> <p><i>Nome e Assinatura do(s) responsável(eis) pelo estudo</i></p> <p>_____</p> <p><i>Nome do profissional que aplicou o TCLE</i></p>
<p>Endereço d(o,a) participante-voluntári(o,a)</p> <p>Domicílio: (rua, praça, conjunto): _____</p> <p>Complemento (no.): _____ Bairro: _____ Cidade: _____ UF: _____</p> <p>Ponto de referência _____ CEP _____</p> <p>Telefone: _____</p>	

## 10. ARTIGOS

### 10.1 Artigos relacionados à Tese

#### 10.1.1 Artigo 1: Submetido à Leprosy Review

#### **Persisting leprosy transmission despite increased control measures in an endemic cluster in Brazil: the unfinished agenda**

Carlos H. Alencar<sup>1</sup>; Alberto Novaes Ramos Jr.<sup>1</sup>; Jaqueline C. Barbosa<sup>1</sup>; Ligia R. Sansigolo Kerr<sup>1</sup>; Maria L. W. de Oliveira<sup>2</sup>; Jorg Heukelbach<sup>1,3</sup>

1 – Department of Community Health, School of Medicine, Federal University of Ceará, Fortaleza, Brazil

2 – Department of Internal Medicine, Federal University of Rio de Janeiro - Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil

3 – Anton Breinl Centre for Public Health and Tropical Medicine, School of Public Health, Tropical Medicine and Rehabilitation Sciences, James Cook University, Townsville, Australia

**Short Title: Persisting leprosy transmission in Brazil**

**Corresponding author: J. Heukelbach**, Departamento de Saúde Comunitária, Universidade Federal do Ceará, Rua Professor Costa Mendes, 1608. 5º andar. Bairro: Rodolfo Teófilo. Fortaleza-CE. CEP: 60430-140. Email: [heukelbach@web.de](mailto:heukelbach@web.de)

## **Abstract**

**Objective:** To provide an evidence base for improvement of leprosy control in Brazil's high transmission areas.

**Design:** We obtained data from municipalities in a major disease cluster from databases for notifiable diseases of four states (Maranhão, Pará, Tocantins, Piauí), including notifications from 2001 to 2009. Indicators for monitoring and evaluation of leprosy according to the World Health Organization were evaluated with emphasis on the rates of new cases presenting grade-2 disabilities and among children <15 year-olds, indicating late diagnosis and active transmission, respectively.

**Results:** A total of 82,463 leprosy cases were detected in the area (mean case detection rate: 95.9/100,000; RR=4.56 as compared to the rest of Brazil; 95% CI: 4.45-4.66,  $p<0.0001$ ). There was a steady decrease of detection rates in the study period, from 100.8 to 75.6/100,000 inhabitants. In children <15 years of age, 9,009 cases of leprosy were detected (28.40/100,000), significantly more than in the rest of Brazil (RR=5.80; 95% CI: 5.39-6.25,  $p<0.0001$ ). New cases with grade-2 disabilities/100,000 population maintained a stable trend at a high level (4.43 cluster vs. 1.28 rest of country; RR=3.46; 95% CI: 3.11-3.84,  $p<0.0001$ ), whereas the proportion of new cases with grade-2 was slightly lower than the country's average (5.51% vs. 6.75%; RR=0.84; 95% CI: 0.81-0.86,  $p<0.0001$ ).

**Conclusions:** Despite recently improved leprosy control measures, there is still major active transmission and late diagnosis in the cluster. Further specific actions are needed to improve early case detection and prompt treatment with the aim to reduce disease burden in the population, considering social inequities.

## **Introduction**

Leprosy is still endemic in Brazil: in 2009, more than 38,000 cases were notified in the country (93% of cases in the Americas), presenting the highest detection rate worldwide, with 19.64 cases/100,000 inhabitants.<sup>1-2</sup> There are tremendous regional differences of case detection rates in Brazil, evidenced by areas with virtually no transmission, mainly in the southern regions, and other regions with extremely high detection rates.<sup>3-5</sup> These areas are also the richest and poorest regions in the country, respectively.

As a consequence, the National Hansen's Disease Control Program focussed activities more and more on highly endemic disease clusters. These well-defined clusters are based on data from compulsory leprosy case notification, provided by the nation-wide unique disease surveillance system from 2005 to 2007, and were identified by spatial scan statistics.<sup>4,6</sup> Due to the nature of analysis, municipalities with low detection rates geographically close to those with high detection rates were included in the clusters. By intensifying case finding in these municipalities with low detection rates, a further reduction of transmission and disease burden caused by hidden prevalence cases, and improved early case detection, can be expected.<sup>4-5</sup>

The disease cluster with greatest geographical extension includes parts of the four states Maranhão, Pará, Tocantins and Piauí in the north and northeast regions of the country (Figure 1).<sup>4,6</sup> The area has a total population of about 10 million. This represents only 1/20 of Brazil's population, but with its 7,524 new cases detected in 2009 included about 1/5 of all notified cases. The case detection rate in the cluster was 75.6/100,000 inhabitants in that same year.<sup>7</sup>

### **[Figure 1]**

Recently, the Brazilian Research Council (*Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico*, CNPq) and the Department of Science and Technology of the Brazilian Ministry of Health (DECIT) provided substantial funding for research projects in the 10 major and most

significant endemic leprosy clusters in collaboration with the National Hansen's Disease Control Program. Thus, we were able to perform multidisciplinary epidemiological research in the most significant of these clusters (denominated MAPATOPI – an acronym derived from the four involved federal states Maranhão, Pará, Tocantins, and Piauí), to provide an evidence base for improvement of leprosy control in Brazil's high transmission areas.<sup>8-9</sup>

In the present investigation, we analyzed epidemiological data from this cluster in detail, focussing on time trends and indicators for early case detection and active transmission.

## **Methods**

We included all 373 municipalities located in a major leprosy endemic cluster, defined by the National Hansen's Disease Control Program (Figure 1).<sup>6</sup> The cluster was identified by the abovementioned study conducted recently by the Brazilian Ministry of Health to define priority areas for intervention<sup>4,6</sup> The area is located in four states in north and central Brazil with a population distribution as detailed in Table 1.

### **[Table 1]**

We obtained secondary epidemiological data from the annual Brazil databases of notifiable diseases (Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN) and then merged datasets. Data are entered in each municipality of Brazil, using standardized forms. The data sets are reviewed constantly at state and national levels, and typing errors, as well as duplicate data entry are corrected., We carried out an additional data check and removed overlaps and other inconsistencies that were still present. Notifications from 1<sup>st</sup> January 2001 to December 31<sup>st</sup> 2009 were included in analysis. For calculation of leprosy case detection rates, population estimates of the

respective years were obtained from the database of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (*Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE*).<sup>10</sup> We calculated the indicators for monitoring and evaluation according to the “Enhanced Global Strategy for Further Reducing the Disease Burden due to Leprosy” by WHO:<sup>11</sup> rate of new cases/100,000 population, rate of new cases with grade 2 disabilities/100,000 population, cure rate (for monitoring progress); proportion of cases presenting with grade-2 disabilities, proportion of child cases, proportion of female patients, and proportion of multibacillary cases among new cases (for evaluating case detection); and proportion of new cases verified as correctly diagnosed, proportion of treatment defaulters, and proportion of relapses (for assessing the quality of services)

All classifications were carried out in accordance with the Brazilian Ministry of Health which approves guidelines for surveillance and control of leprosy in Brazil.<sup>12</sup>

Indicators were also observed over time. The proportion of patients who developed new or additional disabilities during multidrug therapy is not presented, as this information was available in <50% of cases.

Stata 11 software was used for statistical analysis. Significance of the difference of relative frequencies was assessed using the Pearson chi squared test. We calculated rate ratios (RR) and respective exact confidence intervals.

## **Results**

In the period from 2001 to 2009, a total of 82,463 leprosy cases were detected in the cluster. Table 2 details the indicators for monitoring and evaluation according to the World Health Organization’s Enhanced Global Strategy. The mean general case detection rate in the study period was 95.9/100,000, whereas in the rest of Brazil 21.0 cases/100,000 inhabitants were

notified (RR=4.56; 95% CI: 4.45-4.66,  $p<0.0001$ ). In Pará, case detection was 134.8/100,000. During the period of study, the detection rate declined from 100.8 to 75.6/100,000 inhabitants in the cluster, with a more pronounced decrease since 2006 (Figure 2). The largest decrease (63%) was observed in Pará, but this area still had the highest detection rate in 2009, as compared to the other states. Tocantins' municipalities showed a detection rate of 77.8 to 88.4/100,000 and a tendency of stabilization in the last four years. The municipalities in Maranhão showed a downward trend since 2005, and Piauí did not reveal any clear trend. In the rest of Brazil, this indicator was around 16/100,000 inhabitants/year during the observation period (Figure 2).

**[Table 2]**

**[Figure 2]**

The trend in <15 year-olds showed similar patterns to the general case detection rate, with elevated rates in all four states (Figure 2). Similar to the general population, the highest detection rate in children was found in Pará (Table 2). In children <15 years of age, a total of 9,009 cases of leprosy (28.6% of all Brazilian child cases) were detected in the cluster (detection rate: 28.40/100,000), which was significantly different to the rest of Brazil (RR=5.80; 95% CI: 5.39-6.25,  $p<0.0001$ ; Table 2).

The rate of new cases with grade-2 disabilities/100,000 population was significantly higher in the cluster than in the rest of Brazil (RR=3.46; 95% CI: 3.11-3.84,  $p<0.0001$ ). On the other hand, the proportion (%) of new cases with grade-2 was lower than the country's average (RR=0.84; 95% CI: 0.81-0.86,  $p<0.0001$ ) (Table 2). The rate of new cases with grade-2 disabilities/100,000 population showed a similar trend as the general detection rate (Figure 3). The detection rate showed an inversed trend.

### [Figure 3]

With the exception of Tocantins, defaulter rates were higher than in the rest of Brazil, but the number of relapses was lower. The proportion of multibacillary cases at the time of diagnosis was 52.3% in the cluster (RR=0.98; 95% CI: 0.97-0.98,  $p<0.001$ ). The largest proportion was detected in the State of Maranhão (56%). Borderline or lepromatous clinical forms represented 50% of cases in the cluster and 52% in the rest of Brazil (RR=0.96; 95% CI: 0.95-0.97,  $p<0.001$ ); the lowest proportion was in the states of Tocantins (39.7%), and Piauí (37.6%) (Table 2).

In total, in the cluster there were 84.9% (69,220) leprosy cases with their degree of disability assessed at diagnosis, less than in the rest of Brazil. Maranhão had the lowest proportion of cases evaluated (79.0%), whereas in Piauí and Pará more than 90% of cases in the cluster were evaluated (Table 2). Among available cases, 18.1% (13,112) had a disability of grade-1 and 5.5% (3,811) of grade-2 (Table 2).

### Discussion

In the past years, the Hansen's Disease Control Program of Brazil's Ministry of Health has focussed its actions to a greater extent on defined geographical areas (clusters). The present study shows that in one of these major clusters which encompasses about 5% of Brazil's population, the overall detection rate was more than four times higher than in the rest of the country, and in <15 year-olds even about six times. This shows that active leprosy transmission is continuing at high levels in the region. In addition, the indicators suggest late diagnosis in many cases. Despite the successes made in the last years, there is thus still a long way to go to reach low detection rates.<sup>13</sup> The study also reinforces that prioritizing and intensifying control measures in these clusters should be maintained.<sup>6</sup>

The ascending trend of leprosy detection rates since the 1980s in Brazil seems to have reached its peak and is expected to show a tendency of stabilization/reduction in the next few years.<sup>5-</sup>

<sup>6,14</sup> The time series from 2001 to 2009 presented in our study shows stable detection rates of the cluster municipalities in three states. Pará detection rates declined considerably, but remained at very high levels. This was paralleled by the trend of the detection rate in children. These trend observations are likely caused by operational factors and not by epidemiological behaviour of the disease.<sup>14-15</sup> These operational factors may include different performance of the health services and professionals, in both primary care and referral services with respect to leprosy patients.<sup>15-17</sup>

Increased actions performed by the State Control Programs have been established in the observation period and intensified their actions, and in fact it can be expected that in future years detection rates and indicators for late diagnosis will decrease, if the current control program's policy continues. For example, in Pará the reduction of detection rates was paralleled by an increase of population coverage with the so-called Family Health Program from 13% in 2001 to almost 40% in 2009.<sup>18</sup> The Brazilian Ministry of Health adopted in 1994 as one of the main pillars of the health system the Family Health Program, to decentralize health services towards primary health care and to improve coverage, especially for socially deprived areas. By the end of 2011, about 54% of the Brazilian population was covered, mainly in rural areas. The organization of this strategy is managed at the municipality level. The program operates through multiprofessional teams, which is usually composed by a physician, a nurse, an auxiliary nurse and 4 to 6 community health workers, responsible for about 3,500 people.<sup>19</sup> The Family Health Program strengthened two major activities within the Brazilian Leprosy Control Program: early case detection, and treatment of cases with multidrug therapy. Additionally, by active case finding, it enhances the possibility of implementation of household contacts for early diagnosis and Bacille Calmette-Guérin (BCG) vaccination, as a complementary measure.<sup>20-21</sup>

In Piauí where coverage of the Family Health Program is almost 100% for several years, lowest values were observed for grade-2 disability/population. In addition, there was the highest proportion of newly diagnosed cases assessed for disabilities, and more than a third of

cases were diagnosed early, in indeterminate clinical form. The decentralized actions of this primary health care approach may have influenced positively leprosy control measures.<sup>22-23</sup>

In 2009, WHO launched a new global target based on grade-2 disabilities/100,000 population, and a reduction of at least 35% by the end of 2015 as compared to 2010 was set.<sup>11</sup> From 1995 to 2009, Brazil has reduced grade-2 disabilities in newly diagnosed patients/population by only about 13% every 5 years, which is far away from this target.<sup>11,24</sup> In the same period, India and Thailand showed reduction rates of this indicator from 54% and 36% every five years, whereas China reduced this indicator by 8%, after a more pronounced reduction in the previous years.<sup>24</sup> On the other hand, these reductions may also be caused by different operational approaches, and data should be interpreted with care.<sup>25</sup>

Whereas this new indicator and the target may reflect better the progress of control measures,<sup>26</sup> this is still based on entire countries. Clearly, this may be appropriate for small countries, but care should be taken in the case of nations with continental dimensions such as Brazil and India, which show tremendous regional differences of leprosy detection rates, with areas where the disease is virtually nonexistent, and other regions with ongoing transmission.<sup>5</sup> As mentioned above, Brazil's Ministry of Health has approached this problem by targeting high risk areas for transmission, identified by spatial analysis.<sup>6</sup>

In the endemic cluster, the rate of new cases with grade-2/100,000 population remained stable over the study period, with the exception of a peak in 2007. In 2007 a change in the grade coding was undertaken and not all municipalities used this new code; as a result this peak should not be considered with the same confidence as data of the other years.<sup>27</sup> In the same period, the general detection rate showed a decrease after an initial increase, whereas the proportion of new cases with grade-2 disabilities showed an inverse trend. This may reflect established control actions in the area: increased actions to detect leprosy cases revealed lower proportions of grade-2 disabilities at diagnosis, and early diagnosis improved over time. On the other hand, there may be other operational problems present, such as the quality of assessment of disabilities, and possibly over-diagnosis of grade-2.<sup>27</sup>

In Brazil, leprosy control activities are conducted by graduated health professionals (mainly doctors, nurses and physiotherapists) working mainly in primary care units and, in some cases, units of state and national reference. In addition, there is specific training to develop these actions; supervision and monitoring are expected, especially in federal and state levels. The rate of new cases with grade-2 disabilities per 100,000 population has been considered to be less influenced by operational factors – it focuses attention on prevention of disabilities and stimulates early detection and is probably a robust marker of the level of the occurrence of the disease in the community<sup>26-27</sup>. In addition, the proportion of grade-2 cases in a population will give a proxy of the general burden of disease on the population level, independent from case detection rates and prevalence.<sup>24,26</sup> In Brazil, the proportion of cases with grade assessed at diagnosis is approximately 89%, while the discharge is 53,5%. Thus, the main operational problem observed in the Brazilian health system refers to carrying out an assessment of the degree of disability at discharge.

Our analysis also suggests late diagnosis of leprosy to an important extent in the cluster. The proportion of new cases with grade-2 disabilities was highest in Maranhão, indicating late diagnosis mainly in this state. In addition, in Maranhão, indeterminate leprosy was less common, and frequency of multibacillary cases highest. Maranhão is one of the poorest states in Brazil, and decentralization including population coverage of the Family Health Program is yet far below the target.

On the other hand, the proportion of female patients and multibacillary cases among new cases showed higher levels outside the cluster than inside. This may reflect a recent success of strategies of leprosy control directed to the highly endemic areas of Brazil.<sup>5</sup> However, leprosy control should not only focus on areas with a high number of cases, but also on most vulnerable areas and populations, considering economic and social differences present in low and middle income countries.<sup>28-29</sup>

Similar to many other infectious diseases, leprosy has been considered a poverty-related disease.<sup>30-31</sup> In Brazilian municipalities with more heterogeneous income distribution, the chance of leprosy as a public health problem was higher.<sup>32</sup> In fact, the index of subjective poverty in the study area is close to 90%, while in the South Region of Brazil, where there is no active transmission of leprosy,<sup>5</sup> this index is about 15%.<sup>33</sup> There is also evidence about association of leprosy incidence and social conditions in the Amazon region, which comprises some states of the cluster studied here.<sup>34</sup> In this context, the ongoing social governmental policies for reducing extreme poverty will certainly minimize vulnerability of the population to a variety of diseases, including leprosy.<sup>35</sup>

An evidence-based approach has been successfully implemented by the National Hansen's Disease Control Program, through the application of Operational Research in collaboration with several stakeholders such as non-governmental organizations, which helped to define and address areas for improvement of the control programmes at local and state levels.<sup>16</sup>

## **Conclusions**

The endemic cluster under study presented high levels of leprosy detection rates both in the general population and in children <15 years, and of grade-2 disabilities, indicating ongoing transmission and late diagnosis. Despite established leprosy control in Brazil in highly endemic areas, focussed integrated actions are needed to further improve early case detection and prompt treatment with the aim to reduce disease burden in the population. As leprosy and its complications are associated with poverty, interventions should also consider social inequities in the region.

## **Acknowledgments**

This paper forms part of the MAPATOPI study, an interdisciplinary project providing evidence for improving the Brazilian Hansen's Disease Control Program. The project is co-financed by the Brazilian Research Council (*Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico*, CNPq) and the Department of Science and Technology of the

Brazilian Ministry of Health (DECIT). JH and LRSK are research fellows from CNPq. We thank *Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES, Brazil) for granting a PhD scholarship to CHA. The State Leprosy Control Programs of the State Health Secretariats of Maranhão, Pará, Tocantins and Piauí kindly provided data sets.

## References

- 1.WHO. World Health Organization. Global leprosy situation, 2009. *Wkly Epidemiol Rec.* 2010; **85**: 337-348.
- 2.Brasil. Brasília: Ministério da Saúde; 2010 [cited 2011]; Available from: [http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/visualizar\\_texto.cfm?idtxt=31200](http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/visualizar_texto.cfm?idtxt=31200).
- 3.Magalhães MCC, Rojas LI. Diferenciação territorial da hanseníase no Brasil. *Epidemiol Serv Saúde.* 2007; **16**: 75-84.
- 4.Penna ML, Oliveira ML, Penna G. Spatial distribution of leprosy in the Amazon region of Brazil. *Emerging infectious diseases.* 2009; **15**: 650-652.
- 5.Penna ML, Oliveira ML, Penna GO. The epidemiological behaviour of leprosy in Brazil. *Lepr Rev.* 2009; **80**: 332-344.
- 6.Brasil. Relatório Executivo do PNCH Ministério da Saúde. Período Maio de 2007 a Junho de 2008. Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde. Programa Nacional de Controle da Hanseníase. Mimeo; 2008.
- 7.Alencar CH, Ramos Jr AN, Santos ES, Richter J, Heukelbach J. Clusters of leprosy transmission and of late diagnosis in a highly endemic area in Brazil: focus on different spatial analysis approaches. *trop med Int Health, in press.* 2011.
- 8.Chichava OA, Ariza L, Oliveira AR, Ferreira AC, Marques Da Silva LF, Barbosa JC, et al. Reasons for interrupting multidrug therapy against leprosy: the patients' point of view. *Lepr Rev.* 2011; **82**: 78-79.

- 9.Heukelbach J, Chichava AO, Oliveira AR, Hafner K, Walther F, Alencar CH, et al. Interruption and Defaulting of Multidrug Therapy against Leprosy: Population-Based Study in Brazil's Savannah Region. *PLoS Negl Trop Dis*. 2011; **5**: e1031.
- 10.DATASUS. <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?ibge/cnv/popbr.def> , accessed at July 1st, 2011. 2011.
- 11.WHO. World Health Organization. Enhanced Global Strategy for Further Reducing the Disease Burden due to Leprosy (Plan Period: 2011–2015). 2009: 28.
- 12.Brasil. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Aprova as Diretrizes para Vigilância, Atenção e Controle da hanseníase. Portaria Nº 3.125, de 7 de Outubro de 2010. Brasília - DF. Diário Oficial da União. 2010.
- 13.Alencar CHM, Barbosa JC, Ramos Jr AN, Alencar MJF, Pontes RJS, Castro CGJ, et al. Hanseníase no município de Fortaleza, CE, Brasil: aspectos epidemiológicos e operacionais em menores de 15 anos (1995-2006). *Rev Bras Enferm*. 2008; **61**: 694-700.
- 14.Penna ML, Penna GO. Trend of case detection and leprosy elimination in Brazil. *Trop Med Int Health*. 2007; **12**: 647-650.
- 15.Penna ML, Oliveira ML, Carmo EH, Penna GO, Temporão JG. The influence of increased access to basic healthcare on the trends in Hansen's disease detection rate in Brazil from 1980 to 2006. *Rev Soc Bras Med Trop*. 2008; **41 Suppl II**: 6-10.
- 16.Ramos Jr AN, Heukelbach J, Gomide M, Hinders DC, Schreuder PA. Health systems research training as a tool for more effective Hansen's disease control programmes in Brazil. *Lepr Rev*. 2006; **77**: 175-188.
- 17.Barbosa JC, Ramos Jr AN, Alencar MJF, Castro CGJ. Post-treatment of Leprosy in Ceará: activity and functional limitation, safety awareness and social participation. *Rev Bras Enferm*. 2008; **61**: 727-733.
- 18.Brasil. Ministério da Saúde. Departamento de Atenção Básica. Evolução do credenciamento e implantação da estratégia Saúde da Família. Brasília2011 [01/07/2011]; Available from: [http://dab.saude.gov.br/historico\\_cobertura\\_sf.php](http://dab.saude.gov.br/historico_cobertura_sf.php).

19. Barbosa JC, Ramos Junior AN, Mota MV, Henders D, Mello MGS. Different views over Hansen's Disease Control Program actions: the health care professional's perspective in Brazil. *Cad saúde colet.* 2008; **16**: 273-292.
20. Paim J, Travassos C, Almeida C, Bahia L, Macinko J. The Brazilian health system: history, advances, and challenges. *The Lancet.* 2011.
21. Barreto ML, Teixeira MG, Bastos FI, Ximenes RAA, Barata RB, Rodrigues LC. Successes and failures in the control of infectious diseases in Brazil: social and environmental context, policies, interventions, and research needs. *The Lancet.* 2011.
22. Lanza FM, Lana FCF. Decentralization of leprosy control actions in the micro-region of Almenara, State of Minas Gerais. *Rev Latinoam Enfer.* 2011; **19**: 187-194.
23. Atkinson S, Haran D. Back to basics: does decentralization improve health system performance? Evidence from Ceara in north-east Brazil. *Bull World Health Organ.* 2004; **82**: 822-827.
24. Alberts CJ, Smith WCS, Meima A, Wang L, Richardus JH. Potential effect of the World Health Organization's 2011–2015 global leprosy strategy on the prevalence of grade 2 disability: a trend analysis. *Bull World Health Organ.* 2011; **89**: 487-495.
25. Richardus JH, Habbema JD. The impact of leprosy control on the transmission of *M. leprae*: is elimination being attained? *Lepr Rev.* 2007; **78**: 330-337.
26. Declercq E. Reflections on the new WHO leprosy indicator: the rate of new cases with grade 2 disabilities per 100,000 population per year. *Lepr Rev.* 2011; **82**: 3-5.
27. Oliveira MLW, Grossi MAF, Oliveira CF, Sena Neto SA, Daxbacher E, Penna GO. Commitment to reducing disability: the Brazilian experience. *Lepr Rev.* 2010; **81**: 342-345.
28. Lindoso JAL, Lindoso AABP. Neglected tropical diseases in Brazil. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo.* 2009; **51**: 247-253.
29. Mencaroni DA, Pinto Neto JM, Villa TCS, Oliveira MHP. Análise espacial da endemia hansênica na área urbana do Município de Fernandópolis/SP. *Hansen Int.* 2004; **29**: 12-20.

30. Feenstra SG, Nahar Q, Pahan D, Oskam L, Richardus JH. Recent Food Shortage Is Associated with Leprosy Disease in Bangladesh: A Case-Control Study. *PLoS Negl Trop Dis*. 2011; **5**: e1029.
31. Kerr-Pontes LR, Barreto ML, Evangelista CM, Rodrigues LC, Heukelbach J, Feldmeier H. Socioeconomic, environmental, and behavioural risk factors for leprosy in North-east Brazil: results of a case-control study. *Int J Epidemiol*. 2006; **35**: 994-1000.
32. Kerr-Pontes LR, Montenegro AC, Barreto.M.L, Werneck GL, Feldmeier H. Inequality and leprosy in Northeast Brazil: an ecological study. *Int J Epidemiol*. 2004; **33**: 262-269.
33. IBGE. Censo Demográfico 2000 e Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF 2002/2003. 2003 [cited 2011]; Available from: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/index.php>.
34. Silva DRX, Ignotti E, Souza-Santos R, Hacon SS. Hanseníase, condições sociais e desmatamento na Amazônia brasileira. *Rev Panam Salud Publica*. 2010; **27**: 268-275.
35. Brasil. Projeto Fome Zero. *Instituto de Cidadania*. 2002; **3**: 1-118.

#### Tables and figures:

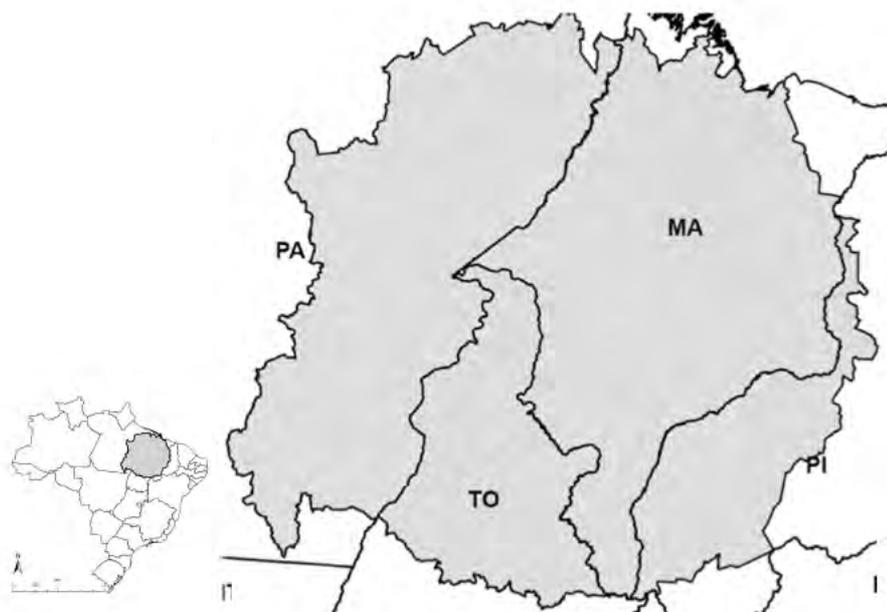
**Table 1:** Population data of a high risk leprosy cluster in north Brazil.

	Number of Municipalities	Population in 2009	Proportion of Population (%)
Maranhão State			
Cluster	168	5,734,305	
State	217	6,367,111	90.1
Pará State			
Cluster	60	2,326,116	
State	144	7,431,041	31.3
Tocantins State			
Cluster	79	641,056	
State	139	1,292,063	49.6
Piauí State			
Cluster	48	124,576	
State	223	3,145,164	39.7
Total			
Cluster	373	8,877,378	
All four States	723	18,235,379	48.7

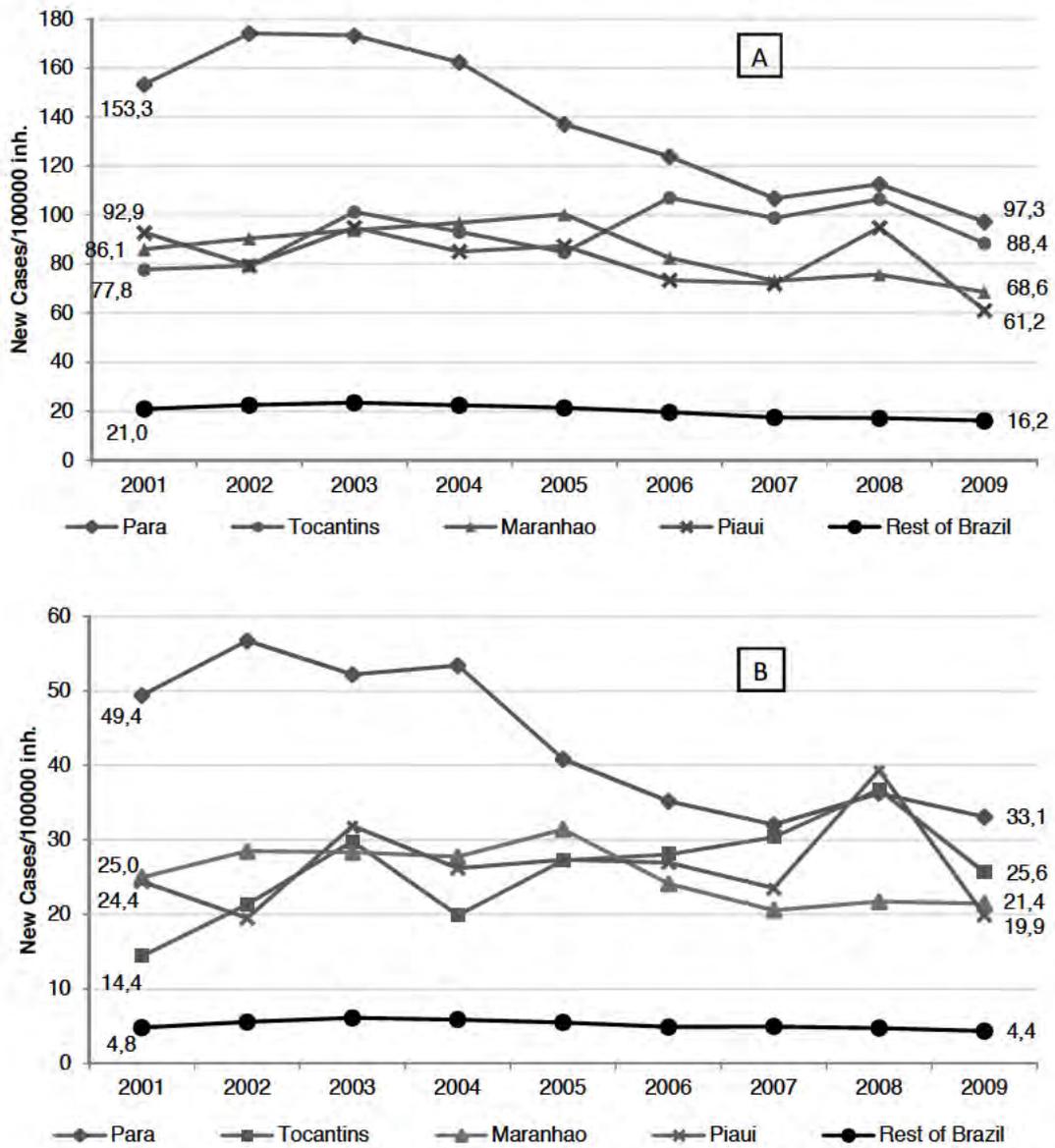
**Table 2:** Indicators for monitoring and evaluation according to the Enhanced Global Strategy for Further Reducing the Disease Burden due to Leprosy (WHO), in a leprosy endemic cluster in North Brazil, 2001 to 2009.

	Maranhão*	Pará*	Tocantins*	Piauí*	Total cluster	Rest of Brazil
<b>Indicators for monitoring progress</b>						
New cases detected / 100.000 pop.	84.45	134.87	91.02	81.40	95.93	21.03
New cases detected <15 years / 100.000 pop.	24.30	44.57	24.11	25.31	28.40	4.89
New cases with grade-2 disabilities / 100.000 pop.	4.39	5.25	3.65	3.60	4.43	1.28
Treatment completion/cure rate	84.9	80.0	87.3	83.1	83.3	86.1
<b>Indicators for evaluating case detection</b>						
% Assessment of disabilities at						
diagnosis	77.7	91.1	80.9	93.9	83.9	90.2
% New cases grade-2	6.69	4.27	4.96	4.71	5.51	6.75
% New cases female patients	43.3	40.0	43.5	50.1	43.0	46.1
% Multibacillary	56.1	52.4	40.8	40.9	52.3	53.5
% Clinical form						
Indeterminate	21.8	27.9	34.9	33.6	26.0	21.2
Tuberculoid	24.8	20.6	25.4	28.8	23.9	26.6
Borderline	38.0	41.3	27.9	22.3	36.7	33.9
Lepromatous	15.4	10.2	11.8	15.3	13.4	18.3
<b>Indicators for evaluating quality of services</b>						
% New cases correctly diagnosed	99.0	99.1	97.4	98.8	99.0	98.7
% Treatment defaulters	6.1	9.6	3.9	5.2	7.0	4.8
% Relapses	3.0	3.2	3.0	2.2	2.4	3.1

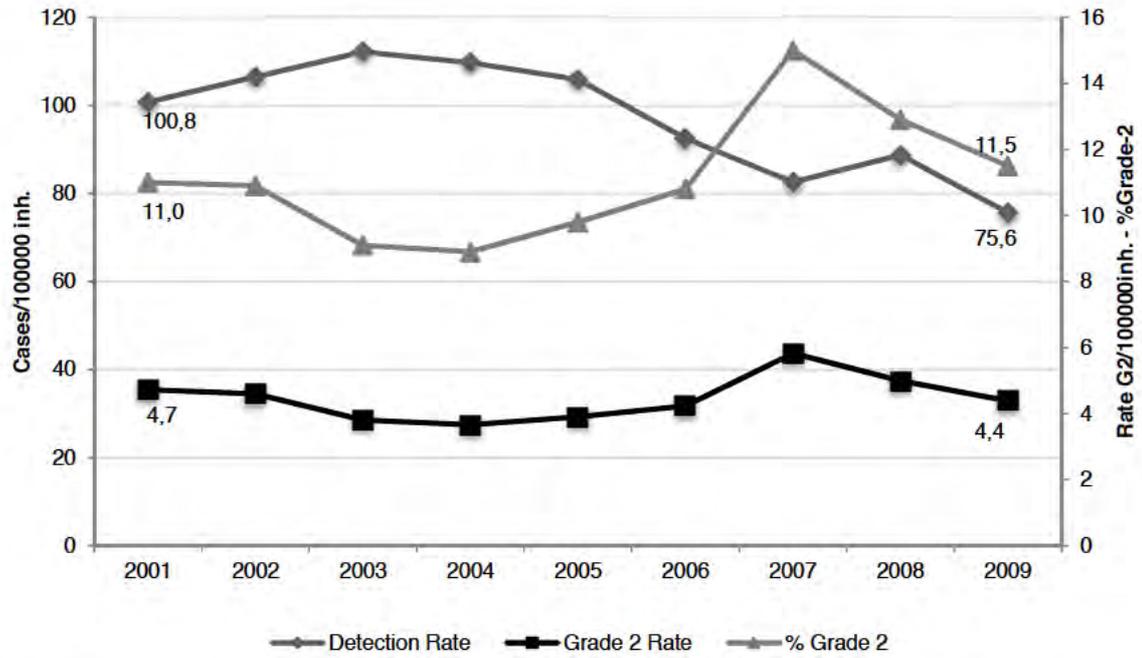
\* only municipalities in endemic cluster



**Figure 1:** Cluster of high transmission risk situated in the states Maranhão, Pará, Tocantins and Piauí.



**Figure 2:** New cases of leprosy detected/100.000 population in a high-risk area in Brazil, 2001 to 2009: (A) general detection rate; (B) <15 year-olds.



**Figure 3:** Trend of new cases detected/100.000 population, rate of new cases with grade-2/100.000 population and proportion of new cases with grade-2 disabilities in a leprosy endemic cluster in North Brazil, 2001 to 2009.

## 10.1.2 Artigo 2 - Submetido à Cadernos de Saúde Pública

**Diagnóstico da hanseníase fora do município de residência: uma abordagem espacial, 2001 a 2009**

**Diagnosis of leprosy in municipalities other than the patients' residence: spatial analysis, 2001 - 2009**

**Hanseníase fora da residência: abordagem espacial**

Carlos Henrique Morais de Alencar<sup>1</sup>

Alberto Novaes Ramos Jr.<sup>2</sup>

Sebastião Alves de Sena Neto<sup>3</sup>

Christine Murto<sup>4</sup>

Maria de Jesus Freitas de Alencar<sup>5</sup>

Jaqueline Caracas Barbosa<sup>6</sup>

Jorg Heukelbach<sup>7</sup>

1 – **Autor Correspondente:** Mestre em Saúde Pública, Doutorando em Saúde Coletiva, Departamento de Saúde Comunitária, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil. Rua Professor Costa Mendes, 1608. 5º andar. Bairro: Rodolfo Teófilo. Fortaleza-CE. CEP: 60430-140. Email: [carllosalencar@ufc.br](mailto:carllosalencar@ufc.br) .

2 – Doutor em Ciências Médicas, Departamento de Saúde Comunitária, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil – Email: [novaes@ufc.br](mailto:novaes@ufc.br) .

3 –Assessor Técnico. Programa Nacional de Controle da Hanseníase, Ministério da Saúde do Brasil – Email: [sebastiao.sena@saude.gov.br](mailto:sebastiao.sena@saude.gov.br)

4 – Mestre em Antropologia. Swiss Tropical and Public Health Institute, University of Basel, Basel, Switzerland. Email: [christine.murto@unibas.ch](mailto:christine.murto@unibas.ch)

5 – Mestre em Saúde Pública, Doutoranda em Saúde Coletiva, Departamento de Saúde Comunitária, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil; Assessora Técnica da Netherlands Hanseniasis Relief (NHR) - Escritório Brasil da Netherlands Leprosy Relief (NLR).

6 – Doutora em Saúde Pública. Enfermeira do Departamento de Saúde Comunitária. Faculdade de Medicina. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE, Brasil.

7 – Doutor em Farmacologia. Departamento de Saúde Comunitária, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil; Professor do Anton Breinl Centre for Public Health and Tropical Medicine, School of Public Health, Tropical Medicine and Rehabilitation Sciences, James Cook University, Townsville, Austrália. Email: [heukelbach@web.de](mailto:heukelbach@web.de)

Este trabalho faz parte do estudo IntegraHans-MAPATOPI “Padrões epidemiológicos, clínicos, psicossociais e operacionais da Hanseníase nos Estados do Maranhão, Pará, Tocantins e Piauí”, um estudo interdisciplinar para fornecer evidências visando melhorar o programa de controle da hanseníase no Brasil, co-financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e do Departamento de Ciência e Tecnologia do Ministério da Saúde (DECIT) – MCT/CNPq/CT-Saúde/MS/SCTIE/DECIT N<sup>o</sup> 034/2008. JH é bolsista PQ do CNPq. Agradecimentos à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, Brasil) pela concessão de bolsa DS para CHA; aos Programas de Controle da Hanseníase das Secretarias Estaduais de

Saúde do Maranhão, Pará, Tocantins e Piauí que cederam o conjunto de bases de dados.

### **Resumo**

**Objetivo:** Caracterizar o fluxo de pessoas afetadas pela hanseníase, do município de residência, para o de diagnóstico em área de alta endemicidade do Brasil.

**Método:** Estudo baseado em dados do Sistema de Informação de Agravos e Notificação de 2001-2009, nos estados do Maranhão, Pará, Piauí e Tocantins.

**Resultados:** Dos 373 municípios no agregado, 349(93,6%) tiveram pelo menos um residente afetado pela hanseníase notificado em outro município (4.325 casos-5,2% dos notificados). Os municípios com mais casos notificados fora de sua residência foram: Timon-MA(248) e São José de Ribamar-MA(201). Os municípios que mais receberam pacientes para diagnóstico foram São Luis(719) e Teresina (516). Destaca-se Goiânia(146) em Goiás e o Distrito Federal(42) como pólos de notificações de casos residentes no agregado, mesmo a mais de 1.000 km de distância.

**Conclusão:** O fluxo observado indica lacunas na descentralização do atendimento integral ao portador da hanseníase e chama atenção às dificuldades associadas com o acompanhamento durante e após a poliquimioterapia.

**Palavras chave:** Epidemiologia; Hanseníase; Sistemas de Informação Geográfica; Migração interna.

## **Abstract**

**Objective:** To characterize the flow of leprosy-affected individuals from the municipality of their residence to the municipality of diagnosis in a highly endemic area in Brazil.

**Method:** The study was based on data from the National Information System for Notifiable Diseases from 2001-2009, in the states of Maranhão, Pará, Piauí and Tocantins.

**Results:** Of the 373 municipalities in the area, 349(93.6%) had at least one resident affected by leprosy reported in another municipality (4,325 cases-5.2% of the total). Municipalities with most cases reported outside of their residence were: Timon-MA(248) and São José de Ribamar-MA(201). The municipalities that received most cases for diagnosis were São Luis(719) and Teresina(516). Goiânia(146) in Goiás and the Federal District(42) were also centers of notification, even at a distance of more than 1,000 km.

**Conclusion:** The observed flow indicates gaps in the decentralization of integrated care to leprosy-affected individuals and calls attention to the difficulties associated with patient monitoring during and after multidrug therapy.

**Key Word:** Epidemiology; Leprosy; Geographic Information Systems; Internal Migration

## Introdução

A hanseníase representa uma das doenças infecciosas com a maior carga na população mundial <sup>1,2,3</sup>, apesar dos esforços dos programas de controle <sup>2,4,5,6,7</sup>. O Brasil se apresenta como o segundo país em número de casos novos notificados, sendo responsável por quase 93% dos casos nas Américas <sup>2</sup>.

Uma das ações centrais para o seu controle é o diagnóstico precoce dos casos, com início oportuno do tratamento específico, e a abordagem sistemática e qualificada de seus contatos familiares <sup>8,9,10</sup>. Para tanto, reconhece-se que o desenvolvimento das ações de vigilância e controle é uma prerrogativa fundamental nos territórios em que estas pessoas vivem <sup>11,12</sup>.

No Brasil, a Política Nacional de Saúde fundamenta-se na organização do Sistema Único de Saúde a partir da estratégia de Saúde da Família em um processo regionalizado e pactuado contribuindo, assim, para a universalização do acesso e para a descentralização qualificada da atenção <sup>11</sup>.

O atendimento às pessoas portadoras de hanseníase deve ser baseado na perspectiva da integralidade tendo como locus privilegiado a atenção primária, a partir das unidades básicas de saúde. A identificação da síndrome clínica da doença em territórios com alta vulnerabilidade para a ocorrência de hanseníase deve ser viabilizada a partir do enfrentamento de problemas operacionais na estruturação e organização rede de atenção do SUS <sup>8,12,13</sup>.

A Coordenação Geral do Programa Nacional de Controle da Hanseníase do Ministério da Saúde tem focado cada vez mais seu apoio a estados e municípios em agregados (*clusters*) altamente endêmicos da hanseníase. Estes *clusters* foram definidos por análise espacial com base nos dados de notificação compulsória que compõem o Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), com o

objetivo de qualificar as ações de controle no país <sup>9</sup>. Este sistema informatizado de vigilância permite a tabulação e o mapeamento de casos, tendo o município como unidade espacial de análise ao nível nacional <sup>14</sup>. Pode-se analisar os casos de hanseníase de acordo com seu município de residência e o município onde o caso foi de fato diagnosticado e notificado, estabelecendo-se possíveis modelos explicativos de diferentes naturezas para os fluxos/diferenças observados. Nesta perspectiva, dados de fluxo são definidos como dados que captam o movimento entre origens e destinos. Podem consistir em informações sobre migrações populacionais, encaminhamentos de pacientes para hospitais, disseminação de uma doença, bem como outras situações que se enquadrem com as características do local de origem e de destino <sup>15</sup>.

O presente estudo tem como objetivo analisar esses fluxos, ou seja, caracterizar sua distribuição espacial para detectar padrões no processo de notificação de casos novos de hanseníase residentes em uma área de alta endemicidade do Brasil.

## **Métodos**

Realizou-se estudo transversal com ênfase espacial, baseado em dados secundários oriundos do Sistema de Informação de Agravos e Notificação (SINAN) no período de 2001-2009. A hanseníase é uma doença de notificação compulsória em todo o território nacional e de investigação obrigatória. Todos os casos diagnosticados devem ser notificados, utilizando-se a ficha padrão de notificação/investigação <sup>8</sup>. O diagnóstico, independentemente do local realizado é uma prerrogativa constitucional, sendo um dos princípios do Sistema Único de Saúde.

Foram incluídos todos os municípios pertencentes ao principal aglomerado (*cluster*) hiperendêmico para casos de hanseníase, definido pelo Programa Nacional de Controle da Hanseníase (PNCH) <sup>9</sup>. Esta área é localizada no

centro-norte do Brasil e compreende 373 municípios assim distribuídos: 60 municípios no Estado do Pará, 79 no Estado do Tocantins, 186 no Estado do Maranhão e 48 no Estado do Piauí.

Foram quantificados e mapeados os casos novos de hanseníase nos municípios da área de estudo, comparando-se o registro de município de residência com o município de notificação dos casos. Como indicador principal de fluxo dos pacientes com hanseníase, foram identificados os indivíduos notificados por um município diferente da residência.

Os dados foram obtidos a partir da base do SINAN, com data de notificação no período de 1º de Janeiro de 2001 a 31 de Dezembro de 2009. Inicialmente foi realizada a consolidação dos bancos dos quatro estados e em seguida selecionados os casos novos residentes na área de estudo cujo registro do município de notificação diferente, com a construção posterior de fluxos intermunicipais.

Calculou-se a frequência absoluta de casos por município de residência e de notificação, com as respectivas proporções por meio de Tabwin (Ministério da Saúde, DATASUS), programa de domínio público. Os dados foram importados por meio do programa Terraview (INPE, São José dos Campos, Brasil) <sup>16</sup> e plotados em mapas temáticos com o auxílio do programa ArcGis 9.3 (*Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA*). <sup>17</sup> Os mapas de fluxos permitem identificar o volume de “tráfego” entre município de residência e de atendimento inicial, identificados pelo SINAN no período de 2001-2009. A análise incluiu a caracterização da largura de cada linha, o que demonstra a proporcionalidade em relação ao fluxo, enquanto o comprimento permite verificar a distância percorrida em linha reta pela população na busca por assistência. De forma adicional, esta análise possibilita identificar anomalias ou particularidades neste fluxo, como áreas que concentram notificação de casos novos bem como áreas com vazios para o diagnóstico da hanseníase.

## Resultados

Dos 373 municípios no *cluster*, 349 (93,6%) tiveram pelo menos um residente com hanseníase que foi notificado em outro município. No total, foram identificados 4.325 casos, representando 5,2% dos casos notificados no período de 2001-2009.

A Figura 1 apresenta a distribuição espacial do número de casos residentes diagnosticados e notificados em outros municípios. Os estados do Maranhão e do Pará apresentaram números consideravelmente maiores de pessoas que foram diagnosticadas fora do seu município de residência. No Maranhão, destacam-se os municípios de São José de Ribamar e Paço do Lumiar na região metropolitana de São Luís, com 201 e 155 casos notificados em outros municípios, respectivamente. Outros municípios próximos ao limite com o estado do Piauí também apresentaram a mesma característica, como Timon (248 casos diagnosticados fora do município), Caxias (60), Barão de Grajaú (126) e Santa Luzia (89), localizados no centro do estado. No estado do Pará os cinco municípios com maior número de casos notificados fora de sua residência foram Marabá (92 casos), Itupiranga (58) na região centro-leste do estado, Pacajá (51) e Baião (44) na fronteira oeste do *cluster*, e Santa Maria das Barreiras (58) na região sul do estado. Em Tocantins, nenhum dos municípios apresentou mais do que 20 casos notificados fora de sua residência, mas houve destaque dos municípios Santa Fé do Araguaia (17), Nova Olinda (15) e Aragominas (15), todos localizados próximos ao município de Araguaína, no norte do estado. No estado do Piauí houve apenas dois municípios com mais de 10 casos notificados em outro município: União com 22 casos e Lagoa do Piauí com 13 casos (Figura 1).

[Figura 1]

Por outro lado, os municípios que receberam residentes de outros municípios no *cluster* para diagnóstico da hanseníase são apresentados na Figura 2. Dentro do

agregado, foram principalmente as capitais e centros urbanos secundários dos estados (São Luís, Teresina, Araguaína, Imperatriz e Marabá). Em São Luís houve 719 casos notificados de municípios do *cluster*, em Belém 95 casos e em Teresina 516 casos. Duas outras cidades fora do cluster também se mostraram importantes centros notificadores de casos residentes na área de estudo, Goiânia (146) e Brasília (42), identificando o deslocamento para áreas mais distantes.

Figura 2 também identifica os movimentos de casos notificados em municípios que não os de residência. Pode-se observar um fluxo por uma grande distância de sua residência, com casos notificados no Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Pernambuco; Goiânia e o Distrito Federal também notificaram um número considerável de casos residentes de vários municípios do cluster. Devido ao fluxo direcionado a estes dois pontos e ao formato aproximadamente circular do cluster esta figura se assemelha a um sorvete, sendo denominado neste estudo como “*ice cream effect*”.

As Figuras 2 e 3 mostram que o fluxo para o diagnóstico de fato foi em geral direcionado para municípios maiores, também dentro do *cluster*. No estado do Maranhão existiam três polos de recepção de casos para notificação: São Luís, absorvendo principalmente os casos dos municípios vizinhos, com maior proporção de casos vindos dos municípios de Paço do Lumiar (150; 20%) e São José de Ribamar (179; 24%); o município de Bacabal, com notificação de 97 casos vindos de outros 17 municípios e o município de Imperatriz com 110 casos de 36 municípios. No estado de Tocantins, o município de Araguaína notificou 196 casos de outros 47 municípios do *cluster*. No Pará, os municípios principais com diagnóstico de casos de fora foram Marabá e Parauapebas, que notificaram juntos 254 casos de outros 42 municípios distintos. No Piauí, o município de Teresina absorveu casos de 81 municípios diferentes, principalmente de municípios do Maranhão que fazem fronteira: Timon com 47% (246) dos casos e Caxias com 5% (27) casos. Floriano

recebeu casos de 25 municípios diferentes e destaque também para um município do Maranhão, Barão de Grajaú com 125 casos correspondendo a 63% dos casos notificados em Floriano.

A Figura 3 destaca os municípios que atuam como pólos de notificação de casos provenientes de outros municípios do *cluster*, identificando a rede de procedência destes casos. Municípios como Araguaína, Imperatriz, Marabá e Floriano apresentam um fluxo mais restrito de casos, notificando casos provenientes dos municípios em seu entorno. As capitais, São Luís, Teresina e Belém, absorvem casos vindos até mesmo de outros estados, com uma distância maior para deslocamento. Goiânia e Brasília têm destaque pela notificação de casos provenientes de toda a área do cluster, não tendo um fluxo dominante com muitos casos vindos de um mesmo município, ou Estado.

[Figura 3]

A Figura 4 apresenta o fluxo entre municípios com mais de 10 indivíduos e torna evidente que, na maioria das vezes, o fluxo para esses centros ocorreu de municípios com proximidade geográfica. Entretanto, municípios do interior dos estados também se mostraram como grandes notificadores de casos residentes em outros municípios. Por outro lado, houve fluxo importante para o diagnóstico para municípios em outros estados: Goiânia com 146 casos novos notificados e Brasília com 42 casos notificados de indivíduos residentes no *cluster* (Figuras 2 a 4).

[Figura 4]

A Figura 5 apresenta a distribuição temporal do número de notificações nas capitais dos municípios de cada estado do *cluster*, e no município de Araguaína-TO e em Goiânia-GO, que não faz parte do cluster. Observa-se queda acentuada no número de notificações de casos em Teresina e São Luís, chegando a aproximadamente 20 casos em 2009. No município de Araguaína, a notificação de casos residentes em

outros municípios também vem reduzindo desde o ano de 2001 e em 2006 este valor se mantém próximo a dois casos por ano. Belém apresenta pelo crescimento na notificação de casos residentes em outros municípios em 2008 e 2009 e por um número final de 11 casos. Também foi observado o município de Goiânia que, mesmo a uma distância de mais de 1.000 km do centro do cluster analisado, vem recebendo uma proporção maior de casos para diagnóstico (Figura 5).

[Figura 5]

## **Discussão**

A forma como o processo de descentralização pactuado da atenção à saúde é operacionalizado pode induzir fluxos diferenciados. Entretanto, para o alcance do controle da hanseníase as ações de controle devem ser de fato integradas na rede de atenção primária, considerando-se as especificidades regionais e respeitando os padrões epidemiológicos da doença no país <sup>12</sup>. Este estudo demonstra um fluxo dominante de diversos municípios menores em direção a municípios considerados pólos para o diagnóstico da hanseníase. Observou-se também um direcionamento de casos para o diagnóstico no município de Goiânia e no Distrito Federal, muito distantes dos municípios de residência. Esta situação foi denominada “*Ice Cream Effect*” devido à distribuição dos fluxos encontrados e o formato aproximadamente circular do cluster de municípios, refletindo aspectos operacionais da organização da rede de serviços de atenção para esta população no país.

No ano de 2007, foram pactuadas as metas do Programa Nacional de Controle da Hanseníase para o período 2008-2011, sendo que a descentralização das ações de controle para as unidades básicas de saúde representou um dos aspectos considerados, tomando como referência a diferenciação entre municípios prioritários dentro dos clusters da hanseníase identificados em 2008. Definiu-se a meta para que mais de 50% das unidades de saúde da rede básica local destes municípios

prioritários estejam em condições de desenvolver ações de controle da hanseníase até 2011 <sup>9,18</sup>. Reconhece-se, entretanto, a dificuldade de se estabelecer no nível municipal o que representa programa de controle implementado.

Em diversos municípios da área de estudo, a cobertura da estratégia de Saúde da Família teve crescimento contínuo, tendo destaque os municípios do estado de Tocantins <sup>19</sup>. Em sintonia com esta tendência, os estados do Piauí e Maranhão tiveram um aumento substancial na proporção de cobertura do Saúde da Família, no entanto ainda há vários municípios no oeste do Maranhão e de todo o leste do Pará com cobertura abaixo de 50% no último período do estudo (2007-2009) <sup>19</sup>. A baixa cobertura nesses municípios pode estar influenciando a necessidade de pessoas com hanseníase se deslocarem a outros municípios próximos para a realização do diagnóstico.

A proximidade e uma melhor qualidade nos serviços de saúde pode ser exemplificada na relação entre Timon (MA) e Teresina (PI). Estes dois municípios compõem uma Região Integrada de Desenvolvimento que constitui um espaço urbano mas, na classificação da condição social, Teresina encontra-se em situação média com IDH de 0,76 e Timon, em situação ruim, com IDH de 0,65 <sup>20,21,22</sup>. Este fato pode levar à migração por atendimento em saúde da população em direção à Teresina. A opção pela busca do serviço de diagnóstico em outra cidade pode traduzir uma melhor qualidade no serviço de saúde no município de notificação ou algumas vezes a ausência deste serviço no município de residência <sup>23</sup>. Considerando-se hanseníase como condição crônica, onde o tratamento e acompanhamento do paciente podem levar mais de 12 meses <sup>3,8,24</sup>, poderá haver dificuldades para o seguimento dos casos, principalmente se o diagnóstico tiver sido realizado longe de sua residência.

A integração dos programas de controle da hanseníase na atenção básica de saúde foi considerada a melhor estratégia para o controle da doença, com diagnóstico precoce e melhoria na qualidade do atendimento à pessoa com hanseníase, facilitando o acesso ao tratamento, a prevenção de incapacidades e a diminuição do estigma e da exclusão social <sup>10,25</sup>. O acompanhamento dos casos de hanseníase é, portanto, fundamental para a prevenção de incapacidades físicas e cura. Desta forma o atendimento inicial de casos realizado em outro município pode influenciar diretamente em indicadores operacionais como a redução da proporção de contatos examinados. Pode causar também um prejuízo relacionado para a identificação ou prevenção de casos novos via exame de contatos, mesmo após a transferência dos casos para o município de residência. A abordagem dos contatos deve ser oferecida desde o diagnóstico, bem como no decorrer do tratamento da doença e se necessário após a alta por cura <sup>8</sup>.

Em Fortaleza/CE observou-se que aproximadamente 70% dos casos em menores de 15 anos eram diagnosticados apenas no centro de referência, indicando falhas importantes na descentralização das ações para os serviços de saúde de atenção básica <sup>26</sup>. Na área de estudo houve um crescimento do modo de detecção por encaminhamento com mais de 30% nos anos de 2007 e 2008 e próximo a 40% em 2009. Esta característica é encontrada em diversos municípios da área de estudo, alguns deles chegando a ter todos os seus casos detectados por meio de encaminhamento <sup>27</sup>.

Torna-se fundamental reforçar a necessidade de garantir e ampliar a resolubilidade da atenção básica para o diagnóstico, seguimento dos casos e vigilância epidemiológica da hanseníase. Insere-se nesta perspectiva as possibilidades advindas com a estratégia dos núcleos de apoio à estratégia de saúde da família. Os centros de referência, como as policlínicas, devem ser reorganizados para prestarem assistência às complicações que foram referenciados pela atenção básica

e promoverem a educação continuada das equipes de saúde <sup>11,28</sup>. Vários estudos relacionam o crescimento na detecção de casos de hanseníase com a melhora na descentralização do programa de controle da hanseníase, com profissionais treinados e aumento da cobertura geográfica da estratégia de saúde da família, aumentando a resolubilidade <sup>29,30,31</sup>.

A proximidade do atendimento reduziu significativamente o fluxo do primeiro diagnóstico para capitais/municípios pólo nos quatro estados ao longo do tempo. Esta redução pode ser explicada pela melhor adesão do paciente ao tratamento oferecido na unidade de saúde mais próxima a sua residência <sup>31</sup>. Por outro lado, observou-se um fluxo contínuo de casos para diagnóstico em Goiânia e Brasília, contudo, esses casos são provenientes de vários municípios diferentes de todo o cluster e em número pequeno.

A hanseníase está diretamente relacionada a estigma e preconceito <sup>32</sup>. Os efeitos socioeconômicos da hanseníase são muitos e variados. Na Índia, altos níveis de estigma foram relatados por pessoas vivendo com hanseníase. O estigma estava diretamente relacionado com alta restrição à participação social, como dificuldades ou oportunidades de encontrar trabalho e aqueles que estavam empregados diziam não ter capacidade de trabalhar tanto quanto os outros <sup>33</sup>. Pessoas afetadas pela hanseníase tiveram dificuldade até mesmo para receber tratamento para outras doenças não relacionadas à hanseníase em hospitais privados, simplesmente pelo fato de apresentarem sinais visíveis desta doença <sup>34</sup>.

No Brasil, ainda são observados estigma e preconceito relacionados à hanseníase. Entretanto, um estudo realizado recentemente nos municípios do agregado em Tocantins mostrou que o estigma não foi um fator determinante para pessoas afetadas se deslocarem da sua residência <sup>35</sup>. Com a mudança oficial do nome da doença para “Hanseníase”, além de campanhas de educação em saúde promovidas

pelo Ministério da Saúde e governos estaduais com o propósito de ampliar e fortalecer parcerias com a sociedade <sup>9</sup>, conseguiu-se que o estigma e preconceito fossem reduzidos, como mostra esse estudo recente realizado com a população de Tocantins <sup>35</sup>.

O uso de dados secundários pode ser considerada uma limitação deste estudo, dado que informações relacionadas ao modo de entrada do caso no sistema de informação podem ser preenchidas de forma incorreta ou mesmo deixadas em branco e isto pode levar a erros na inclusão dos indivíduos nesta análise. Esta análise pôde mostrar o caminho percorrido para o primeiro atendimento, ficando ainda a lacuna sobre o município de continuidade do atendimento destes pacientes durante o tratamento.

### **Conclusão**

Existe um fluxo importante de pessoas afetadas pela hanseníase, do seu município de residência, para serem diagnosticados em outros municípios. Municípios maiores diagnosticaram casos principalmente de municípios próximos, mas houve também fluxos importantes interestaduais. Os dados refletem lacunas na descentralização do atendimento integral ao portador da hanseníase e chamam atenção às dificuldades associadas com o acompanhamento durante e após a poliquimioterapia.

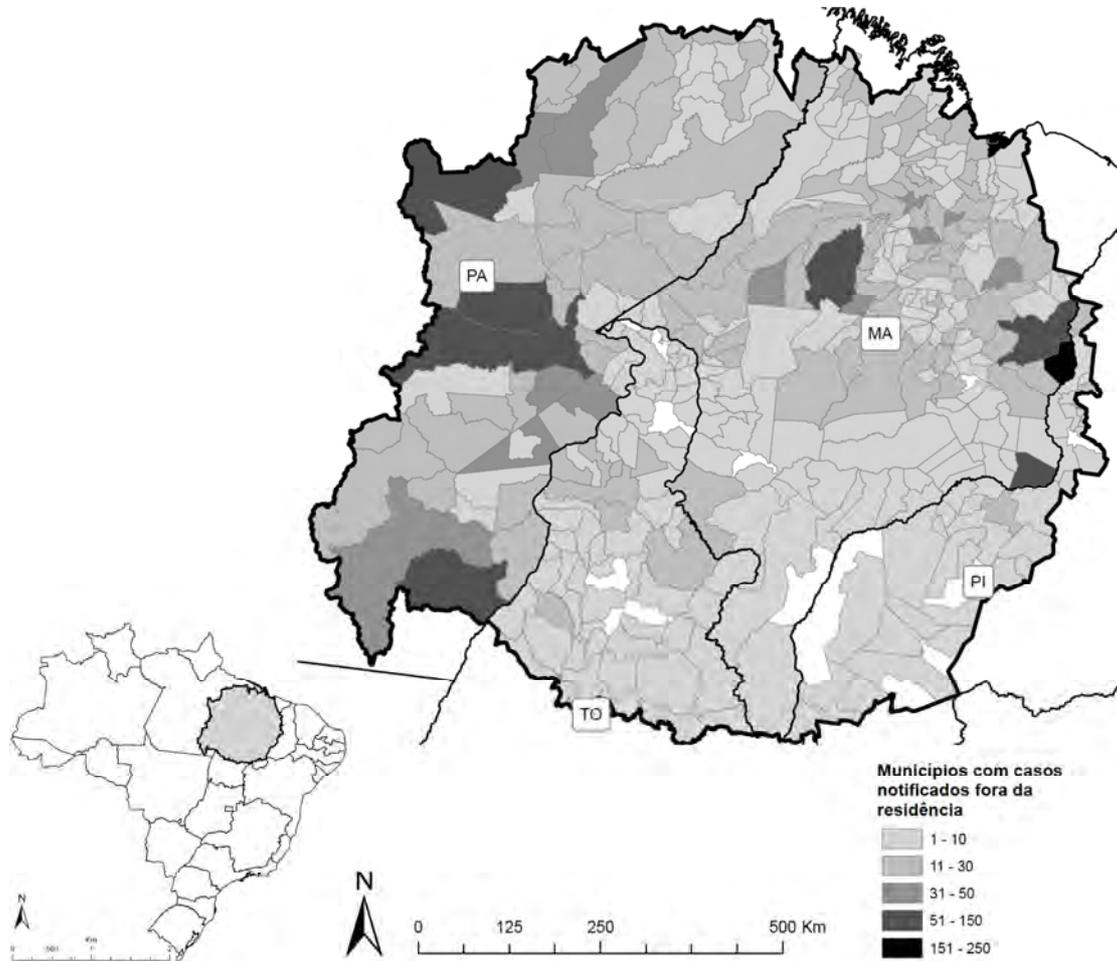
### **Referências**

1. Britton WJ, Lockwood DN. Leprosy. *Lancet*. 2004 Apr 10; 363:9416:1209-19.
2. WHO. World Health Organization. Global leprosy situation, 2009. *WklyEpidemiol Rec*. 2010; 85(35):337-48.
3. Rodrigues LC, Lockwood DNJ. Leprosy now: epidemiology, progress, challenges, and research gaps. *Lancet Infect Dis*. 2011; 11(6):464-70.
4. Brasil. Brasília: Ministério da Saúde; 2010 [cited 2011]; Available from: [http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/visualizar\\_texto.cfm?idtxt=31200](http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/visualizar_texto.cfm?idtxt=31200).

5. Moller HA, Lopes MEV, Tardin RT, Lino CRG, Ramos Jr AN, Alencar MdJF, et al. Prevention of physical disabilities caused by Hansenís disease: integration of the SUS network in the municipality of Rio de Janeiro Cad Saud Col. 2009; 171:67-86.
6. Queiróz ML, Scatena JHG. Temporal and spatial distribution of Hansens disease in the state of Mato Grosso, from 1996 to 2007. Cad Saud Col. 2009; 171:145-61.
7. Grossi MAF, Leboeuf MAA, Reyna MGB, Magalhães ESB, Lana FCF, Bloch KV. Characteristics of Hansenís disease demands after treatment discharge in health services in the state of Minas GeraisñBrazil: contributions to organize the assistance. . Cad Saud Col. 2009; 171:13-24.
8. Brasil. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Aprova as Diretrizes para Vigilaçãncia, Atencãção e Controle da hanseníase. Portaria Nº 3.125, de 7 de Outubro de 2010. Brasília - DF. Diário Oficial da União. 2010.
9. Brasil. Relatório Executivo do PNCH Ministério da Saúde. Período Maio de 2007 a Junho de 2008. Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde. Programa Nacional de Controle da Hanseníase. Mimeo; 2008.
10. Feenstra P, Visschedijk J. Leprosy control through general health services--revisiting the concept of integration. Lepr Rev. 2002 Jun; 732:111-22.
11. Lanza FM, Lana FCF. Decentralization of leprosy control actions in the micro-region of Almenara, State of Minas Gerais. Rev Latinoam Enfer. 2011; 19:187-94.
12. Brasil. Cadernos de Atenção Básica, n. 21. Ministério da Saúde Secretaria de Atenção à Saúde Departamento de Atenção Básica. 2007.
13. Brasil. Informe da Atenção Básica n. 42. Ministério da Saúde Secretaria de Atenção à Saúde Departamento de Atenção Básica 2007.
14. DATASUS. <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?ibge/cnv/popbr.def> , accessed at July 1st, 2011. 2011.
15. Syabri I. Exploratory spatial data analysis for origin and destination flow data: University of Illinois at Urbana-Champaign; 2007.
16. TerraView 3.6.0. São José dos Campos, SP: INPE, 2010. 2010 [cited 2010 07/12/2010]; Available from: [www.dpi.inpe.br/terraview](http://www.dpi.inpe.br/terraview).
17. ESRI. ArcGis9.3, Environmental Systems Research Institute, Inc 1982-2011. 2010.
18. Brasil. Relatório Executivo do PNCH Ministério da Saúde. Período Janeiro de 2009 a Dezembro de 2010. Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde. Programa Nacional de Controle da Hanseníase. Mimeo; 2011.
19. Brasil. Ministério da Saúde. Departamento de Atenção Básica. Evolução do credenciamento e implantação da estratégia Saúde da Família. Brasília2011 [01/07/2011]; Available from: [http://dab.saude.gov.br/historico\\_cobertura\\_sf.php](http://dab.saude.gov.br/historico_cobertura_sf.php).
20. IBGE. Censo Demográfico 2000 e Pesquisa de Orçamentos Familiares - POF 2002/2003. 2003 [cited 2011]; Available from: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/index.php>.
21. RIBEIRO LCQ. Hierarquização e identificação dos espaços urbanos. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrôpoles. 2009.
22. Ipea. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Ipeadata-Dados Macroeconômicos, Regionais e Sociais. <http://www.ipeadata.gov.br> Acesso em 01/07/2011. 2011.
23. Simões R, Guimarães C, Godoy N, Velloso T, Araújo T, Galinari R, et al. Rede urbana da oferta de serviços de saúde: uma análise espacial multivariada para

- Minas Gerais. In: SEMINÁRIO SOBRE A ECONOMIA MINEIRA, 11, 2004. Belo Horizonte: UGMG/Cedeplar; 2004.
24. WHO. World Health Organization. Enhanced Global Strategy for Further Reducing the Disease Burden due to Leprosy (Plan Period: 2011–2015). 2009:28.
25. Dias RC, Pedrazzani ES. Políticas públicas na Hanseníase: contribuição na redução da exclusão social. *Rev Bras Enferm.* 2008; 61spe:753-6.
26. Alencar CHM, Barbosa JC, Ramos Jr AN, Alencar MJF, Pontes RJS, Castro CGJ, et al. Hanseníase no município de Fortaleza, CE, Brasil: aspectos epidemiológicos e operacionais em menores de 15 anos (1995-2006). *Rev Bras Enferm.* 2008; 61spe:694-700.
27. Alencar CH. Padrões epidemiológicos da hanseníase em área de alto risco de transmissão nos estados do Maranhão, Pará, Tocantins e Piauí, 2001-2009. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará; 2011.
28. Moreira TMA. Avaliação da descentralização das ações programáticas de hanseníase: um estudo de caso. Rio de Janeiro (RJ): Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz; 2002.
29. Andrade V, Moreira T, Soares R, Yadon Z, Gürtler R, Tobar F, et al. Impacto da descentralização do Programa de Eliminação da Hanseníase no Brasil. *Descentralización y gestion del control de Las Enfermedades Transmisibles en América Latina.* 2006.
30. Andrade V. Implementação da PQT/OMS no Brasil. *Hansen Int.* 2006; 202:51-9.
31. Cunha MD, Cavaliere FA, Hercules FM, Duraes SM, Oliveira ML, Matos HJ. Os indicadores da hanseníase e as estratégias de eliminação da doença, em município endêmico do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Cad Saude Publica.* 2007 May; 235:1187-97.
32. Weiss MG, Ramakrishna J, Somma D. Health-related stigma: rethinking concepts and interventions. *Psychol Health Med.* 2006; 113:277.
33. Stevelink S, van Brakel W, Augustine V. Stigma and social participation in Southern India: Differences and commonalities among persons affected by leprosy and persons living with HIV/AIDS. *Psychol Health Med.* 2011:1.
34. Bonney JJ. Responding to the socio-economic implications of leprosy. *Lepr Rev.* 2011; 822:98.
35. Murto C, Ariza L, Oliveira AR, Chichava OA, Alencar CH, Silva LFM, et al. Motives and determinants for residence change after leprosy diagnosis, central Brazil. *Lepr Rev.* 2011; 82:000-.

Figura 1



**Figura 1** – Distribuição espacial do número de casos de hanseníase residentes nos municípios de uma área de alto risco de transmissão no Brasil, que foram notificados por outro município, 2001-2009.

Figura 2

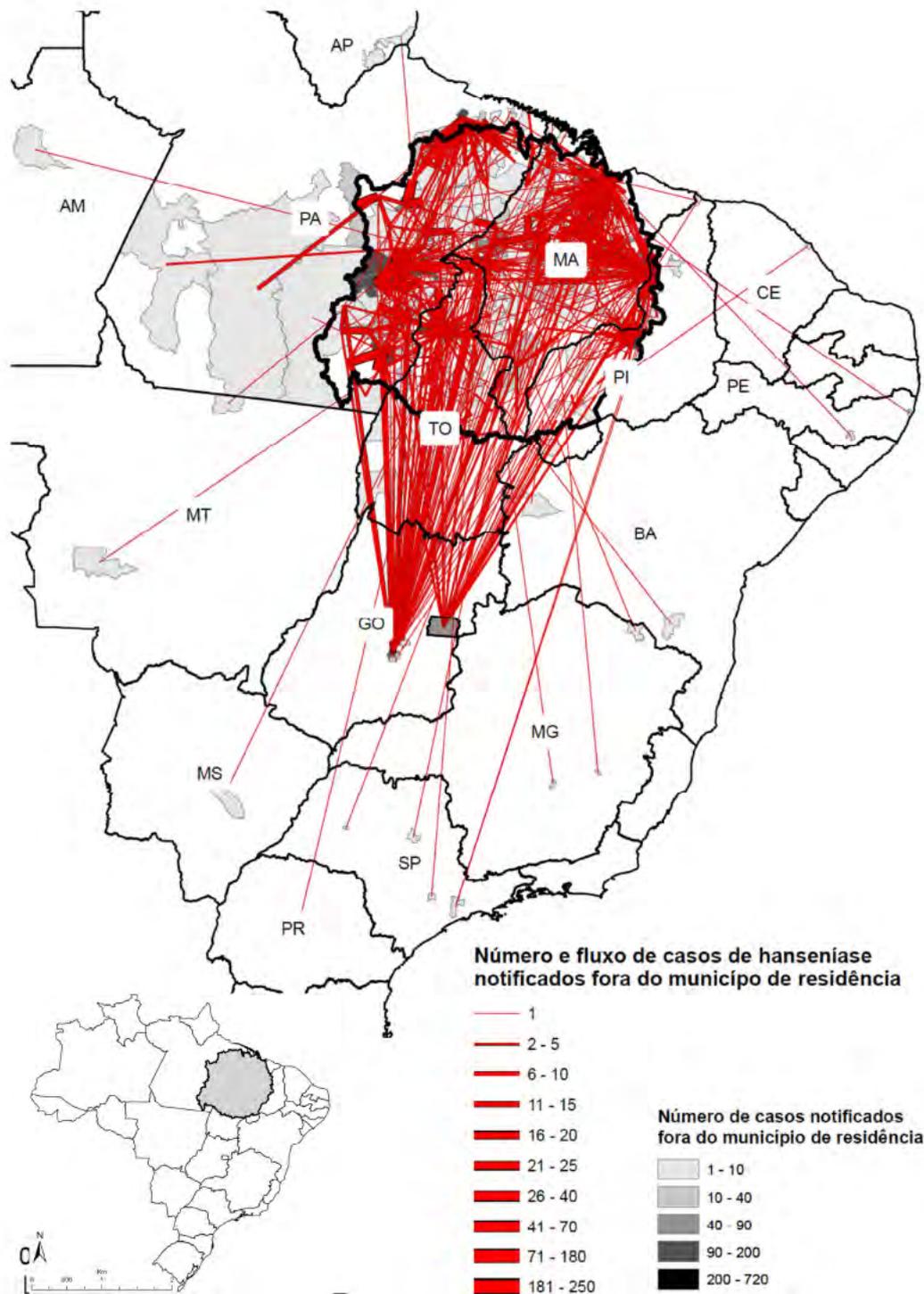
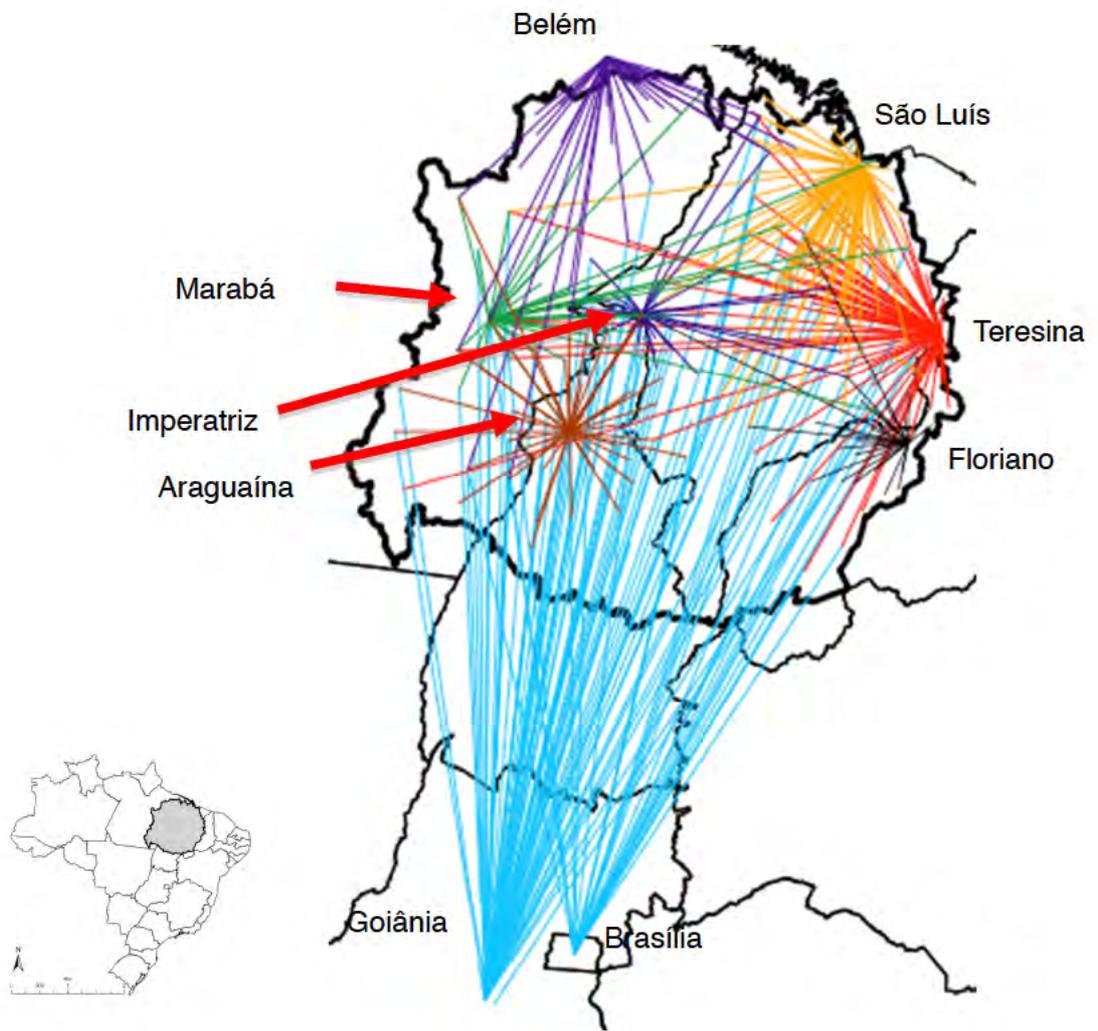


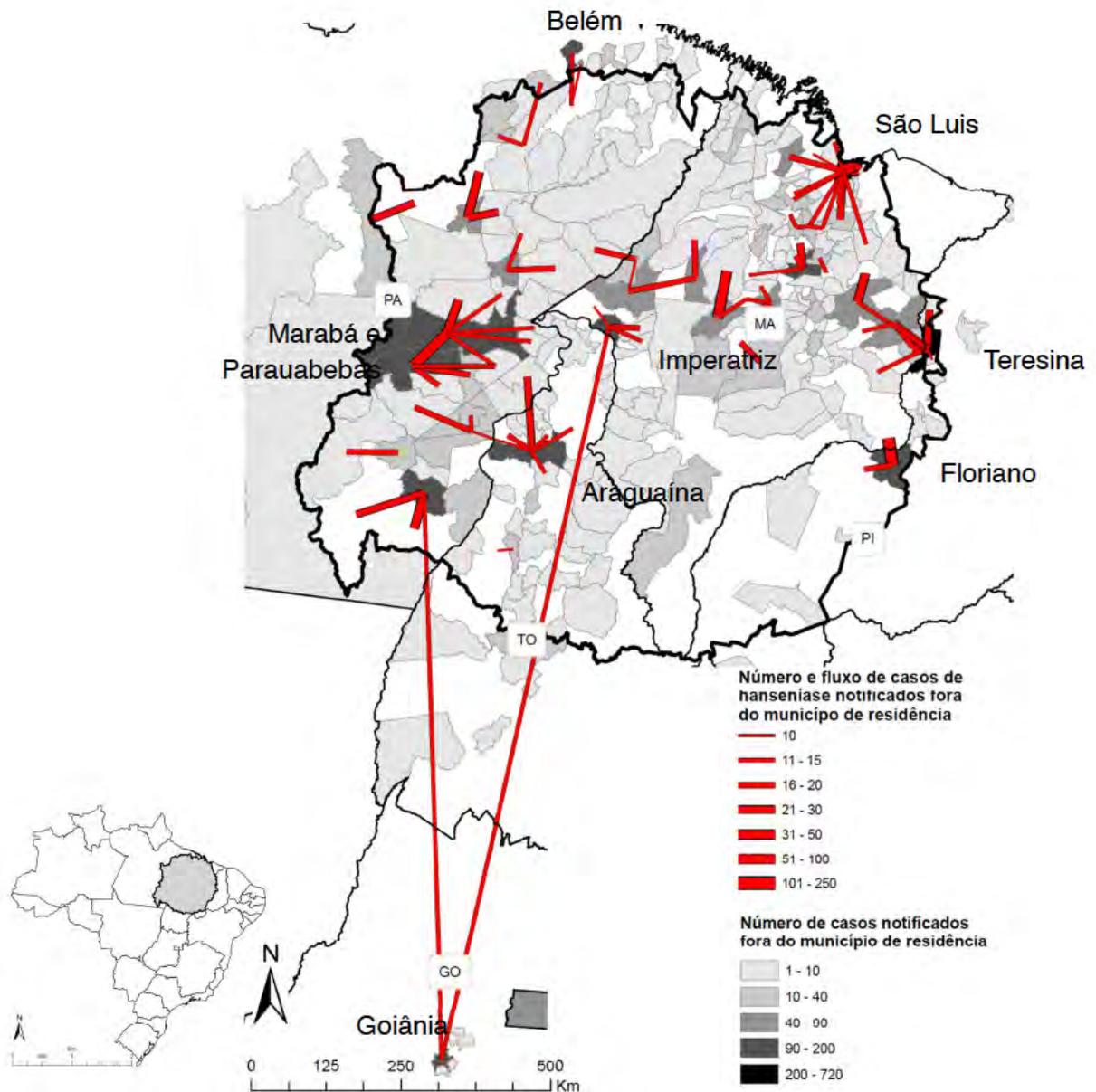
Figura 2 – Fluxo dos casos hanseníase por município de notificação, residentes de uma área de alto risco de transmissão no Brasil, 2001-2009.

Figura 3



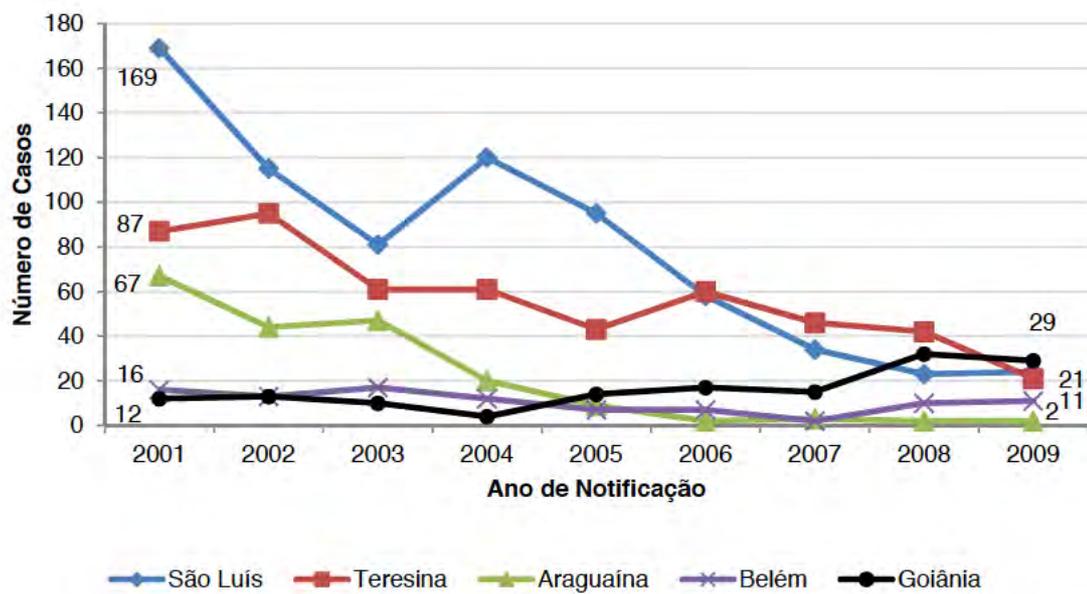
**Figura 3** – Municípios que mais notificaram casos de hanseníase residentes em outros municípios do cluster.

Figura 4



**Figura 4** – Fluxo de casos de hanseníase residentes com pelo menos 10 casos notificados por outro município de uma área de alto risco de transmissão no Brasil, que foram notificados por outro município, 2001-2009.

Figura 5



**Figura 5** – Casos novos de hanseníase residentes em outros municípios do cluster e notificados nos municípios de São Luís, Teresina, Araguaína, Belém e Goiânia de 2001-2009.

### 10.1.3 Artigo 3: Submetido à Tropical Medicine and International Health

#### **Clusters of leprosy transmission and of late diagnosis in a highly endemic area in Brazil: focus on different spatial analysis approaches\***

Carlos H. Alencar<sup>1</sup>; Alberto Novaes Ramos Jr<sup>1</sup>; Emerson S. dos Santos<sup>2</sup>, Joachim Richter<sup>3</sup>; Jorg Heukelbach<sup>1,4</sup>

1 – Department of Community Health, School of Medicine, Federal University of Ceará, Fortaleza, Brazil

2 – Department of Geography, School of Philosophy, Literature and Human Sciences, University of São Paulo, Brazil

3 – DTM&H, Tropical Medicine Unit, University Hospital of Gastroenterology, Hepatology and Infectious Diseases Heinrich-Heine-University, Moorenstr. Düsseldorf, Germany

4 – Anton Breinl Centre for Public Health and Tropical Medicine, School of Public Health, Tropical Medicine and Rehabilitation Sciences, James Cook University, Townsville, Australia

**Short Title:** High risk leprosy clusters in an endemic area in Brazil

**Corresponding author: J. Heukelbach**, Departamento de Saúde Comunitária, Universidade Federal do Ceará, Rua Professor Costa Mendes, 1608 - 5º andar. Bairro: Rodolfo Teófilo. Fortaleza-CE. CEP: 60430-140. Email: [heukelbach@web.de](mailto:heukelbach@web.de)

\* This publication is part of the MAPATOPI study (an interdisciplinary operational study providing evidence for improving the Brazilian leprosy control program), co-financed by the Brazilian Research Council (*Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico*, CNPq) and the Department of Science and Technology of the Brazilian Ministry of Health (DECIT) – MCT/CNPq/CT-Saude/MS/SCTIE/DECIT N° 034/2008.

### **Abstract**

**Objective:** The Brazilian National Hansen's Disease Control Program recently identified clusters with high disease transmission. Here we present different spatial analytical approaches to define highly vulnerable areas in one of these clusters.

**Design:** The study area included 373 municipalities in the four Brazilian states Maranhão, Pará, Tocantins and Piauí. Spatial analysis was based on municipalities as the observation unit, considering the following disease indicators: 1. rate of new cases/100,000 population; 2. rate of cases <15 years/100,000 population; 3. new cases with grade-2 disability/100,000 population; and 4. proportion of new cases with grade-2 disabilities. We performed descriptive spatial analysis, local empirical Bayesian analysis, and spatial scan statistic.

**Results:** In total, 254 (68.0%) municipalities were classified as hyperendemic (mean annual detection rates >40 cases/100,000 inhabitants). There was a concentration of municipalities with higher detection rates in Pará and in the center of Maranhão. Spatial scan statistic identified 23 likely clusters of new leprosy case detection rates, most of them localized in these two states. These clusters included only 32% of the total population, but 55.4% of new leprosy cases. We also identified 16 significant clusters for the detection rate <15 years and 11 likely clusters of new cases with grade-2. Several clusters of new cases with grade-2/population overlap with those of

new cases detection and detection of children <15 years of age. The proportion of new cases with grade-2 did not reveal any significant clusters.

**Conclusions:** Several municipality clusters for high leprosy transmission and late diagnosis were identified in an endemic area by different statistical approaches.

Spatial scan statistic is adequate to validate and confirm high-risk leprosy areas for transmission and late diagnosis, identified by descriptive spatial analysis and by local empirical Bayesian method. National and State leprosy control programs urgently need to intensify control actions in these highly vulnerable municipalities.

## **Introduction**

Leprosy is still a public health problem in many countries (Rodrigues and Lockwood 2011). Considering the limited availability of financial resources for leprosy research, little lucrativeness for the private sector and the fact that the poor are at higher risk for infection and clinical disease (Kerr-Pontes *et al.* 2006, Feenstra *et al.* 2011), leprosy forms part of the group of Neglected Tropical Diseases (Holveck *et al.* 2007).

Brazil is after India the second country in the world with regard to the number of new cases of leprosy. In 2009, about 38,000 new cases were detected in the country, representing almost 98% of all cases in the Americas (World Health Organization 2010). To intensify disease control measures on certain geographic areas, the Brazilian National Hansen's Disease Control Program (*Programa Nacional de Controle da Hanseníase – PNCH*) identified recently 10 most likely geographic clusters of high disease transmission and focussed control activities more and more on these areas (Brasil 2008, Penna *et al.* 2009a). These clusters comprise about 51% of Brazil's newly detected cases, but only 15.4% of the population (Brasil 2008). Here we performed three different methods of spatial analysis to define and classify high-risk areas in one of major of these leprosy clusters. Priority regions for control of transmission and late diagnosis were identified.

## **Methods**

We included all municipalities in the leprosy disease cluster in Brazil with greatest geographic extension, defined by the National Hansen's Disease Control Program (Brasil 2008) (Figure 1). This cluster has an estimated population (2009) of about 10 million inhabitants (5.2% of Brazil's population), but 20% of the nation's new leprosy cases. The demographic characteristics of the cluster have been described in detail

previously (Alencar *et al.* 2011). Briefly, in the area there are 373 municipalities: 60 in the state of Pará, 79 in the state of Tocantins, 186 in the state of Maranhão and 48 in the state of Piauí. In the period from 2001 – 2009, a total of 82,463 new leprosy cases was notified in this cluster, with an annual mean detection rate of 95.9 per 100,000 population. In 15 year-olds the annual mean detection rate was 28.4 cases per 100,000 inhabitants (Alencar *et al.* 2011).

[Figure1]

We present spatial analysis of the following indicators according to the Enhanced Global Strategy for Further Reducing the Disease Burden due to Leprosy by WHO (World Health Organization 2009): rate of new cases/100,000 population; rate of cases < 15 years of age/100,000 population; rate of new cases with grade 2 disabilities (i.e. visible deformities)/100,000 population; and proportion of cases presenting with grade 2 disabilities. Spatial analysis was based on these indicators, with the municipalities as the observation units. Epidemiological data of municipalities were obtained from the four state databases for reported diseases (*Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN*). We included notifications from 1st January 2001 to December 31st 2009. The mean annual indicators of the entire observation period were used to smooth random variations in municipalities with fewer annual cases, as suggested previously (Gatrell and Bailey 1996). Population estimates of the respective years were obtained from the database of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE) (DATASUS 2011).

The database with the number of cases, estimation of the population size and indicators of the period were merged with census data from geographic databases. In a first step, descriptive thematic maps were produced for the selected indicators with ArcGis 9.3 software (Environmental Systems Research Institute, Redlands, CA) (ESRI 2010). Then, we performed local empirical Bayesian analysis, through the software package TerraView version 3.6.0 (INPE, São José dos Campos, Brazil) for the estimation of smoothed indicators (TerraView 3.6.0. 2010). We also used SaTScan software version 9.0.1 (Harvard Medical School, Boston, United States) to identify likely high risk clusters (Kulldorff 2010b). This statistical technique uses a flexible geographic scanning window and includes different sets of neighbouring areas (Santos and Souza 2007, Kulldorff 2010a). The clusters were identified by pure spatial analysis, as proposed by Kulldorff and Nagarwalla (Kulldorff and Nagarwalla 1995, Kulldorff 1997), with a window radius of 100 km.

## **Results**

In the cluster, 254 (68.0%) municipalities were classified as hyperendemic (mean annual detection rates  $>40$  cases/100,000 inhabitants) with a maximum of 427.6 cases per 100,000 inhabitants. The distribution of crude detection rates is shown in Figure 2a. There was a concentration of municipalities with higher detection rates in Pará and in the center of Maranhão, totalling 52 (13.9%) municipalities with mean rates of  $>150$  annual cases/100,000 inhabitants. In local Bayesian analysis (smoothed indicators), there was an increase in the number of hyperendemic municipalities (289; 77.4%) taking into account their closest neighbours and a small reduction in those over 150 cases per 100,000 inhabitants (13.4%) (Figure 2b).

Regarding detection in 15 year-olds, there were only 62 (16.6%) municipalities classified with low or medium endemicity ( $<2.5$  cases/100,000 population under 15 years), and 219 (58.7%) municipalities classified as hyperendemic. Figure 2d shows the pattern of this indicator, with the majority of municipalities presenting high values in Pará and in the central areas of Maranhão. The smoothed coefficient more clearly identified these areas: there were 304 (81.5%) hyperendemic municipalities with 72 (23.6%) reaching smoothed values  $>40$  cases/100,000 inhabitants (Figure 2e). The maximum value of this indicator was 100.3 cases/100,000 inhabitants.

The distribution of new cases with grade-2 disabilities per 100,000 inhabitants is depicted in Figure 2g. A total of 80 (21.4%) municipalities did not have any leprosy grade-2 cases at diagnosis throughout the observation period, but 44 (11.7%) municipalities had  $>8$  cases per 100,000 inhabitants, with a maximum of 31 cases per 100,000 inhabitants. There was no clear pattern of this indicator in descriptive spatial analysis, but the smoothed indicator shows two defined areas, the first in the southeast of Pará and another in the center of Maranhão (Figure 2h). The smoothed maximum value of this indicator was 11.8/100,000 population.

The proportion of new cases with grade-2 disabilities highlights municipalities with high risk for late diagnosis mainly in southern Maranhão (Figure 2j). Only two (0.5%) municipalities in the cluster showed high values ( $>5\%$ ). Local Bayesian analysis highlights an increased proportion of new cases of leprosy with grade-2 (smoothed value of 2.3%) in south-eastern Maranhão (Figure 2k).

Spatial scan cluster analysis identified 23 likely clusters of increased new leprosy case detection rates, with most of them localized in Pará and Maranhão (Table 1). These clusters included only 32% of the total population, but 55,4% of new leprosy cases in

the cluster. The mean annual detection rate in these municipalities was 164 cases per 100,000 inhabitants in a total of 101 (27.1%) municipalities (Table 1).

[Table 1]

Figure 2c shows the five most significant clusters for the general detection rate. Three of them are located in Pará, one in Maranhão, and one comprising Pará, Maranhão and Tocantins (Figure 2c). The most significant cluster includes six municipalities in the south of Pará (RR=2.65) (Table 1).

We also identified 16 significant clusters for the detection rate <15 years (Table 2). The first three main clusters identified overlap with clusters of the general detection rate (Figure 2f). The fourth cluster of children <15 years of age (Relative Risk [RR]=2.45) was equivalent to a cluster of newly detected cases. The fifth cluster has only five municipalities (RR = 2.61) in the center of Maranhão (Table 2). There were 11 other significant clusters, distributed throughout all four states, with a concentration in the southeast of Pará (Table 2).

[Table 2]

In addition, there were 11 likely clusters of new cases with grade-2 disability/population in Pará and Maranhão, with only one municipality in Tocantins. The most significant cluster had a RR of 2.24 and an annual detection of 10.4 cases/100,000 inhabitants, located in the center of Maranhão (Figure 2i). The clusters 2 and 3 overlap with new cases detection and detection of children under 15 years of age with leprosy. The proportion of new cases with grade-2 did not reveal any likely clusters.

[Table 3]

[Figure 2]

## **Discussion**

Spatial analysis of health events aims to identify geographical patterns by means of risk maps of indicators, to point out areas of higher severity and to facilitate the planning of public health interventions (Santos and Souza 2007, Gauy *et al.* 2007, Castro and Singer 2007, Assunção 2003). Here we present besides descriptive spatial analysis of crude indicators, a spatial Bayesian approach and spatial scan statistics to describe in more detail leprosy disease dynamics in a highly priority extensive area in Brazil. Our population-based data show a heterogeneous geographical pattern of indicators, although not randomly distributed, and we identified well-defined spatial clusters of high risk for transmission and late diagnosis even inside a known leprosy risk area.

A problem associated with the use of crude indicators in spatial analysis is their high instability to express the risk of a certain event when this event is rare, and when the population of the region of occurrence is small (Assunção *et al.* 2005, Gatrell and Bailey 1996). In addition, municipalities with reduced leprosy case detection rates, which may be a result of political or operational factors, close to other municipalities with high detection rates may not reflect transmission dynamics adequately.

We used Bayesian inference that calculates uncertain values, which are not visible in a probabilistic way. The local empirical Bayesian estimator included spatial effects using only the closest neighbours of the area, converging towards a local mean rather than a global average (Gatrell and Bailey 1996, Assunção *et al.* 2005). The resulting smoothed indicators reduced these problems of variation between municipalities due

to operational factors (Gatrell and Bailey 1996), and high risk areas were identified more easily. In fact, the crude spatial distribution of new case detection rates indicates that there is probably gross influence of operational factors of the leprosy control programs in the four states involved: several municipalities with high detection rates bordered others with low detection. Local Bayesian method pointed out five areas with high detection rates, three in Pará, one in the center of Maranhão and another one encompassing municipalities of Pará, Maranhão and Tocantins. Historically, these areas show high values for detection rates, specifically the largest detection of cases in the southeast of Pará coincides with the colonization in the 1970s, associated with the construction of a federal Amazonian highway, the BR-153 (Magalhães and Rojas 2007).

The use of Bayesian method mapping provides a useful addition to the analytical toolbox in the monitoring and surveillance of the geographical distribution of leprosy. This method provides a practical approach to the estimation of suspected under-registrations in a geographical area (Bailey *et al.* 2005). The supply and quality of leprosy health services is critical for the diagnosis and treatment of cases, so a poorly structured health service will have fewer cases, not due to a low endemicity, but the absence of active search for cases (Lapa *et al.* 2001).

Another way applied to identify vulnerable areas is the spatial scan statistic that identifies most likely clusters of a possible event in a population with non-homogeneous spatial density and simultaneously uses methods of statistical inference to test the significance of these clusters (Kulldorff and Nagarwalla 1995). We identified 23 likely clusters. The five most significant clusters are located in areas similar to those identified by the smoothed Bayesian coefficient, which strengthens evidence provided.

We made similar observations regarding detection rates in <15 year-olds. The detection rate in this subgroup is used as one of the main epidemiological indicators of leprosy control, as it expresses the strength of recent transmission and trends (Brasil 2008). It reflects the severity of the endemic level of leprosy and early exposure to *Mycobacterium leprae* (Imbiriba *et al.* 2009, Alencar *et al.* 2008). Spatial scan statistic identified 16 clusters of high transmission (*i.e.* detection rates in <15 year-olds). The seven most significant clusters include 53 municipalities. There are clusters covering more than 10 municipalities, such as cluster 3, with a detection rate in children <15 years of 55.0 cases per 100,000 inhabitants, covering areas of Maranhão, Pará and Tocantins.

The Brazilian Hansen's Disease Control Program aims to identify these areas of high transmission where populations are more exposed to concentrated sources of infection to reduce hidden prevalence and to interrupt the chain of disease transmission (Brasil 2008, Heukelbach *et al.* 2011) . Almost all municipalities in Pará in the cluster had values >10 cases in <15 year-olds per 100,000 inhabitants. Identifying these areas at highest risk of disease will provide further evidence to the leprosy control program to direct control (Penna *et al.* 2009a, Penna *et al.* 2009b, Brasil 2008).

Recently, an alternative indicator has been proposed by the World Health Organization to monitor leprosy control activities, the rate of grade-2 disabilities in new cases/population. This new indicator when interpreted together with other indicators can be used to estimate under-detection, to measure the need for physical, social rehabilitation and delayed diagnosis, and to advocate activities for prevention of disabilities. Thus, this indicator should be prioritized for monitoring control measures (Declercq 2011, Alberts *et al.* 2011, Oliveira *et al.* 2010, World Health Organization 2009). In the cluster, there were 3,811 cases diagnosed with grade-2

disability, a rate of 4.43 cases per 100,000 inhabitants (Alencar *et al.* 2011). The smoothed rates show clearly areas of higher risk: Pará and the center Maranhão presented several municipalities with delayed leprosy detection, with rates up to nine times higher than the rest of Brazil. The identification of spatial clusters of grade-2/population shows again the similarity with the three areas identified in Figure 2c, 2f and 2i. As observed in the general detection rate and detection rate in children <15 years of age, the same municipalities that belong to the states of Pará, Maranhão and Tocantins, beyond intense transmission of leprosy, also showed delayed diagnosis. There was still another area further south, located completely in state of Pará with similar characteristics.

Another indicator for late diagnosis is the proportion of new cases presenting grade-2 disabilities. However, this indicator is strongly influenced by operational factors (Bakker *et al.* 2009). No significant clusters were identified with spatial scan statistics, indicating that this operational factor does not show considerable geographical clustering in our study area.

Several authors previously performed different approaches to analyse spatial patterns of leprosy. Martelli *et al.* (1995) showed that the geographical distribution of leprosy was far from uniform and described clearly defined high-risk areas in an ecologic study analysis in Goiania, central Brazil (Martelli *et al.* 1995). Another study conducted in Brazil's Amazon region identified links between areas of intense deforestation and high rates of leprosy detection, highlighting not only environmental factors, but also migration of possible importance for leprosy transmission dynamics (Silva *et al.* 2010). Our study identified clusters where the central municipalities are located within these same areas of deforestation. In a study of the spatial distribution of leprosy in the municipality of Mossoró in Rio Grande do Norte state, northeast

Brazil, the use of Geographic Information Systems (GIS) allowed the identification of high-risk areas and significant clusters of leprosy inside a single municipality, showing a descriptive image of the spatial distribution of population indicators of leprosy (De Souza Dias *et al.* 2007).

Other studies include these approaches in other countries. In Indonesia, Bakker *et al.* (2004) identified significant clusters of leprosy patients varying from one to five houses. These clusters included 20 patients, of whom 13 were multibacillary patients, indicating the presence of active transmission in these areas. Spatial clustering of leprosy cases was also found on an island in Indonesia, with a particularly significant correlation in the population <21 and >39 years of age, and the spatial model could best explain the distribution of seropositive individuals (Bakker *et al.* 2005, Bakker *et al.* 2004). In Bangladesh, a space-temporal analysis from 1989 to 2003 identified clusters and their dynamics over time, but was unable to explain the high incidence of leprosy in these clusters (Fischer *et al.* 2008). So far there is no study available from Brazil or other endemic countries integrating the three spatial statistics methods on leprosy used in our study.

Our study is subject to some limitations. Scan spatial analysis uses as geographical reference the coordinates of the urban center, which may not reflect the distribution of cases inside the municipalities. Even with a high probability of the existence of a cluster, its accurate boundaries may not be so clear, and a more detailed local analysis of each municipality, as well as a temporal trend analysis of epidemiological and operational indicators leprosy may provide further evidence for these areas at greatest risk. In addition, clusters are always defined as circles or ellipses. An area of low frequency of cases surrounded by areas with the highest number of cases will be included in a cluster, although it may have different characteristics (Sankoh *et al.*

2001). Another limitation is the fact that in some cases a single or few municipalities were classified as a cluster by itself due to the big size of the municipality's territory, which was larger than the radius used to define the clusters. The use of secondary data may be another limitation, it often has inconsistencies, but that may have been reduced because the analysis used.

We conclude that spatial scan statistic is adequate to validate and confirm high-risk leprosy areas for transmission and late diagnosis, identified by descriptive spatial analysis and by local empirical Bayesian method. We identified municipality clusters, located inside a known leprosy high-risk area. Several indicators were used, assessing both health services and disease transmission dynamics. National and State leprosy control programs urgently need to intensify control actions in these highly vulnerable municipalities.

### **Acknowledgements**

This paper forms part of the MAPATOPI study, an interdisciplinary project providing evidence for improving the Brazilian Hansen's Disease Control Program. The project is co-financed by the Brazilian Research Council (*Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico*, CNPq) and the Department of Science and Technology of the Brazilian Ministry of Health (DECIT). JH is research fellow from CNPq. We thank *Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior* (CAPES, Brazil) for granting a PhD scholarship to CHA. The State Leprosy Control Programs of the State Health Secretariats of Maranhão, Pará, Tocantins and Piauí kindly provided data set.

## References

- Alberts, CJ; Smith, WCS; Meima, A; Wang, L & Richardus, JH (2011) Potential effect of the World Health Organization's 2011–2015 global leprosy strategy on the prevalence of grade 2 disability: a trend analysis. *Bull World Health Organ*, **89**, 487-495.
- Alencar, CH; Ramos Jr., AN; Barbosa, JC *et al.* (2011) Persisting leprosy transmission despite increased control measures in an endemic cluster in Brazil: the unfinished agenda. *Leprosy Review* - *in press*.
- Alencar, CHM; Barbosa, JC; Ramos Jr, AN *et al.* (2008) Hanseníase no município de Fortaleza, CE, Brasil: aspectos epidemiológicos e operacionais em menores de 15 anos (1995-2006). *Rev Bras Enferm*, **61**, 694-700.
- Assunção, RM. (2003). *Estimadores Bayesianos Empíricos Espaciais de Taxas* [Online]. Available: <http://www.est.ufmg.br/~assuncao/cursos/espacial/aplicado/aulas/empbayes.pdf> [Accessed 2011].
- Assunção, RM; Schmertmann, CP; Potter, JE & Cavenaghi, SM (2005) Empirical Bayes estimation of demographic schedules for small areas. *Demography*, **42**, 537-558.
- Bailey, TC; Carvalho, MS; Lapa, TM; Souza, WV & Brewer, MJ (2005) Modeling of under-detection of cases in disease surveillance. *Ann Epidemiol*, **15**, 335-343.
- Bakker, M; Scheelbeek, P; Beers, SM & Richardus, J (2009) The use of GIS in leprosy control. *Lepr Rev*, **80**, 327-331.
- Bakker, MI; Hatta, M; Kwenang, A *et al.* (2004) Population survey to determine risk factors for Mycobacterium leprae transmission and infection. *Int J Epidemiol*, **33**, 1329-36.
- Bakker, MI; May, L; Hatta, M *et al.* (2005) Genetic, household and spatial clustering of leprosy on an island in Indonesia: a population-based study. *BMC Med Genet*, **6**, 40.
- Brasil 2008. *Relatório Executivo do PNCH Ministério da Saúde. Período Maio de 2007 a Junho de 2008.*, Brasília, Secretaria de Vigilância em Saúde. Programa Nacional de Controle da Hanseníase. Mimeo.
- Castro, M & Singer, B (2007) Meio ambiente e saúde: metodologia para análise espacial da ocorrência de malária em projetos de assentamento. *Revista Brasileira de Estudos de População*, **24**, 247-262.
- DATASUS (2011) <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?ibge/cnv/popbr.def> , accessed at July 1st, 2011.
- De Souza Dias, MC; Dias, GH & Nobre, ML (2007) The use of Geographical Information System (GIS) to improve active leprosy case finding campaigns in the municipality of Mossoro, Rio Grande do Norte State, Brazil. *Lepr Rev*, **78**, 261-9.
- Declercq, E (2011) Reflections on the new WHO leprosy indicator: the rate of new cases with grade 2 disabilities per 100,000 population per year. *Lepr Rev*, **82**, 3-5.

- ESRI (2010) ArcGis9.3, Environmental Systems Research Institute, Inc 1982-2011.
- Feenstra, SG; Nahar, Q; Pahan, D; Oskam, L & Richardus, JH (2011) Recent Food Shortage Is Associated with Leprosy Disease in Bangladesh: A Case-Control Study. *PLoS Negl Trop Dis*, **5**, e1029.
- Fischer, E; Pahan, D; Chowdhury, S & Richardus, J (2008) The spatial distribution of leprosy cases during 15 years of a leprosy control program in Bangladesh: An observational study. *BMC Infect Dis*, **8**, 126.
- Gatrell, A & Bailey, T (1996) Interactive spatial data analysis in medical geography. *Soc Sci Med*, **42**, 843-855.
- Gauy, JS; Hino, P & Santos, CB (2007) Spatial distribution of leprosy cases in Ribeirao Preto, Brazil, 2004. *Rev Latinoam Enferm*, **15**, 460-465.
- Heukelbach, J; Chichava, AO; Oliveira, AR *et al.* (2011) Interruption and Defaulting of Multidrug Therapy against Leprosy: Population-Based Study in Brazil's Savannah Region. *PLoS Negl Trop Dis*, **5**, e1031.
- Holveck, J; Ehrenberg, J; Ault, S *et al.* (2007) Prevention, control, and elimination of neglected diseases in the Americas: pathways to integrated, inter-programmatic, inter-sectoral action for health and development. *BMC Public Health*, **7**, 6.
- Imbiriba, ENB; Silva Neto, AL; Souza, WV *et al.* (2009) Desigualdade social, crescimento urbano e hanseníase em Manaus: abordagem espacial. *Rev Saude Publica*, **43**, 656-665.
- Kerr-Pontes, LR; Barreto, ML; Evangelista, CM *et al.* (2006) Socioeconomic, environmental, and behavioural risk factors for leprosy in North-east Brazil: results of a case-control study. *Int J Epidemiol*, **35**, 994-1000.
- Kulldorff, M (1997) A spatial scan statistic. *Comm Statist - Theory Meth*, **26**, 1481-1496.
- Kulldorff, M (2010a) SaTScan User Guide for version 3.1 disponível em <http://www.satscan.org>. Acessado em 12 de setembro de.
- Kulldorff, M (2010b) SaTScan v 9.0.1: Software for the spatial and space-time scan statistics. *Information Management Services Inc., Silver Spring, MD*.
- Kulldorff, M & Nagarwalla, N (1995) Spatial disease clusters: detection and inference. *Stat Med*, **14**, 799-810.
- Lapa, T; Ximenes, R; Silva, NN *et al.* (2001) Vigilância da hanseníase em Olinda, Brasil, utilizando técnicas de análise espacial. *Cad Saude Publica*, **17**, 1153-1162.
- Magalhães, MCC & Rojas, LI (2007) Diferenciação territorial da hanseníase no Brasil. *Epidemiol Serv Saúde*, **16**, 75-84.
- Martelli, CM; Moraes Neto, OL; Andrade, AL *et al.* (1995) Spatial patterns of leprosy in an urban area of central Brazil. *Bull World Health Organ*, **73**, 315-9.
- Oliveira, MLW; Grossi, MAF; Oliveira, CF *et al.* (2010) Commitment to reducing disability: the Brazilian experience. *Lepr Rev*, **81**, 342-345.
- Penna, ML; Oliveira, ML & Penna, G (2009a) Spatial distribution of leprosy in the Amazon region of Brazil. *Emerg Infect Dis*, **15**, 650-652.

- Penna, ML; Oliveira, ML & Penna, GO (2009b) The epidemiological behaviour of leprosy in Brazil. *Lepr Rev*, **80**, 332-344.
- Rodrigues, LC & Lockwood, DNJ (2011) Leprosy now: epidemiology, progress, challenges, and research gaps. *Lancet Infect Dis*, **11**, 464-470.
- Sankoh, OA; Ye, Y; Sauerborn, R; Muller, O & Becher, H (2001) Clustering of childhood mortality in rural Burkina Faso. *Int J Epidemiol*, **30**, 485-92.
- Santos, SM & Souza, WV 2007. *Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública*, Brasília, Ministério da Saúde.
- Silva, DRX; Ignotti, E; Souza-Santos, R & Hacon, SS (2010) Hanseníase, condições sociais e desmatamento na Amazônia brasileira. *Rev Panam Salud Publica*, **27**, 268-275.
- TerraView 3.6.0. (2010). *São José dos Campos, SP: INPE, 2010* [Online]. Available: [www.dpi.inpe.br/terraview](http://www.dpi.inpe.br/terraview) [Accessed 07/12/2010 2010].
- World Health Organization (2009) Enhanced Global Strategy for Further Reducing the Disease Burden due to Leprosy (Plan Period: 2011–2015). 28.
- World Health Organization (2010) Global leprosy situation, 2009. *Wkly Epidemiol Rec*, **85**, 337-348.

## Tables

**Table 1:** Statistically significant clusters of new cases of leprosy per 100,000 inhabitants defined using spatial scan statistics in a high endemic cluster in Brazil, 2001-2009.

Cluster	Central municipality (state)	N mun.	Radius (km)	Annual detection	RR	P value
1	Canaã dos Carajás (PA)	6	72.4	247.8	2.65	<0.0001
2	Novo Repartimento (PA)	4	76.5	214.8	2.29	<0.0001
3	Açailândia (MA)	15	73.5	165.3	1.79	<0.0001
4	Pio XII (MA)	25	75.2	142.1	1.52	<0.0001
5	Redenção (PA)	9	90.8	194.2	2.04	<0.0001
6	Paragominas (PA)	1	0	189.7	1.98	<0.0001
7	São João do Araguaia (PA)	11	64.3	138.3	1.45	<0.0001
8	Guaraí (TO)	1	0	298.9	3.10	<0.0001
9	Timon (MA)	1	0	162.7	1.70	<0.0001
10	Itapecuru Mirim (MA)	1	0	187.9	1.95	<0.0001
11	Tailândia (PA)	2	73.5	158.9	1.65	<0.0001
12	Nova Olinda (TO)	5	54.5	126.5	1.31	<0.0001
13	Amapá do Maranhão (MA)	2	21.3	219.4	2.27	<0.0001
14	Floriano (PI)	1	0	143.5	1.49	<0.0001
15	Pacajá (PA)	1	0	148.5	1.54	<0.0001
16	Governador Archer (MA)	1	0	201.4	2.08	<0.0001
17	Barrolândia (TO)	3	41.3	152.6	1.58	<0.0001
18	Ouilândia do Norte (PA)	1	0	152.0	1.57	<0.0001
19	Presidente Dutra (MA)	1	0	133.3	1.38	<0.0001
20	Cristino Castro (PI)	1	0	170.0	1.76	<0.0001
21	Tomé-Açu (PA)	1	0	123.0	1.27	<0.0001
22	Maranhãozinho (MA)	5	25.0	116.4	1.20	<0.016
23	Itaipava do Grajaú (MA)	3	47.6	116.7	1.21	<0.012

**Table 2:** Statistically significant clusters new cases of leprosy of children <15 years of age per 100,000 inhabitants defined using spatial scan statistics in a high endemic cluster in Brazil, 2001-2009.

Cluster	Central municipality (state)	N mun.	Radius (km)	Annual <15 detection	RR	P value
1	Canaã dos Carajás (PA)	6	72.4	83.0	2.77	<0.0001
2	Breu Branco (PA)	5	62.2	69.6	2.42	<0.0001
3	Açailândia (MA)	15	73.5	55.0	1.94	<0.0001
4	Redenção (PA)	9	90.8	71.6	2.45	<0.0001
5	Matões do Norte (MA)	5	34.4	76.4	2.61	<0.0001
6	Pimdaré Mirim (MA)	2	7.73	67.2	2.27	<0.0001
7	São João do Araguaia (PA)	11	64.3	46.5	1.59	<0.0001
8	Timom (MA)	1	0	51.5	1.74	<0.0001
9	Paragominas (PA)	1	0	56.2	1.89	<0.0001
10	Bacabal (MA)	1	0	53.6	1.80	<0.0001
11	Guaraí (TO)	1	0	78.6	2.63	<0.0001
12	Floriano (PI)	1	0	54.9	1.84	<0.001
13	Arame (MA)	1	0	59.6	2.00	<0.001
14	Pacajá (PA)	1	0	54.5	1.83	<0.014
15	Amapá do Maranhão (MA)	2	21.3	67.4	2.25	<0.067
16	Trizidela do Vale (MA)	1	0	65.2	2.18	<0.072

**Table 3:** Statistically significant clusters of leprosy cases with grade-2/100,000 inhabitants defined using spatial scan statistics in a high endemic cluster in Brazil, 2001-2009.

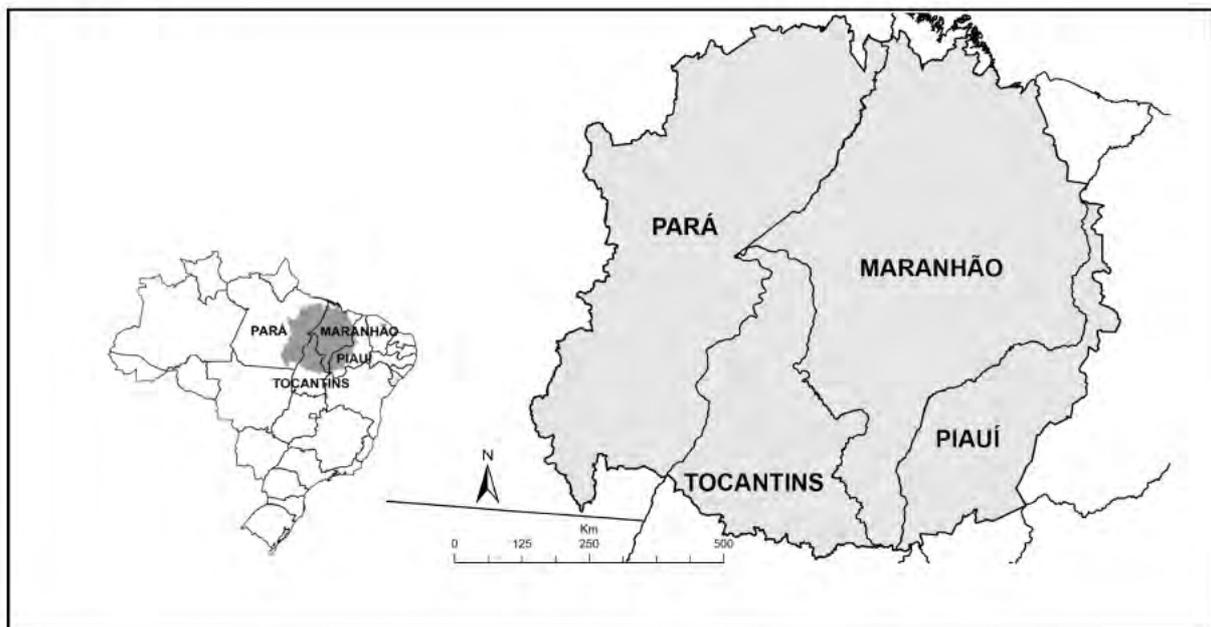
Cluster	Central municipality (state)	N mun.	Radius (km)	Annual Grade-2/inh.	RR	P value
1	São Luiz Gonzaga do Maranhão (MA)	11	43.8	10.4	2.42	<0.0001
2	Açailândia (MA)	15	73.5	7.9	1.84	<0.0001
3	Canaã dos Carajás (PA)	6	72.4	10.4	2.39	<0.0001
4	Anajatuba (MA)	4	34.1	9.6	2.17	<0.0001
5	Amapá do Maranhão (MA)	10	81.6	9.0	2.04	<0.0001
6	Jacundá (PA)	4	67.6	8.6	1.95	<0.0001
7	Miranorte (TO)	1	0	18.2	4.08	<0.0001
8	Presidente Dutra (MA)	2	17.9	9.0	2.04	<0.0001
9	São João dos Patos (MA)	1	0	13.5	3.04	<0.0001
10	Concórdia do Pará (PA)	1	0	12.9	2.89	<0.002
11	Santa Luzia (MA)	10	60.2	6.5	1.47	<0.007

## Figure Legends

**Figure 1:** Study area - cluster of high transmission risk situated in the states Maranhão, Pará, Tocantins and Piauí in north and northeast Brazil.

**Figure 2:** Spatial analysis in a highly endemic leprosy area using descriptive spatial statistics, Local Empirical Bayesian approach and Scan spatial statistics: mean annual rate of new cases/population (a-c); rate of new cases <15 year-olds (d-f); rate of new cases with grade-2 disabilities/population (g-i); proportion of new cases with grade-2 disabilities (j;k).

**Figure 1**

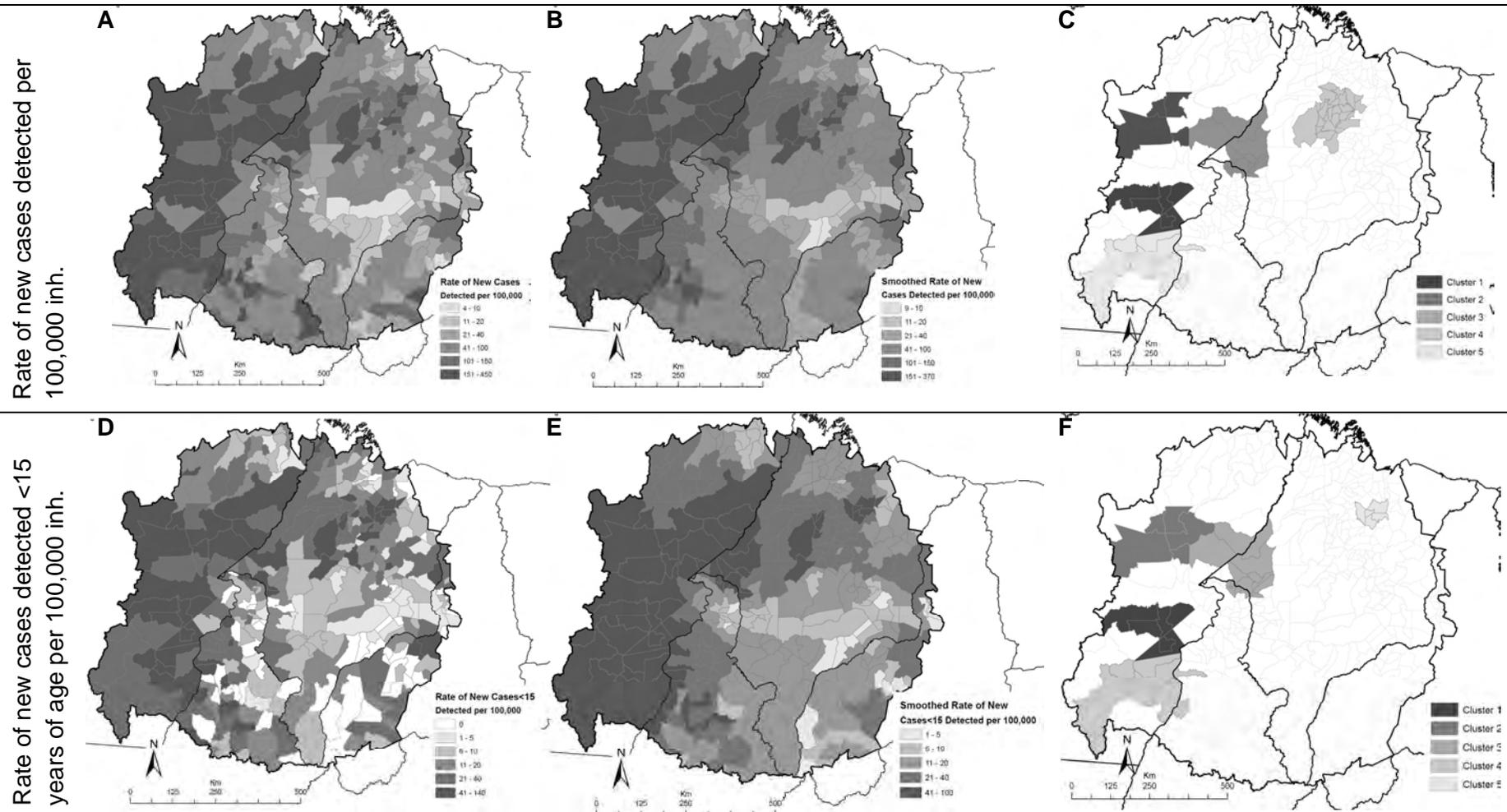


**Figure 2**

Crude Indicator

Smoothed indicator  
(local Bayesian spatial model)

Scan spatial statistic  
(five most significant clusters)

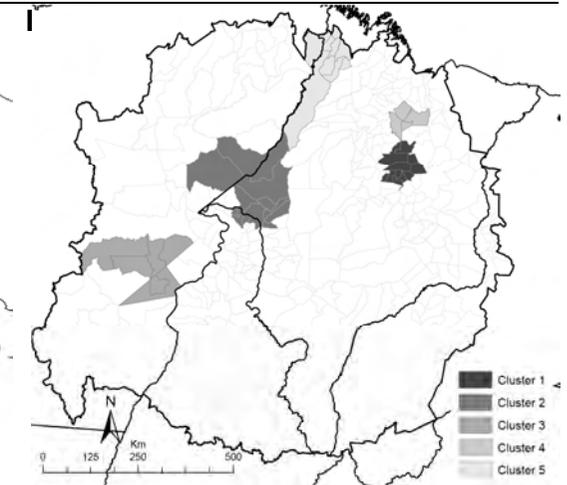
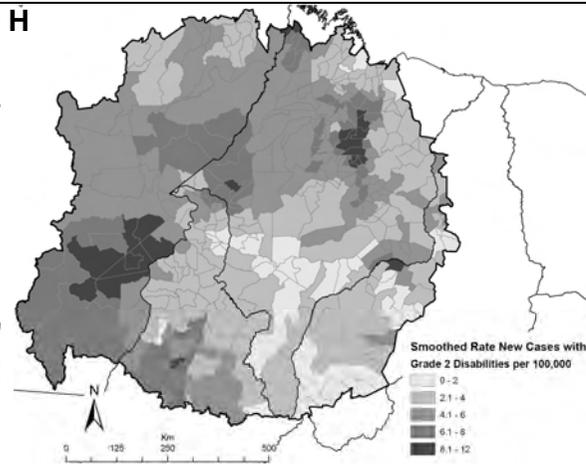
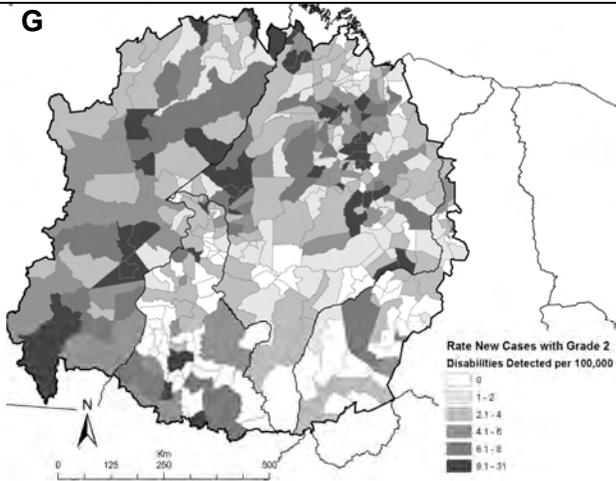


Crude Indicator

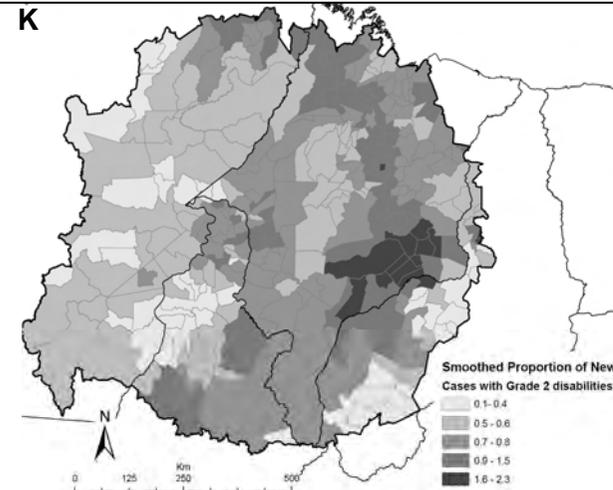
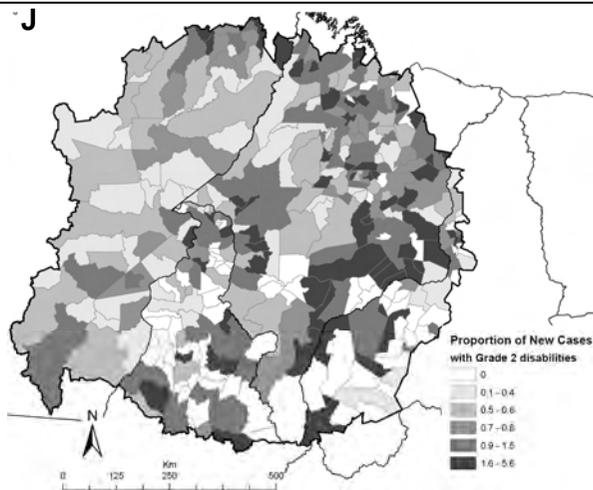
Smoothed indicator  
(local Bayesian spatial model)

Scan spatial statistic  
(5 most significant clusters)

Rate of new cases with grade-2 disabilities per 100,000 inh.



Proportion of new cases presenting with grade-2 disabilities



no significant cluster

#### **10.1.4 Artigo 4 – Submetido à Plos NTD**

Plos NTD

##### **Spatial-temporal trend of leprosy in high-risk area transmission: Identification of spatial clusters. \***

Carlos H. Alencar<sup>1</sup>; Maria J. Alencar<sup>1,2</sup>; Alberto N. Ramos Jr.<sup>1</sup>; Wolfram Lange<sup>3</sup>; Jorg Heukelbach<sup>1,4</sup>

1 – Department of Community Health, School of Medicine, Federal University of Ceará, Fortaleza, Brazil

2 - Nederlandse Stichting voor Leprabestrijding Technical Advisor – Brazil

3 – Institute of Geography, University of Cologne, Germany

4 – Anton Breinl Centre for Public Health and Tropical Medicine, School of Public Health, Tropical Medicine and Rehabilitation Sciences, James Cook University, Townsville, Australia

\* This publication is part of the MAPATOPI study (an interdisciplinary project providing evidence for improving the Brazilian leprosy control program), co-financed by the Brazilian Research Council (CNPq) and the Department of Science and Technology of the Brazilian Ministry of Health (DECIT).

## **Abstract**

**Objective:** This study aims to identify the evolution of spatial and temporal patterns of occurrence of leprosy in an area of high transmission in the states of Maranhão, Pará, Piauí and Tocantins.

**Methods:** The study area includes 373 municipalities located in a major leprosy endemic cluster. The epidemiological data was obtained from the states databases of notifiable diseases (Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN) and then appended into one dataset. We calculated six indicators in this study, according to the "Enhanced Global Strategy for further Reducing the Disease Burden due to Leprosy" by WHO. For the spatial analysis of leprosy indicators mean rates were calculated for the periods from 2001 to 2003, from 2004 to 2006 and from 2007 to 2009. To verify the existence of spatial dependence from the mean coefficients values of the indicators of leprosy, we used the Getis-Ord local index –  $G_i^*$ .

**Results:** From 2001 to 2003, the overall detection rate per 100,000 inh. showed the presence of two clusters of low values a region encompassing São Luís (capital of Maranhão) and other neighboring municipalities in central and another one in the south, involving municipalities of Piauí, Maranhão and Tocantins. We also identified a cluster of high values located in the southeast of Pará. A similar pattern was found in the following periods, however, there was the emergence of a high value cluster in the center of Maranhão and another in the center of Tocantins. The proportion of indeterminate leprosy cases showed a higher concentration in the state of Tocantins, during the three periods. The proportion of multibacillary cases show a reverse pattern. The proportion of contacts examined was not statistically significant for high values in the first period.

**Conclusion:** The spatial analysis of the indicators could show the spatial trend of the indicators of leprosy in the three study periods.

## **Introduction**

Brazil is the second country with highest number of leprosy cases and has the highest detection rate (Who, 2010). According to data from the Ministry of Health of Brazil, in 2009 there were confirmed approximately 38,000 new cases of leprosy distributed over all states (Brasil, 2010).

A study conducted by the National Hansen's Disease Control Program - PNCH identified clusters of leprosy cases in Brazil. In this study, there were identified 10 most likely leprosy clusters. The major geographical disease cluster includes parts of the four states Maranhão, Pará, Tocantins and Piauí in the North and Northeast regions of the country (Figure 1) (Brasil, 2008; Penna, Oliveira *et al.*, 2009). According to PNCH this approach would prevent that silent areas were ignored or that only municipalities with many cases would be prioritized (Brasil, 2008).

One of the premises of epidemiology says that the patterns of morbidity and mortality do not occur randomly in human populations, but present ordered pattern that reflect their possible causes (Santos e Barcelos, 2006; Silva, 1997).

The spatial distribution of diseases aims to identify the presence of patterns through risk maps, showing areas of higher severity and facilitating the planning of public health interventions (Castro e Singer, 2007; Gauy, Hino *et al.*, 2007; Santos e Souza, 2007). The identification of the data pattern through space is useful to compare and monitor changes in indicators over time (Bakker, Scheelbeek *et al.*, 2009).

The global index of Getis and Ord is a measure of spatial association with the function to measure the presence of spatial dependence in a given area. This index indicates how much a measure of the observed distribution deviates from random distribution identifying its spatial pattern (Getis e Ord, 1996; Ord e Getis, 1995). The local index of Getis-Ord -  $G_i^*$  will show statistically significant hot spots and cold spots clusters in space and has significant positive and negative standardized values (Anselin, 1995; Ord e Getis, 1995).

## **Objective**

This study aims to identify the evolution of spatial and temporal patterns of occurrence of leprosy in an area of high transmission in the states of Maranhão, Pará, Piauí and Tocantins.

## Methods

### Study area and population

The study area includes 373 municipalities located in a major leprosy endemic cluster, distributed in the states of Maranhão (168 municipalities), Pará (60), Tocantins (79) and Piauí (48) (Figure 1). In the year 2009, this area comprised more than 10 million inhabitants, living in an area of 775,900 km<sup>2</sup>, there were a total of 38,228 cases and a detection rate of 88,70 cases per 100,000 inhabitants (Brasil, 2008).

### [Figure 1]

### Study design and data collection

The epidemiological data was obtained from the states databases of notifiable diseases (Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN) and then appended into one dataset. We included all notifications from 1<sup>st</sup> January 2001 to December 31<sup>st</sup> 2009 in analysis, defined by the National Hansen's Disease Control Program. For calculation of leprosy indicators we obtained the population estimates of each year from the database of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE) (Datasus, 2011).

### Indicadores utilizados:

We calculated six indicators in this study: 1-rate of new cases/100,000 population, 2-rate of new cases <15 /100,000 population, 3-Proportion of multibacillary cases: to identify the magnitude of the disease as well as whether there are active transmission, 4-Rate of new cases with grade-2 disabilities/100,000 population: to monitor progress and late diagnosis; 5-Proportion of indeterminate leprosy cases: to identify the early diagnosis of leprosy; 6-Proportion of contacts investigated: to determine the capacity of health service to identify new cases, all indicators were calculated according to the "Enhanced Global Strategy for further Reducing the Disease Burden due to Leprosy" by WHO (Who, 2009).

### Statistical analyses and map development.

For the spatial analysis of leprosy indicators mean rates were calculated for the periods from 2001 to 2003, from 2004 to 2006 and from 2007 to 2009. The numerator of the mean rates of each three-year period was the mean of the indicators, and as denominator we used the population projection for the central year multiplied by 100,000 or the total number of cases for each indicator. The association in three years

was a possible way to smooth random variations in municipalities with fewer annual cases (Gatrell e Bailey, 1996). The comparison of the spatial risk areas identified in the three periods was performed by overlapping geographical location of spatial clusters, identifying areas with the highest risk.

The mean coefficients values compounded thematic maps using the program ArcGIS 9.3 (ESRI, Redland, CA) (Esri, 2010).

Hot spot analysis.

To verify the existence of spatial dependence from the mean coefficients values of the indicators of leprosy, we used the Getis-Ord global index - G (Cliff e Ord, 1981).

General G statistics was used to understand clustering of high or low proportion rates. A large value of G statistics bigger than expected G statistics means that high values are found together converse, a small value of G statistics means low values are found together. We established for the analysis fixed distance band and Euclidian distance, the radius was 101.7 km, set automatically by the software ArcGIS 9.3 (Esri, 2010).

We also conducted hot-spot analyses based on the Getis-Ord  $G_i^*$  statistic to determine presence of local clustering of leprosy, with either high or low indicators based on Z-score values (Getis e Ord, 1992). A high and positive Z score value indicates that a municipality is surrounded by other municipalities reporting high values of leprosy indicators (hot-spot). A high but negative Z-score value indicates that a municipality is surrounded by other municipalities reporting low values of leprosy indicators (cold-spot). We used the same parameters as global Getis-Ord Index.

## **Results**

The clusters of high (hot spots) and small values (cold spots), obtained from the local  $G_i^*$  statistics are shown in Figures 2 to 8. From 2001 to 2003, the overall detection rate per 100,000 inh. showed the presence of two clusters of low values a region encompassing São Luís (capital of Maranhão) and other neighboring municipalities in central and another one in the south, involving municipalities of Piauí, Maranhão and Tocantins. We also identified a cluster of high values located in the southeast of Pará (Fig. 2a, 2d). A similar pattern was found in the following periods, however, there was the emergence of a high value cluster in the center of Maranhão and another in the center of Tocantins (Figures 2e, 2f). The autocorrelation method with the local

$G_i^*$  index showed overlap with the identification of high risk areas identified by the methods of spatial smoothing and spatial scan analysis.

**[Figure 2]**

The detection rate in children under 15 years of age had a similar pattern to the overall detection rate. We could observe a large area of high values in the southeast of Pará and some areas of low values encompassing municipalities of Piauí and Maranhão in all periods (Figure 3). From 2004 to 2006, there was a relative increase in detection rate in the center of Maranhão and a new hot spot was identified (Figures 3b, 3e), in the following period, this area was reduced. However, there was another hot spot in the center of the State of Tocantins (Figures 3c, 3f).

The coefficient of grade 2 cases per 100,000 inh. showed variations over the three periods (Figure 4). Between 2001-2003 we observed only two clusters of high values, one area in the north involving the municipalities of Maranhão and Pará and another in southeast of Pará with only three municipalities (Figures 4a, 4d). Between 2004 and 2006 two main clusters were identified within the study area, a cold spot in the eastern region (Piauí and Maranhão) and a hot spot in the western region (Pará).

There were also a hot spot at the center of Maranhão and in Tocantins' border (Figures 4b, 4e). In the following period municipalities in the north of the area again appear as hot areas and the center of Maranhão has established itself as a cluster with high proportion of grade 2 cases per 100,000 inh. Cold spots were found in the center of Tocantins, and in the center/south of Maranhão and in the border of Piauí and Maranhão (Figures 4c, 4f). Just as the data found in detection rates in general and under 15 years, this indicator also showed hot spots similar to those found in space scan method.

**[Figure 3]**

**[Figure 4]**

The proportion of indeterminate leprosy cases showed a higher concentration in the state of Tocantins, during the three periods (Figure 5). Initially only the southern areas was a hot spot, but this area was covering new municipalities in other periods and limiting most of the state. The cold areas were identified in the

municipalities near the capital of Maranhão (São Luís) and municipalities on the border of Piauí and Maranhão. In the period from 2007 to 2009 it was detected a second hot spot in the southeastern municipalities of the study area (Figures 5c, 5f). Almost all municipalities of Pará showed no statistically significant difference in relation to this indicator.

The proportion of multibacillary cases show a reverse pattern to that found in figure 5. There was a large proportion of municipalities with multibacillary near São Luís, north of the study area, and cold spots encompassing the municipalities of Tocantins. Similarly, from 2007 to 2009, municipalities in Piauí State, showed low values for the proportion of multibacillary cases (figures 5c and 5f).

The proportion of contacts examined was not statistically significant for high values in the first period. Only a relative small cold spot was found between the municipalities bordering the states of Maranhão and Piauí (figure 6a and 6d). In the other periods there was a concentration of significant hot spots in the state of Tocantins and significant cold spots southern of Maranhão also involving municipalities of Piauí, the northern municipalities of Maranhão showed the same characteristic (Figures 6c and 6f).

**[Figure 5]**

**[Figure 6]**

**[Figure 7]**

The Family Health coverage was very low in the first three years, mainly in the state of Pará, even municipalities with no cover. In Maranhão coverage was especially near the capital São Luís the rest of the state the coverage is very poor. From 2001 to 2003, the states of Tocantins and Piauí stand out, with several municipalities with coverage above 75% in several municipalities. The local spatial autocorrelation analysis identified clusters of high values in the state of Tocantins and the state of Piauí, the east of Maranhão and north of Pará had low levels of coverage.

In the years 2004 to 2006 the coverage of Family Health has improved considerably in several municipalities, there was an increase in the states of Maranhão

and Pará, however Pará State still had a poor coverage in many cities, especially in the southern study area. The south central region of Maranhão also had a reduced coverage. Spatial analysis shows more clearly this distribution, with a large cluster of low values encompassing almost all the other municipalities of Pará and in the center of Maranhão. Three other areas were identified as hot spots in northern Maranhão, in eastern of Piauí and central Tocantins.

In the following period it can be observed a significant increase in coverage in the whole area, with few municipalities reporting less than 75% coverage. However once again the state of Pará shows the smallest coverage, still showing municipalities with less than 10% coverage. Spatial analysis shows an area of high values in the state of Piauí close to Teresina and the north central region of Maranhão. We observed a reduction in the relative values of coverage in the state of Tocantins, however this reduction was not due to a reduction in coverage, but by an increase in other municipalities of the household and greater uniformity of margin of Family Health.

**[Figura 8]**

## **Discussion**

This study was performed to identify areas of greatest risk for transmission of leprosy, quantifying the spatial dependence of global and local indicators as well as their interrelations. A more detailed analysis of epidemiological and operational indicators, identifying its spatial and temporal patterns within this area of high endemicity. Data analysis in terms of three years are justified to standardize the data and also acted as temporary partitions, related to the management of leprosy control program in the study area. Changes in management can directly influence the leprosy control and consequently its epidemiological and operational indicators.

Data clearly shows the presence of three areas with high detection rates, usually involving several municipalities in southeast of Pará, another in the central State of Tocantins and the third one in the centre of Maranhão. These areas stand out from others as very high risk of detection of leprosy cases. These risk areas could not

be identified only with describing maps of the crude indicator, due to the hyperendemicity of leprosy throughout the study area. The high detection of new leprosy cases in this area is directly related to other epidemiological and operational indicators (Brasil, 2008; Who, 2009).

Two other areas behaved differently, with low values for the detection of new cases during the three periods, one located near the capital of Maranhão and another in southeastern of Maranhão and western of Piauí. These areas have become more significant and larger over time, adding other neighboring municipalities

In the State of Tocantins there is an emphasis on hot spots of the proportion of cases with indeterminate clinical form, on the other hand, the proportion of multibacillary cases and cases with a coefficient of degree 2 are low, indicating the presence of early diagnosis, although, there is a high detection rate in this State, (88.4 cases per 100,000 inhabitants, in 2009). There was a greater homogeneity of these indicators over time, housing more municipalities while the control actions were consolidated, Tocantins filed an active leprosy control, with the continuous training of health professionals for primary care to correct diagnosis and treatment of new cases (Ferreira, Suleiman *et al.*, 2009). In the year 2005, this State have intensified efforts to control leprosy with the establishment of a Regionalized Technical Advisory, supported by the Brazilian Ministry of Health, a nongovernmental organization from Netherlands (NRL Brazil) and the municipalities city hall.

Tocantins presented detection rate in children under 15 years of 25.6 cases per 100,000 inhabitants in 2009, described as hyperendemic, the proportion of paucibacillary cases was also high, 54.5% and this indicates active transmission of leprosy (Brasil, 2008; Imbiriba, Silva Neto *et al.*, 2009). Since 2001 the Family Health was already present in several municipalities of this state, even in low coverage (Brasil, 2011). This may have influenced the actions of leprosy control, with an early detection of new cases, as shown by the low coefficient of cases with grade 2 disability at diagnosis as well as the proportion of contacts that were examined showed increasing during the three periods evaluated.

According to data from the Institute of Applied Economic Research (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA), the socioeconomic profile of the

municipalities belonging to the household in Tocantins is better compared to other municipalities in the aggregate. The average Human Development Index (HDI) was 0.64, however social inequality as measured by the Theil L index, had a value of 0.56, similar to that found in other municipalities in the aggregate, which was 0.55 (Ipea, 2011). The proportion of households with a density greater than two people per room was 26.4%, much higher than that found in the rest of the household in the cluster—18% (Ipea, 2011). This can influence the active transmission of the disease, since cases of intimate contact facilitates the transmission of *Mycobacterium leprae* (Araújo, 2003; Heukelbach, Chichava *et al.*, 2011; Rodrigues e Lockwood, 2011).

In the state of Pará, spatial analysis identified a large region in central eastern with intense transmission of leprosy detected in children <15 years of age overlaps the detection area generally being more restricted in the number of municipalities. More specifically, we identified a cluster of severe cases with a high grade 2 disabilities/100,000 population. These municipalities remained significant in all three periods and were classified as hyperendemic for general detecting rate and <15 years. Another study, evaluating the entire state of Pará, observed that the distribution of leprosy is not homogeneous, presenting a higher density municipalities of the south and southeast of the State (Palácios, Dias *et al.*, 2010).

The proportions of indeterminate or multibacillary cases were not significant for hot or cold spots, however, the crude proportion of multibacillary cases increased over time. This scenario concomitant with a high rate of cases with grade 2 disabilities, shows that the mode of detection of new cases is ineffective, being diagnosed only more serious cases that come to the health service by presenting spontaneous demand and physical disabilities installed. The municipalities had more severe cases and active transmission. This fact may indicate a previously unknown demand due to the lack of coverage of Family Health and the presence of hidden prevalence, in addition to a late diagnosis of cases (Lana, Amaral *et al.*, 2004).

Even with a large investment in the empowerment of leprosy control activities on primary care between 2001 and 2006 (Palácios, Dias *et al.*, 2010), which resulted in an increased Family Health coverage (Brasil, 2011). It is assumed that, in the state of Pará, the most severe cases of the disease were already present in the area, but in an occult way, since they were not detected by the health service. Another study

also relates the growth in coverage of primary health care with the growth indicators of detection (Lapa, Albuquerque *et al.*, 2006).

The poor coverage of primary care may also be influencing the small proportion of contacts examined, a fact directly related to late diagnosis, with the improvement of this activity in the near future there will be a increase in detection rate, but it might be reversed in some years, since the early diagnosis tend to control the chain of transmission of the disease.

The relationship between physical disability and delay in diagnosis is clear, but this relationship should be observed on the context of the study area, should also be checked to characterize the study population, the quality control program, as well as social and cultural attitudes and beliefs. Early diagnosis often leads to a lower proportion of cases with physical disabilities (Van Veen, Meima *et al.*, 2006).

Although the State of Pará does not provide good indicators for leprosy control, its municipalities have the best socio-economic indicators compared to other municipalities in the cluster. The average HDI is significantly greater, but it should be noted that this value is still considered low (mean of 0.66). These municipalities still have high levels of social inequality, with significant difference compared to other municipalities in the cluster. Another highlight is the proportion of households with a density greater than two people per room, which is 34.4%. This low socioeconomic quality of life, high inequality, combined with a high population density within the rooms, implies a greater leprosy transmission.

This whole scenario is still influenced by the discontinuity of control actions performed by the State, with constant changes in the control program managers. On the other hand, the support of NGOs in this state has been of fundamental importance for the progress in leprosy control, with the purpose of control especially in the priority municipalities of the State and the actions of professional training. The training of professionals for the control of leprosy in a systematic way have shown greater efficacy in the detection of cases of disease and strengthening primary care.

Maranhão has the greatest disparity in detection rate of new cases among their municipalities. There is an area near the border between Pará and Tocantins ("Bico do Papagaio") rated as a hyperendemic area and another one in the central region of the state. Two other areas had detection rates with medium or high, these areas were identified as clusters of low transmission relative, *ie*, low values for the overall detection rate. These two situations are repeated with the detection in children under 15 years, but with significant more specific clusters. The first area located in the western State, has features similar to those found in the state of Pará featuring active transmission and delayed diagnosis.

The second area in the center of Maranhão, also shows high levels of detection rate but features a small relative proportion of indeterminate cases and high relative proportion of multibacillary, both increasing over the three periods of study and identified as significant clusters. The coefficient of cases with grade 2 disabilities was also significant for high values; these data indicate the presence of hidden prevalence and late diagnosis. The proportion of contacts examined did not show values that could be classified as a significant cluster in the central area of Maranhão, probably due to operational factors such as low Family Health coverage, difficulties in ensuring the accessibility of the service user or situations related to stigma and prejudice related to leprosy. Municipalities with good ratings for the evaluation of contacts are surrounded by several other rated fair or poor. Thus, the identification of new cases to be ineffective, being diagnosed more often only the most severe cases.

The first cluster of low values for the municipalities in northern Maranhão, had low rates in children under 15 in the first two study periods, identified as a significant added, but over time became non-significant indicating a probable change profile of the active transmission of leprosy in this area. The same could be seen in relation to cases with grade 2 disabilities, suggesting a worsening in the early diagnosis of cases. The second area in the southeast of the state, have similar characteristics, but the cold spots of cases in children under 15 years remained significant during the nine years, as well as the cluster of cases with grade 2 disabilities.

Both areas showed a low proportion of cases in the indeterminate form and high proportion of multibacillary, which would indicate hidden prevalence and

late diagnosis. It was observed between the years 1992-1999, an increase in the number of leprosy cases throughout the state of Maranhão (2,032-4,208 cases), with detection rate of 110 cases per 100,000 inh. and that this growth was primarily driven by the epidemiological situation of leprosy and not by an improvement in the health service, since that time there was no impact of the decentralization of control (Kalk e Fleischer, 2004). However, the Family Health coverage showed significant growth, increasing from values below 10% in the period 2001 to 2003 to over 75% coverage in 2007 to 2009, consequently, the overall detection rate would increase due to improvement in health service coverage.

A likely explanation for the identification of these cold spots related to the detection rate can be attributed to the small proportion of municipalities with more than 75% of contacts of new cases assessed, several municipalities in these areas did not evaluate any contact, even with a detection rate ranked to medium or high. In the south of Maranhão, there was a relative improvement in the assessment of contacts and an increase in cases with grade 2 disabilities. However, when looking at the descriptive map the increase in the proportion of contacts examined to a level considered good was present in just a few municipalities.

In another area in the northern of Maranhão, border with Pará, it was identified significant hot spot of cases with grade 2 and multibacillary cases, as well as cold spots for indeterminate cases and also low coverage of contacts investigated. This is also conflicted, since severe cases are detected in an area that was not significant for general detection or showed active. Likewise, the coverage of Family Health program grew, but the proportion of contacts is evaluated as poor or regularly. The presence of cases with disability and with little multibacillary indicate that detection would be tending to control, but reduced the assessment of contacts let this conclusion into question, as many new cases may not have been diagnosed, this scenario should be reversed when the proportion of contacts examined became greater.

Maranhão is the State with the lowest Human Development Index of Brazil (0.63), below the national average of 0.73 (Ipea, 2011). Compared to other municipalities in the cluster, all socioeconomic indicators have lower values with greater emphasis on income component of HDI, with value 0.47. The index of social

inequality have lower value than the rest of the household, but this reduced rate associated with a very low HDI indicates only that the vast majority of the population has a poor quality of life and still have a social homogeneity. In Mossoró (RN), it was found a clear association between the distribution of leprosy cases, poverty and population density, with a high risk of close contacts being infected (Queiroz, Dias *et al.*, 2010). In a study in Indonesia noted that living in the vicinity of two other positive cases may increase the risk of a person also be presented positive to the *M. leprae* (Bakker, Hatta *et al.*, 2004)

The other State belonging the cluster, Piauí, did not show hot spots for general detection rate and even for detection rate under 15 years, despite having municipalities classified as hyperendemic for these two indicators. The coefficient of cases with grade 2 disability showed no significance in almost all municipalities, only in an area that includes the capital, Teresina, was identified as a significant cold spot.

The proportion of indeterminate cases was high and the proportion of multibacillary cases reduced, indicating that the transmission may be regressing in that State. However, the coverage of contacts was considered poor or regular in almost all municipalities, even with Family Health coverage above 75% in all municipalities. These municipalities have the best socioeconomic indicators compared to the rest of the area, the HDI is 0.62 and the proportion of piped water (32.2%), other indicators showed no significant difference (Ipea, 2011).

The characteristics of a municipality-based ecological study does not allow to observe the characteristics and variations occurring at the local level within each municipality, however, can be observed variability between municipalities and the identification of groups of municipalities with similar characteristics. On the other hand, this study has vital importance, while able to identify determinants of the health-disease related to leprosy in the aggregate involving municipalities of Maranhão, Pará, Piauí and Tocantins.

The analysis to identify hot and cold spots, through the spatial local autocorrelation G index, should be carefully observed in relation to the time series. Municipalities previously classified with high values are always compared with other municipalities in the same period and compared with another time and his new

classification does not necessarily indicate a change in the crude values, but also a change on the values of neighbouring municipalities. The determination of a radius that defines a circular window and municipalities, even with lower values can be included in the high added value.

## **Conclusion**

The spatial analysis of the indicators could show the spatial trend of the indicators of leprosy in the three study periods. The global autocorrelation G index shows that the spatial dependence for the overall detection rate was not significant in all periods, which shows the character of this hyperendemic study area. However, in less than 15 years, and rate of cases with grade 2, the spatial dependence was identified in the periods 2004 to 2006 and from 2007 to 2009, characterizing the presence of spatial dependence of active transmission and delayed diagnosis. This spatial analysis may help in longitudinal monitoring of control activities, even at the local level, where the leprosy control should act more intense or should be strengthened in order to reduce the disease burden in the population.

## References

ANSELIN, L. Local indicators of spatial association-LISA. **Geographical Analysis**, v. 27, n. 2, p. 93-115 1995.

ARAÚJO, M. G. Hanseníase no Brasil. **Rev Soc Bras Med Trop**, v. 36, n. 3, p. 373-382 2003.

BAKKER, M.; SCHEELBEEK, P.; BEERS, S. M.; RICHARDUS, J. The use of GIS in leprosy control. **Lepr Rev**, v. 80, n. 3, p. 327-331 2009.

BAKKER, M. I.; HATTA, M.; KWENANG, A.; FABER, W. R.; VAN BEERS, S. M.; KLATSER, P. R.; OSKAM, L. Population survey to determine risk factors for *Mycobacterium leprae* transmission and infection. **Int J Epidemiol**, v. 33, n. 6, p. 1329-36, Dec 2004.

BRASIL. **Relatório Executivo do PNCH Ministério da Saúde. Período Maio de 2007 a Junho de 2008**. Brasília: Secretaria de Vigilância em Saúde. Programa Nacional de Controle da Hanseníase. Mimeo, 2008.

\_\_\_\_\_. Brasília, 2010. Disponível em: <  
[http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/visualizar\\_texto.cfm?idtxt=31200](http://portal.saude.gov.br/portal/saude/profissional/visualizar_texto.cfm?idtxt=31200)  
>.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Departamento de Atenção Básica. Evolução do credenciamento e implantação da estratégia Saúde da Família. Brasília, 2011. Disponível em: < [http://dab.saude.gov.br/historico\\_cobertura\\_sf.php](http://dab.saude.gov.br/historico_cobertura_sf.php) >. Acesso em: 01/07/2011.

CASTRO, M.; SINGER, B. Meio ambiente e saúde: metodologia para análise espacial da ocorrência de malária em projetos de assentamento. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 24, p. 247-262 2007.

CLIFF, A.; ORD, J. **Spatial processes: models & applications**. Pion Ltd, 1981. ISBN 0850860814.

DATASUS. <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?ibge/cnv/popbr.def> , accessed at July 1st, 2011. 2011.

ESRI. ArcGis9.3, Environmental Systems Research Institute, Inc 1982-2011. 2010.

FERREIRA, A. C.; SULEIMAN, C. B. C.; SILVA, L. F. M.; SILVA, S. M. M.; RAMOS JR, A. N.; HEUKELBACH, J. Conhecimentos e Condutas Práticas dos

Profissionais de Saúde da Atenção Primária a Respeito da Hanseníase no Estado do Tocantins, Brasil. **Cad Saud Col**, v. 17, n. 1, p. 39-50 2009.

GATRELL, A.; BAILEY, T. Interactive spatial data analysis in medical geography. **Social Science & Medicine**, v. 42, n. 6, p. 843-855 1996.

GAUY, J. S.; HINO, P.; SANTOS, C. B. Spatial distribution of leprosy cases in Ribeirao Preto, Brazil, 2004. **Rev Latinoam Enferm**, v. 15, n. 3, p. 460-465, May-Jun 2007.

GETIS, A.; ORD, J. K. The analysis of spatial association by use of distance statistics. **Geographical Analysis**, v. 24, n. 3, p. 189-206 1992.

\_\_\_\_\_. Local spatial statistics: an overview. **Spatial analysis: Modelling in a GIS environment**, v. 374, 1996.

HEUKELBACH, J.; CHICHAVA, A. O.; OLIVEIRA, A. R.; HAFNER, K.; WALTHER, F.; ALENCAR, C. H.; RAMOS JR, A. N.; FERREIRA, A. C.; ARIZA, L. Interruption and Defaulting of Multidrug Therapy against Leprosy: Population-Based Study in Brazil's Savannah Region. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 5, n. 5, p. e1031 2011.

IMBIRIBA, E. N. B.; SILVA NETO, A. L.; SOUZA, W. V.; PEDROSA, V.; CUNHA, M. G.; GARNELO, L. Desigualdade social, crescimento urbano e hanseníase em Manaus: abordagem espacial. **Rev Saude Publica**, v. 43, n. 4, p. 656-665 2009.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Ipeadata-Dados Macroeconômicos, Regionais e Sociais. <http://www.ipeadata.gov.br>. Acesso em 01/07/2011, 2011.

KALK, A.; FLEISCHER, K. The decentralization of the health system in Colombia and Brazil and its impact on leprosy control. **Lepr Rev**, v. 75, n. 1, p. 67-78, Mar 2004.

LANA, F. C. F.; AMARAL, E. P.; FRANCO, M. S.; LANZA, F. M. Estimativa da prevalência oculta da hanseníase no Vale do Jequitinhonha: Minas Gerais. **REME Rev Min Enferm**, v. 8, n. 2, p. 295-300 2004.

LAPA, T. M.; ALBUQUERQUE, M. F.; CARVALHO, M. S.; SILVEIRA JR, J. C. Análise da demanda de casos de hanseníase aos serviços de saúde através do uso de técnicas de análise espacial. **Cad Saude Publica**, v. 22, n. 12, p. 2575-2583, Dec 2006.

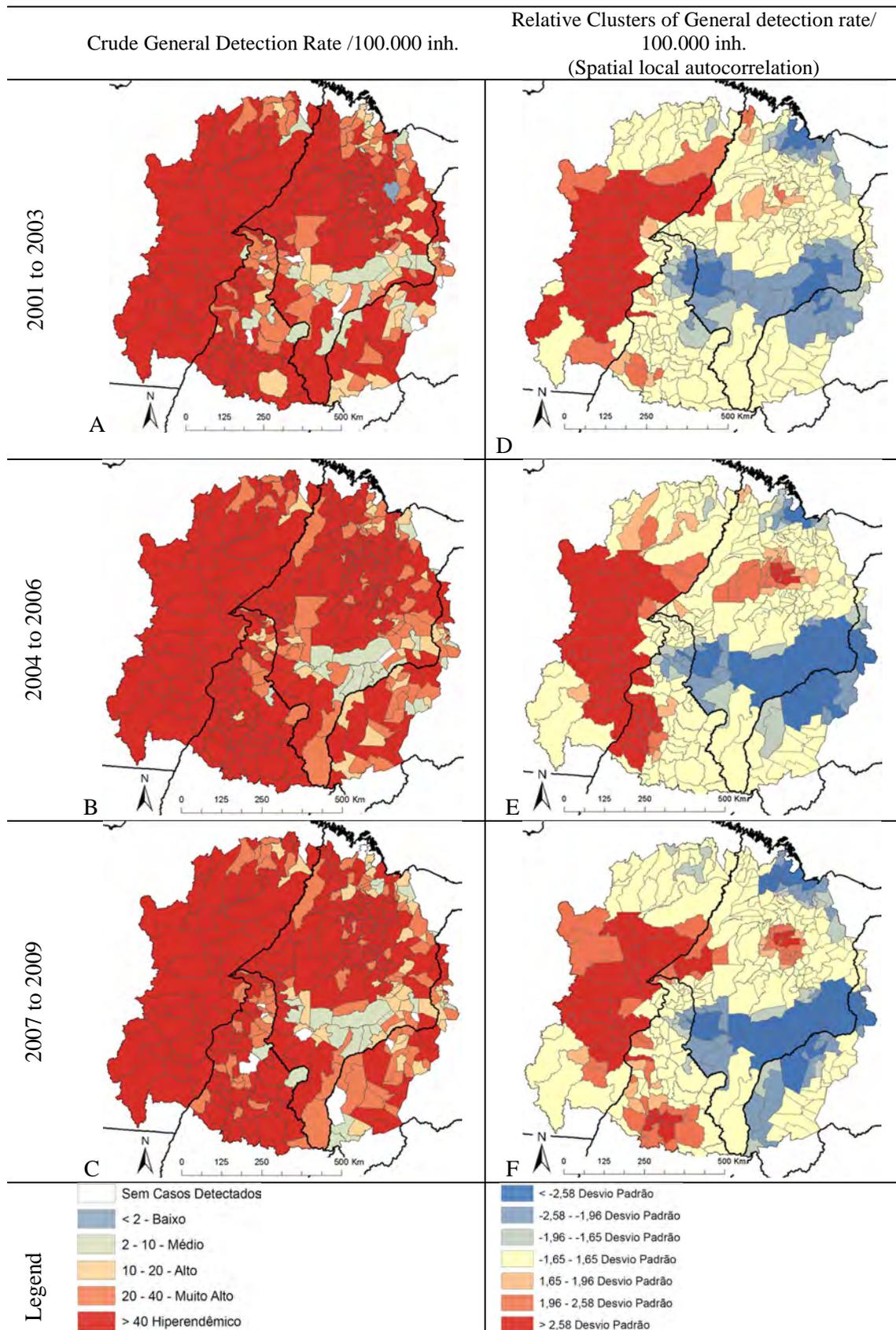
ORD, J. K.; GETIS, A. Local spatial autocorrelation statistics: distributional issues and an application. **Geographical Analysis**, v. 27, n. 4, p. 286-306 1995.

- PALÁCIOS, V. R. C. M.; DIAS, R. S.; NEVES, D. C. O. Estudo da Situação da Hanseníase no Estado do Pará. **Rev Par Med**, v. 24, n. 2, p. 49 2010.
- PENNA, M. L.; OLIVEIRA, M. L.; PENNA, G. Spatial distribution of leprosy in the Amazon region of Brazil. **Emerg Infect Dis**, v. 15, n. 4, p. 650-652 2009.
- QUEIROZ, J. W.; DIAS, G. H.; NOBRE, M. L.; DE SOUSA DIAS, M. C.; ARAÚJO, S. F.; BARBOSA, J. D.; DA TRINDADE-NETO, P. B.; BLACKWELL, J. M.; JERONIMO, S. Geographic Information Systems and Applied Spatial Statistics Are Efficient Tools to Study Hansen's Disease (Leprosy) and to Determine Areas of Greater Risk of Disease. **Am J Trop Med Hyg**, v. 82, n. 2, p. 306 2010.
- RODRIGUES, L. C.; LOCKWOOD, D. N. J. Leprosy now: epidemiology, progress, challenges, and research gaps. **Lancet Infect Dis**, v. 11, n. 6, p. 464-470 2011.
- SANTOS, S. M.; BARCELOS, C. **Abordagens Espaciais na Saúde Pública**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 136 ISBN 85-334-1181-2.
- SANTOS, S. M.; SOUZA, W. V. **Introdução à Estatística Espacial para a Saúde Pública**. Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 120 ISBN 978-85-334-1427-3.
- SILVA, L. J. O conceito de espaço na epidemiologia das doenças infecciosas. **Cad Saude Publica**, v. 13, n. 4, p. 585-593 1997.
- VAN VEEN, N. H.; MEIMA, A.; RICHARDUS, J. H. The relationship between detection delay and impairment in leprosy control: a comparison of patient cohorts from Bangladesh and Ethiopia. **Lepr Rev**, v. 77, n. 4, p. 356-65, Dec 2006.
- WHO. World Health Organization. Enhanced Global Strategy for Further Reducing the Disease Burden due to Leprosy (Plan Period: 2011–2015). p. 28 2009.
- \_\_\_\_\_. World Health Organization. Global leprosy situation, 2009. **Wkly. Epidemiol Rec.**, v. 85, n. 35, p. 337-348 2010.

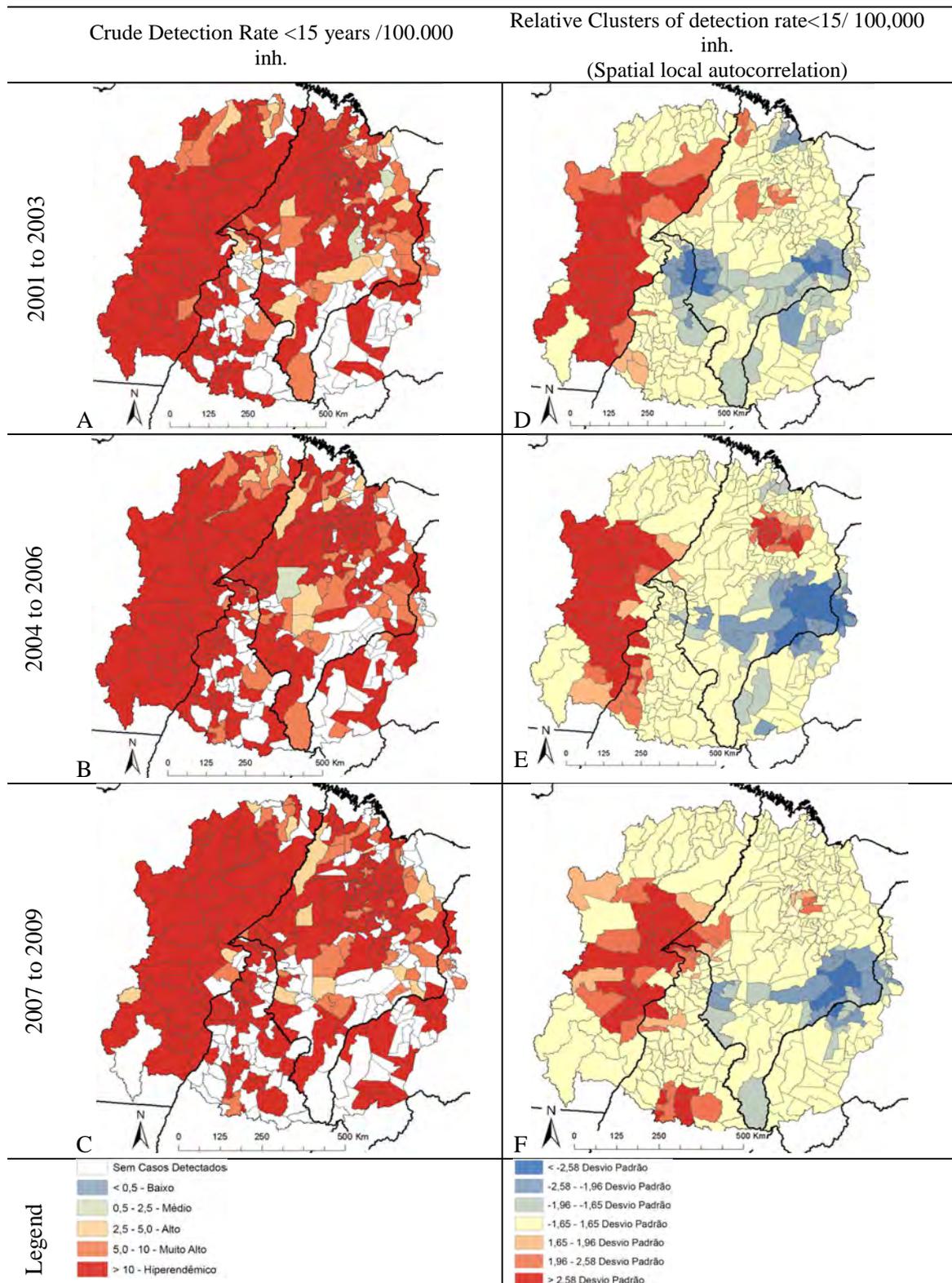
## Figures



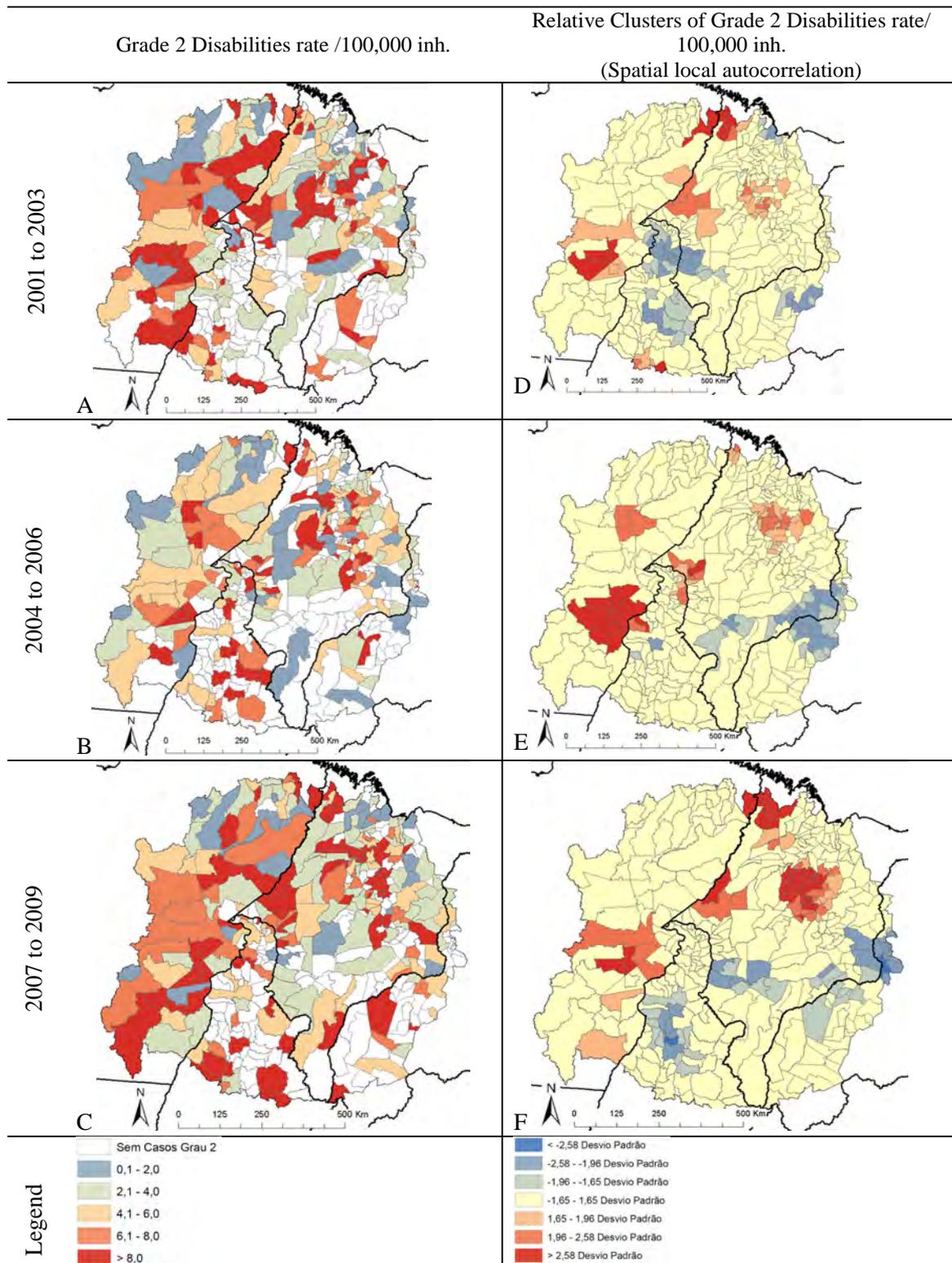
**Figure 1:** Study area - cluster of high transmission risk situated in the states Maranhão, Pará, Tocantins and Piauí in north and northeast Brazilian regions.



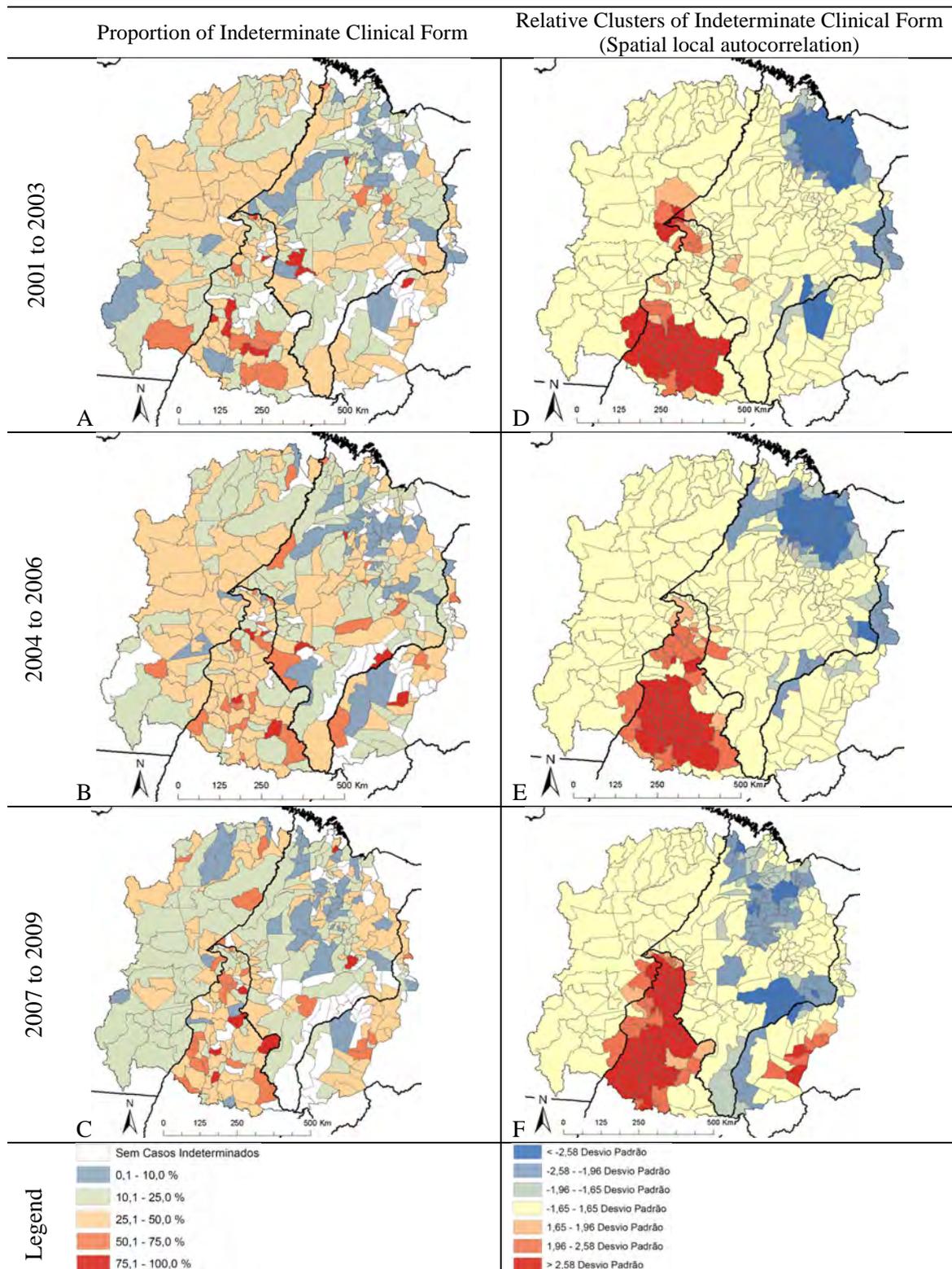
**Figure 2** – Descriptive and Local Spatial autocorrelation  $G_i^*$  maps in a high endemic leprosy area: detection rate /100,000 inh. (A;D 2001 to 2003); (B;E 2004 to 2006); (C;F 2007 to 2009).



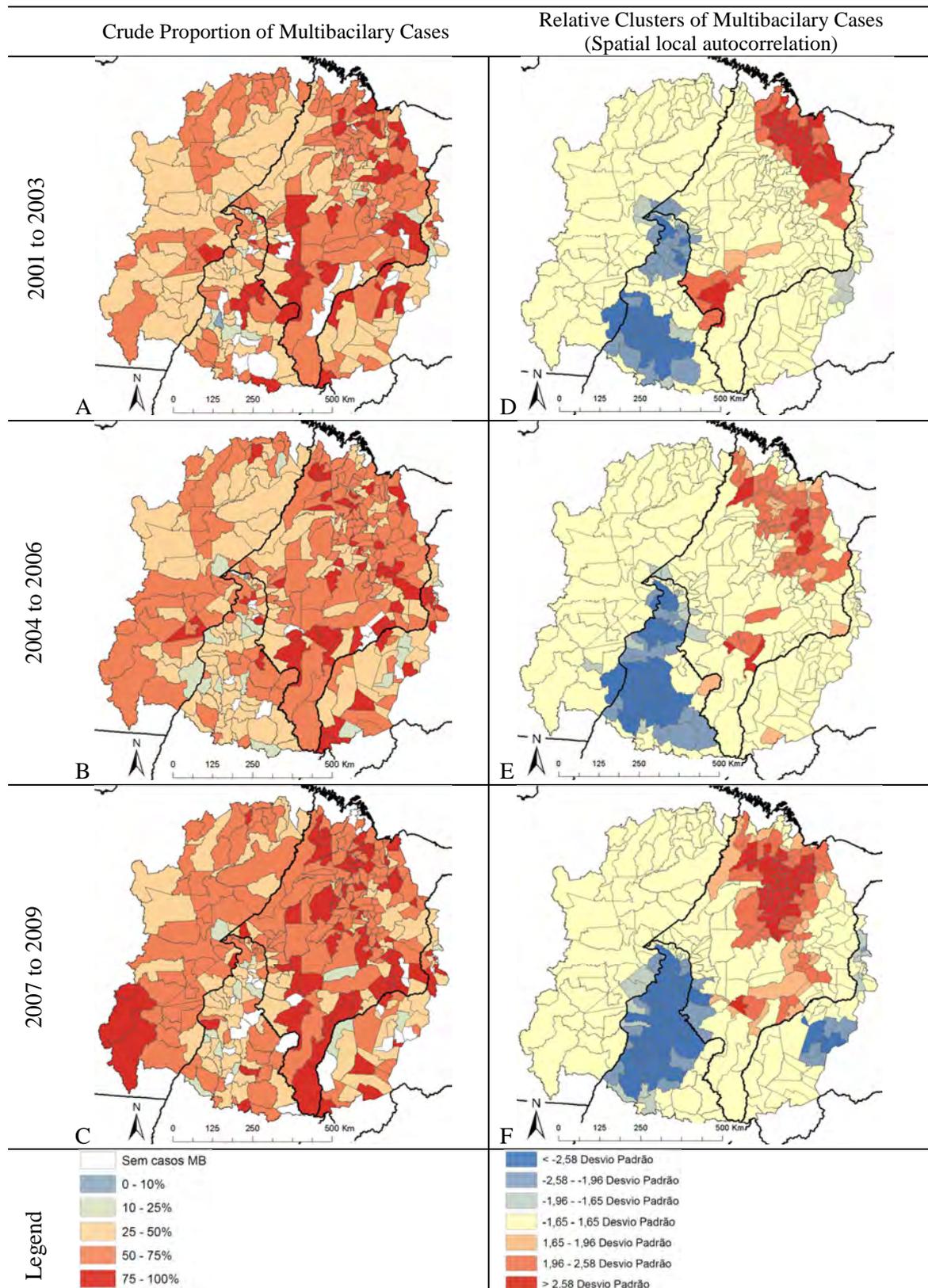
**Figure 3** – Descriptive and Spatial Local autocorrelation  $G_i^*$  maps in a high endemic leprosy area: detection rate <15 /100,000 inh. (A;D 2001 to 2003); (B;E 2004 to 2006); (C;F 2007 to 2009).



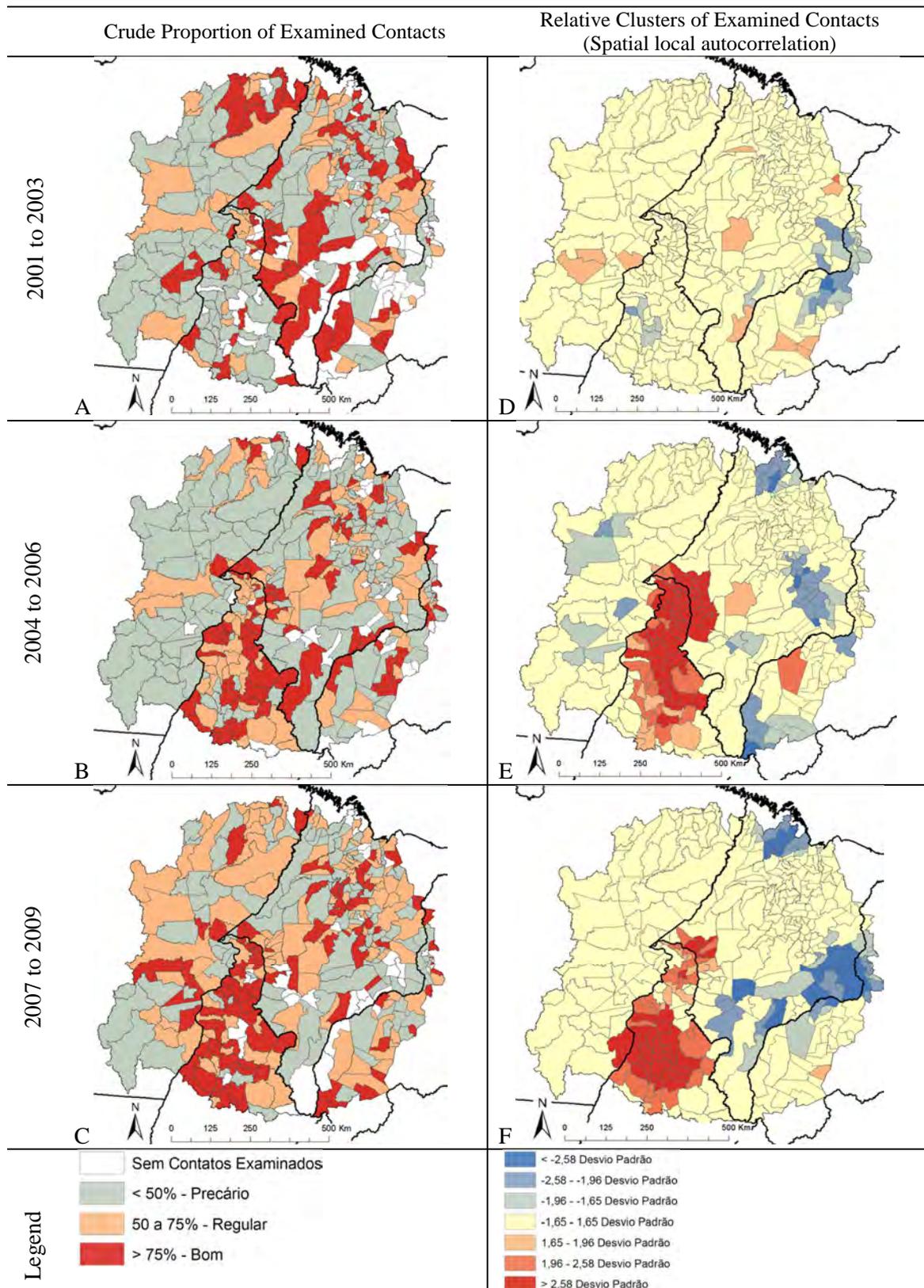
**Figure 4** – Descriptive and Spatial Local autocorrelation  $G_i^*$  maps in a high endemic leprosy area: grade 2 disabilities/100,000 inh. (A;D 2001 to 2003); (B;E 2004 to 2006); (C;F 2007 to 2009).



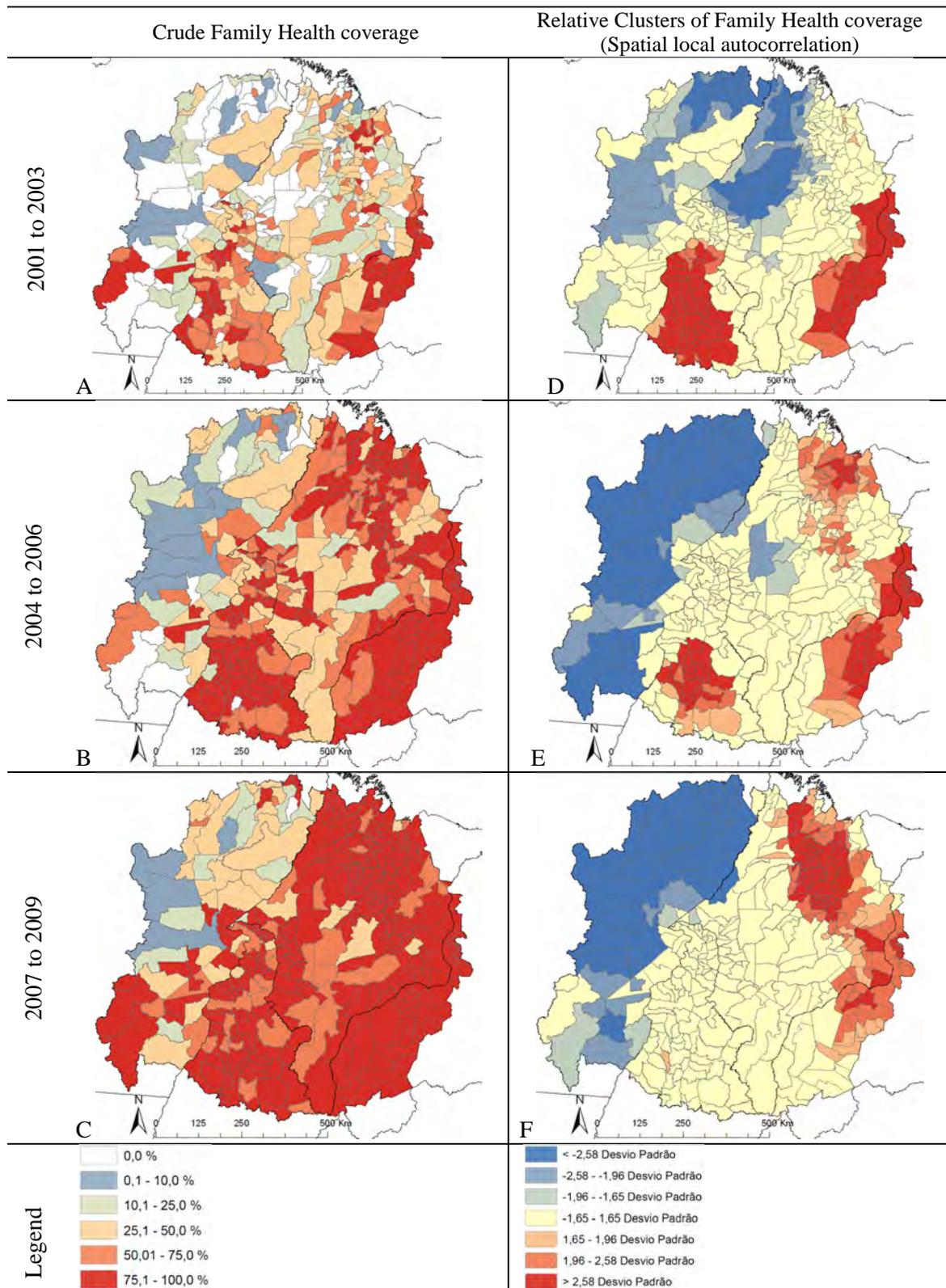
**Figure 5** – Descriptive and Spatial Local autocorrelation  $G_i^*$  maps in a high endemic leprosy area: proportion of indeterminate clinical form. (A;D 2001 to 2003); (B;E 2004 to 2006); (C;F 2007 to 2009).



**Figure 6** – Descriptive and Spatial Local autocorrelation  $G_i^*$  maps in a high endemic leprosy area: proportion of multibacillary cases. (A;D 2001 to 2003); (B;E 2004 to 2006); (C;F 2007 to 2009).



**Figure 30** – Descriptive and Spatial Local autocorrelation  $G_i^*$  maps in a high endemic leprosy area: Proportion of Examined Contacts. (A;D 2001 to 2003); (B;E 2004 to 2006); (C;F 2007 to 2009).



**Figure 7** – Descriptive and Spatial Local autocorrelation  $G_i^*$  maps in a high endemic leprosy area: Family Health coverage. (A;D 2001 to 2003); (B;E 2004 to 2006); (C;F 2007 to 2009).