



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

AMÉRICO JOSÉ MARQUES

**ÍNDICE DE RISCO PARA INFECÇÃO À LEISHMANIOSE
TEGUMENTAR AMERICANA (LTA) EM ÁREAS URBANAS**

Londrina
2018

AMÉRICO JOSÉ MARQUES

**ÍNDICE DE RISCO PARA INFECÇÃO À LEISHMANIOSE
TEGUMENTAR AMERICANA (LTA) EM ÁREAS URBANAS**

Tese apresentada ao curso de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Doutor em Geografia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Mirian Vizintim F. Barros.

Londrina
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Marques, Américo José.

Índice de Risco para Infecção à Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA) em Áreas Urbanas / Américo José Marques. - Londrina, 2018.
185 f. : il.

Orientador: Mirian Vizintim Fernandes Barros.

Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2018.

Inclui bibliografia.

1. Geografia da Saúde - Tese. 2. Análise Espacial - Tese. 3. Índice de Risco - Tese. 4. Modelagem Matemática - Tese. I. Barros, Mirian Vizintim Fernandes. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Geografia. III. Título.

AMÉRICO JOSÉ MARQUES

**ÍNDICE DE RISCO PARA INFECÇÃO À LEISHMANIOSE
TEGUMENTAR AMERICANA (LTA) EM ÁREAS URBANAS**

Tese apresentada ao curso de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual de Londrina, como requisito à obtenção do título de Doutor em Geografia

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Mirian Vizintim F. Barros
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Samuel do Carmo Lima
Universidade Federal de Uberlândia – UFU

Profa. Dra. Jeani Delgado Paschoal Moura
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Eloiza Cristiane Torres
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Airton Marco Polidório
Universidade Estadual de Maringá – UEM

Londrina, 30 de janeiro de 2018.

À minha família

Que jamais deixou de me incentivar e nunca poupou esforços para que este trabalho fosse concretizado.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças à colaboração direta de muitas pessoas. Manifesto minha gratidão a todas elas e de forma particular:

- ✓ à Prof^ª. Dr^ª. Mirian Vizintim Fernandes Barros pela orientação, apoio e paciência;
- ✓ aos professores do Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Maringá, em especial: à Maria Eugênia, ao Valdeir, à Deise, à Adélia, à Cintia, ao Leandro, ao Eduardo, ao Otávio e ao Oséias que, de uma forma ou outra, contribuíram para a elaboração deste trabalho;
- ✓ ao professor Airton Marco Polidório do Departamento de Informática da Universidade Estadual de Maringá;
- ✓ aos professores João Batista da Silva e Sergio Luiz Thomaz do Museu da Bacia do Paraná / UEM;
- ✓ ao professor Nelson Gasparetto do Departamento de Geografia da UEM, que cumpriu as normas do PGE/UEM (como devem ser sempre cumpridas);
- ✓ ao Sr. Anderson, por ter sido sempre prestativo no atendimento da secretaria da pós-graduação;
- ✓ ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual de Londrina; e
- ✓ à Fundação Araucária.

MARQUES, Américo José. **Índice de Risco para Infecção à Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA) em Áreas Urbanas**. 2018. 186 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2018.

RESUMO

A Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA) constitui um grave problema de saúde pública no Brasil e é notificada em todos os estados brasileiros. Essa doença apresenta diversidade de agentes, hospedeiros, reservatórios, situação epidemiológica e vetores e ocorre em diferentes ecossistemas, resultando em distintos e complexos padrões de transmissão que dificultam seu controle. O objetivo principal deste trabalho é identificar as condições geográficas que constituem, potencialmente, fatores de risco associados aos casos autóctones de LTA. Dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan) do Ministério da Saúde mostram as ocorrências autóctones nos municípios brasileiros e foi constatado que surgiram 181.767 novos casos autóctones da LTA, com maior concentração nos estados do Norte e Nordeste e, à medida que se distancia dessas regiões em direção às demais, o número de casos diminui. O limiar entre o maior e menor número de ocorrências ocorre na transição do clima tropical para o subtropical, onde o Trópico de Capricórnio corta a região Sul do Brasil, mais especificamente no estado do Paraná. Verificou-se que na região sul do Brasil foram registradas 3.287 novas ocorrências, das quais 2.927 foram notificadas somente no Paraná, que corresponde a 89% das ocorrências da região Sul do Brasil. Ainda, desses 2.927 casos 1.896 foram registradas nas áreas urbanas, ou seja, mais de 57%. Esse número de origem paranaense fez com que a região Sul, proporcionalmente, superasse às demais regiões do Brasil em relação às ocorrências da LTA em ambientes urbanos. Nesta tese se optou por estudar as ocorrências autóctones da doença nas áreas urbanas paranaenses. A seleção das sete cidades, entre as 399 possíveis, foi feita com base no número de ocorrências autóctones. Levou-se em consideração as cidades com maior número de casos. As cidades selecionadas foram, em ordem decrescente de casos: Cianorte (156), Bandeirantes (108), Londrina (90), Terra Boa (62), Umuarama (59), Foz do Iguaçu (52) e Maringá (44), totalizando 571 ocorrências, o que representa 35% de todos os casos autóctones nas áreas urbanas das cidades do Paraná. Para elaborar um modelo que explique o comportamento da distribuição espacial da doença, cada caso foi mapeado e georreferenciado e computados valores distâncias radiais entre o caso e o provável local de origem da infecção. A superfície de risco foi modelada pelo Método dos Mínimos Quadrados e a validação dos modelos gerados foi feita pelo Coeficiente de Correlação de Pearson para garantir a aplicação do Fator de Risco. A utilização de modelos matemáticos para se definir o Fator de Risco permitiu relacionar os casos da doença com as regiões de matas e o resultado alcançado permite reproduzir um cenário bem próximo da realidade, mesmo sem considerar outras variáveis relacionadas com o processo de transmissão da LTA. Posteriormente, foi realizado o cálculo do Índice de Risco para Infecção à LTA pelo cruzamento dos valores dos Fatores de Risco obtidos e da população residente nos setores censitários. A partir da análise dos mapas de risco gerados, verificou-se um comportamento padrão para as cidades pesquisadas. Com algumas exceções referentes à localização das áreas de maior risco nas cidades de Bandeirantes, que apresentou uma área com Muito Alto risco próximo a região central, e Foz do Iguaçu, que também apresentou igual classe de risco próximo ao centro, as áreas periféricas foram as que tiveram os cenários mais preocupantes.

Palavras-Chave: Geografia da Saúde. Análise Espacial. Índice de Risco. Modelagem Matemática.

MARQUES, Américo José. **Risk Index for Infection to American Cutaneous Leishmaniasis (ACL) in Urban Areas**. 2018. 186 p. Thesis (Doctorate in Geography) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2018.

ABSTRACT

American Cutaneous Leishmaniasis (ACL) is a serious public health problem in Brazil and it is diagnosed in all Brazilian states. This disease presents a diversity of agents, types of hosts and reservoirs, epidemiological situation and vectors occurring in different ecosystems, resulting in different and complex transmission patterns that hinder its control. The main objective of this work is to identify the geographic conditions that are potentially risk factors associated with the autochthonous cases of ACL. Data from the Notification Aggravation Information System (Sinan) of the Ministry of Health show the autochthonous occurrences in the Brazilian municipalities and it was verified that 181,767 new autochthonous cases of LTA arose, with a higher concentration in the North and Northeast states and, as distance from these regions towards the others, the number of cases decreases. The boundary between the largest and smallest number of cases occurs in the transition from the tropical to the subtropical climate, where the Tropic of Capricorn crosses the southern region of Brazil, more specifically in the state of Paraná. There were 3,287 new occurrences in southern Brazil, of which 2,927 were reported only in Paraná, which corresponds to 89% of occurrences in the southern region of Brazil. Still, of these 2,927 cases, 1,896 were registered in urban areas (57% of all cases). This number, only in Paraná, makes the southern region, proportionally, to exceed the other regions of Brazil in relation to the numbers of occurrences of LTA in urban environments. In this thesis we opted to study the autochthonous occurrences of the disease in urban areas of Paraná. The selection of the seven cities, among the 399 possible, was based on the number of autochthonous occurrences. The cities with the highest number of cases were selected, which are: Cianorte (156), Bandeirantes (108), Londrina (90), Terra Boa (62), Umuarama (59), Foz do Iguaçu (52) and Maringá totaling 571 occurrences, representing 35% of all autochthonous cases in the urban areas among cities of Paraná. In order to elaborate a model that explains the behavior of the spatial distribution of the disease, each case was mapped and georeferenced and the values of radial distance between each disease case and the probable location of origin of the infection were computed. The risk surfaces were modeled by the Least Squares Method and the validation of each model was done by the Pearson Correlation Factor to ensure the application of the Risk Factor. The use of mathematical models to define the Risk Factor allowed connecting the cases of the disease to the forest regions and the result achieved allows reproducing a scenario closer the reality, even without considering other variables related to the LTA transmission process. Subsequently, the computation of the Risk Index for LTA Infection was performed by crossing the Risk Factors obtained and the resident population in the respective census zone. From the analysis of the generated risk maps, a standard behavior was verified for the cities surveyed. With some exceptions referring to the location of the areas of greatest risk in the cities of Bandeirantes, which presented an area with Very High risk near the central region, and Foz do Iguaçu, which also presented the same risk class near the center, the peripheral areas were the which had the most worrying scenarios.

Keywords: Health Geography. Spatial Analysis. Risk Index. Mathematical Modeling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Cadeia do processo Infeccioso	37
Figura 2	Ciclo epidemiológico da Leishmaniose	41
Figura 3	Principais espécies envolvidas na transmissão da LTA no Brasil	42
Figura 4	Taxonomia das Leishmanioses.....	44
Figura 5	Distribuição das principais espécies de Leishmania responsáveis pela infecção da LTA no Brasil	45
Figura 6	Países com casos notificados de LTA entre 2005 e 2013	47
Figura 7	Países com maior número de casos notificados de LTA entre 2005 e 2013.....	47
Figura 8	Número de casos autóctones notificados no Brasil entre 2006 e 2015	51
Figura 9	Tipos climáticos no Brasil e a distribuição dos casos autóctones urbanos de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.....	53
Figura 10	Altimetria e a distribuição dos casos autóctones urbanos de LTA na região Sul do Brasil.....	58
Figura 11	Clima e a distribuição dos casos autóctones urbanos de LTA na região Sul do Brasil.....	60
Figura 12	Vegetação e a distribuição dos casos autóctones urbanos de LTA na região Sul do Brasil.....	63
Figura 13	Tipologia do arranjo dos padrões pontuais	74
Figura 14	Mapa de Londres com casos de cólera (pontos) e poços de água (cruzes)	76
Figura 15	Localização das áreas urbanas das cidades pesquisadas	82
Figura 16	Frentes de ocupação do estado do Paraná	84
Figura 17	As três fases marcadas pelos avanços da cultura cafeeira no Norte do Paraná.....	85
Figura 18	Evolução do desmatamento no estado do Paraná entre 1890 e 1980.....	87
Figura 19	Área de abrangências da Floresta Estacional Semidecidual original no estado do Paraná e os remanescentes florestais atuais	88
Figura 20	Ciclo de transmissão da Leishmania (Viannia) braziliensis entre Lutzomyia wellcomei e roedores	92
Figura 21	Imagem disponibilizada pelo Google Earth (A) e o mapeamento das áreas de mata na cidade de Cianorte (B) no aplicativo QGIS.....	95

Figura 22	Grade de distância gerada a partir da borda das matas em Umuarama, juntamente com a ocorrência de casos da doença na área abarcada	95
Figura 23	Exemplos de dispersão de dados experimentais para análise de tendência de curva.....	97
Figura 24	Algoritmo desenvolvido no ambiente do módulo LEGAL do Spring para a geração do mapa do risco de infecção à LTA para a cidade de Cianorte-PR.....	100
Figura 25	Distribuição Espacial dos casos de LTA, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Bandeirantes.....	105
Figura 26	Distribuição Espacial dos casos de LTA, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Cianorte.....	106
Figura 27	Distribuição Espacial dos casos de LTA, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Maringá.....	107
Figura 28	Distribuição Espacial dos casos de LTA, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Foz do Iguaçu.....	108
Figura 29	Distribuição Espacial dos casos de LTA, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Londrina.....	109
Figura 30	Distribuição Espacial dos casos de LTA, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Terra Boa.....	110
Figura 31	Distribuição Espacial dos casos de LTA, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Umuarama.....	111
Figura 32	Variação do Fator de Risco de Infecção à LTA em relação às distâncias das bordas das matas referente aos casos notificados da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.....	121
Figura 33	Modelo de ajuste exponencial até a distância de 500 metros e modelo de ajuste linear além dos 500 metros, considerando-se o Fator de Risco obtido referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.....	122
Figura 34	Erros obtidos para os modelos Exponencial e Linear, referente aos casos notificados de LTA nas cidades pesquisadas, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.....	124

Figura 35	Fator de Risco observado em função dos valores de distância mensurados referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, para cada cidade considerada.....	127
Figura 36	Fator de Risco observado e o seu respectivo ajuste referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 para a cidade de Bandeirantes.....	129
Figura 37	Fator de Risco observado e o seu respectivo ajuste referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 para a cidade de Cianorte.....	129
Figura 38	Fator de Risco observado e o seu respectivo ajuste referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 para a cidade de Foz do Iguaçu.....	130
Figura 39	Fator de Risco observado e o seu respectivo ajuste referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 para a cidade de Londrina.....	130
Figura 40	Fator de Risco observado e o seu respectivo ajuste referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 para a cidade de Maringá.....	131
Figura 41	- Fator de Risco observado e o seu respectivo ajuste referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 para a cidade de Umuarama.....	131
Figura 42	Fator de Risco observado e o seu respectivo ajuste referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 para a cidade de Terra Boa	132
Figura 43	Representação de uma área entre as duas reservas florestais em Umuarama com o transecto a partir do qual foi gerado o perfil da variação do Risco	136
Figura 44	Representação espacial do Fator de Risco de Infecção à LTA, referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Bandeirantes.....	138
Figura 45	Representação espacial do Fator de Risco de Infecção à LTA, referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Cianorte.....	139

Figura 46	Representação espacial do Fator de Risco de Infecção à LTA, referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Maringá.....	140
Figura 47	Representação espacial do Fator de Risco de Infecção à LTA, referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Foz do Iguaçu.....	141
Figura 48	Representação espacial do Fator de Risco de Infecção à LTA, referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Londrina.....	142
Figura 49	Representação espacial do Fator de Risco de Infecção à LTA, referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Terra Boa	143
Figura 50	Representação espacial do Fator de Risco de Infecção à LTA, referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Umuarama.....	144
Figura 51	Distribuição populacional, por setores censitários, na cidade Bandeirantes – PR.....	149
Figura 52	Distribuição populacional, por setores censitários, na cidade Cianorte – PR.....	150
Figura 53	Distribuição populacional, por setores censitários, na cidade Maringá – PR.....	151
Figura 54	Distribuição populacional, por setores censitários, na cidade Foz do Iguaçu – PR.....	152
Figura 55	- Distribuição populacional, por setores censitários, na cidade de Londrina – PR.....	153
Figura 56	Distribuição populacional, por setores censitários, na cidade de Terra Boa – PR.....	154
Figura 57	Distribuição populacional, por setores censitários, na cidade de Umuarama – PR.....	155
Figura 58	Mapeamento do Índice de Risco para Infecção à LTA em Bandeirantes, considerando o Fator de Risco das ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 e a população do censo de 2010.....	158

Figura 59	Mapeamento do Índice de Risco para Infecção à LTA em Cianorte, considerando o Fator de Risco das ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 e a população do censo de 2010.....	159
Figura 60	Mapeamento do Índice de Risco para Infecção à LTA em Maringá, considerando o Fator de Risco das ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 e a população do censo de 2010.....	160
Figura 61	Mapeamento do Índice de Risco para Infecção à LTA em Foz do Iguaçu, considerando o Fator de Risco das ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 e a população do censo de 2010.....	161
Figura 62	Mapeamento do Índice de Risco para Infecção à LTA em Londrina, considerando o Fator de Risco das ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 e a população do censo de 2010.....	162
Figura 63	Mapeamento do Índice de Risco para Infecção à LTA em Terra Boa, considerando o Fator de Risco das ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 e a população do censo de 2010.....	163
Figura 64	Mapeamento do Índice de Risco para Infecção à LTA em Umuarama, considerando o Fator de Risco das ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 e a população do censo de 2010.....	164
Figura 65	Área relativa de abrangência de cada classe de Risco para as cidades pesquisadas referente às ocorrências da LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 e a população do censo de 2010.....	167
Figura 66	Risco para Infecção à LTA na cidade de Bandeirantes considerando as ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.....	170
Figura 67	Risco para Infecção à LTA na cidade de Cianorte considerando as ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.....	172

Figura 68	Risco para Infecção á LTA na cidade de Maringá considerando as ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015	174
Figura 69	Risco para Infecção á LTA na cidade de Foz do Iguaçu considerando as ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015	176
Figura 70	Risco para Infecção á LTA na cidade de Londrina considerando as ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015	179
Figura 71	Risco para Infecção á LTA na cidade de Terra boa considerando as ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015	181
Figura 72	Risco para Infecção á LTA na cidade de Umuarama considerando as ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015	183

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Ocorrências de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 nas cidades paranaenses.....	103
Tabela 2	Distâncias, em metros, da residência ao local provável de infecção nas áreas urbanas dos municípios estudados, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.....	114
Tabela 3	Número de casos observados, por classes de distância, em cada cidade pesquisada, a frequência em cada classe, a frequência acumulada e a frequência acumulada relativa, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.....	116
Tabela 4	Frequência acumulada e o Fator de Risco de Infecção à LTA obtido para cada faixa de distância referente aos casos notificados da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.....	121
Tabela 5	Fator de Risco de Infecção à LTA Observado e Estimado para os modelos exponencial e linear referente aos casos notificados da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.....	122
Tabela 6	Erros obtidos para os modelos exponencial e linear referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.....	123
Tabela 7	Fator de Risco mensurado, para cada faixa de distância, nas cidades consideradas, referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.....	126
Tabela 8	Funções de ajuste para os modelos exponencial e linear aplicados em cada cidade considerada, referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.....	126
Tabela 9	Fator de Risco de Infecção à LTA, Observado e Estimado, para os modelos exponencial e linear em cada cidade pesquisada referente aos casos notificados no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.....	128
Tabela 10	Fator de correlação de Pearson para os modelos exponencial e linear em cada cidade considerada referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.....	132

Tabela 11	Erros mensurados para as cidades pesquisadas nos modelos exponencial e linear referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015	134
Tabela 12	Intervalo entre os valores de Risco obtidos.....	146
Tabela 13	Variação dos valores do IR das cidades pesquisadas.....	156
Tabela 14	Intervalos dos valores do IR e as Classes de Risco estipuladas para cada cidade pesquisada referente aos casos de LTA registrados no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015	166

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
CAPÍTULO 1 – GEOGRAFIA DA SAÚDE E ANÁLISE GEOGRÁFICA DOS FATORES INTERVENIENTES NA OCORRÊNCIA DA LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA	23
1.1 GEOGRAFIA E SAÚDE: ASPECTOS HISTÓRICOS E CONCEITUAIS	23
1.2 DOENÇAS INFECCIOSAS: O CASO DA LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA	36
1.2.1 Distribuição Geográfica Mundial e Fatores de Risco associados à LTA.....	46
1.2.2 Distribuição Geográfica dos casos de LTA no Brasil e os condicionantes ambientais para a manutenção dos Flebotomíneos	50
1.2.3 Distribuição Espacial dos Casos Autóctones Urbanos da LTA na Região Sul do Brasil e suas Características Biogeográficas	56
CAPÍTULO II – INDICADORES NA AVALIAÇÃO DO RISCO A PARTIR DE MODELOS DE ANÁLISE ESPACIAL NA GEOGRAFIA DA SAÚDE	67
2.1 O QUE É RISCO?: PROPOSTA DE UM ÍNDICE PARA LTA.....	67
2.2 ANÁLISE ESPACIAL E MODELAGEM NOS ESTUDOS VOLTADOS À GEOGRAFIA DA SAÚDE.....	72
CAPÍTULO III – CAMINHOS PERCORRIDOS NA PESQUISA CIENTÍFICA	80
3.1 O QUE TRABALHAR?	80
3.2 ONDE TRABALHAR?	80
3.3 FATORES DETERMINANTES DA DOENÇA: ASPECTOS HISTÓRICOS DO DESMATAMENTO E A URBANIZAÇÃO DA LTA NO PARANÁ.....	82
3.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	93
CAPÍTULO IV – ANÁLISE DE RISCO DE INFECÇÃO À LTA EM AMBIENTES URBANOS NO PARANÁ	102
4.1 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS CASOS AUTÓCTONES DA LTA NO PARANÁ.....	102

4.2	ANÁLISE GERAL DO RISCO E AVALIAÇÃO DOS MODELOS MATEMÁTICOS	118
4.3	ANÁLISE DO RISCO DE INFECÇÃO À LTA PARA CADA CIDADE E AVALIAÇÃO DOS MODELOS APLICADOS.....	124
4.4	MAPEAMENTO DO RISCO DE INFECÇÃO À LTA NAS CIDADES PESQUISADAS	136
 CAPÍTULO V – ÍNDICE DE RISCO PARA INFECÇÃO À LTA PARA DETERMINAÇÃO DE ÁREAS PRIORITÁRIAS VISANDO AÇÕES MITIGADORAS DO CONTÁGIO À DOENÇA.....		
		147
5.1	POPULAÇÃO URBANA E A SUA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL.....	147
5.2	ÍNDICE DE RISCO PARA INFECÇÃO À LTA (<i>IR</i>)	156
5.3	ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA AÇÕES PREVENTIVAS NA TRANSMISSÃO DA LTA	165
 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....		
		185
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		
		189

INTRODUÇÃO

A Geografia da Saúde busca analisar padrões de infecções e mortalidades de acordo com a distribuição da doença no espaço geográfico por meio da análise espacial da distribuição dos casos de enfermidades ou do vetores disseminadores, ela considera as influências biogeográficas e antrópicas, demonstrando a importância do meio geográfico no aparecimento e distribuição de doenças, visando fornecer bases seguras que permitem elaborar programas de saúde pública no que tange aos aspectos preventivo das doenças. Quando aliada ao uso de tecnologias do geoprocessamento, por exemplo, os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), tem oferecido importantes subsídios para a área da saúde, identificando fatores e condicionantes na ocorrência de uma doença. Ao considerar os fundamentos da Geografia da Saúde, o presente trabalho avalia o comportamento da distribuição espacial dos casos de Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA) em áreas urbanas de municípios do estado do Paraná.

A LTA é uma doença causada por protozoários do gênero *Leishmania*, transmitida ao homem pela picada de insetos conhecidos como flebotomíneos. No Brasil existem atualmente seis espécies de *Leishmania* responsáveis pela doença humana. Trata-se de uma doença que acompanha o homem desde tempos remotos e que tem apresentado, nos últimos 20 anos, um aumento do número de casos e ampliação de sua ocorrência geográfica, sob diferentes perfis epidemiológicos.

A princípio, o padrão de transmissão da leishmaniose tegumentar americana tinha vínculo com o ciclo silvestre do parasita em focos naturais que se mantinham em áreas florestais preservadas. As ações antrópicas no ambiente e a crescente urbanização têm expandido as áreas endêmicas e o aparecimento de focos da LTA também em zonas urbanas. Nestas áreas, a doença tem ocorrido em espaços com preservação de pequenos fragmentos de cobertura florestal em diferentes formas, sejam em matas ciliares e fragmentos florestais urbanos e periurbanos.

Em muitos casos, a urbanização ocorreu rapidamente, sem planejamento adequado, e as cidades estavam despreparadas para se tornar o espaço de moradia da maior parte da sociedade brasileira. A população urbana que representava 32,2% da população total do país em 1940 atingiu 84% em 2010 (IBGE, 2010).

A aglomeração de pessoas, principalmente em locais inadequados para a moradia, gera sérios problemas com agravamento de riscos à coletividade, particularmente na saúde, com a possibilidade de epidemias. A pobreza e a miséria atingem grande parte da população brasileira e, com isso, doenças simples de se prevenirem ou de se curarem ainda possuem

elevados índices de incidência e prevalência. Grande parte das doenças infecciosas ocorrem nestes cenários de ambiente precário à sobrevivência.

A LTA é uma doença infecciosa, porém não contagiosa, que provoca feridas na pele e nas mucosas. Ela é, primariamente, uma infecção zoonótica, que afeta outros animais que não o homem, o qual pode ser envolvido secundariamente. É uma zoonose em franca expansão geográfica no Brasil, sendo uma das infecções dermatológicas mais importantes, principalmente pelas dificuldades terapêuticas, deformidades e sequelas que pode acarretar. Atualmente, a LTA constitui problema de Saúde Pública, sendo diagnosticada em praticamente todos os estados brasileiros, e a importância de estudos sobre ela reside não somente na sua alta incidência e ampla distribuição geográfica, mas também na possibilidade de assumir formas que podem determinar lesões destrutivas, desfigurantes e também incapacitantes, com grande repercussão no campo psicossocial do indivíduo (GONTIJO; CARVALHO, 2003, p. 72).

Ela é uma doença que consta na Lista Nacional de Doenças e Agravos de Notificação Compulsória. A notificação é necessária porque exerce um papel muito importante no monitoramento sobre a ocorrência da doença, sua classificação epidemiológica (se é caso autóctone ou alóctone), possibilitando, por exemplo, a tomada de medidas cabíveis no caso de epidemias.

A doença apresenta diversidade de agentes, hospedeiros, reservatórios, situação epidemiológica e vetores ocorrendo em diferentes ecossistemas, resultando em distintos e complexos padrões de transmissão que dificultam seu controle (CURTI, 2009). Em 1950 houve redução dessa forma clínica da doença, mas a partir da década de 1980 o número de casos notificados vem aumentando progressivamente. A partir da espacialização dos casos autóctones da doença em todos os municípios do país, no período de 1 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 (escala temporal do presente trabalho), foi possível averiguar que a LTA se distribui por todos os estados brasileiros, porém a grande maioria dos casos se encontram no território tropical do país e que há uma ruptura na região Sul, na transição entre os climas tropical e subtropical.

A região Sul é composta pelos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Nela foram registrados no referido período 3.287 novos casos autóctones da doença, sendo que desses, 2.927 foram notificados só no Paraná, correspondendo, aproximadamente, a 89% de todas as ocorrências da região. Outro aspecto importante analisado é que da totalidade destas ocorrências na região Sul do Brasil, 1.896 foram registradas nas áreas urbanas, ou seja, mais de 57%, fato esse ocorrido somente nesta região. Nas demais, o número de casos nas

zonas rurais ou se igualaram ou superaram o número de casos urbanos. Por estas razões, na presente tese optou-se por trabalhar com áreas urbanas paranaenses.

Para a seleção das cidades, foram levantados todos os casos autóctones urbanos nas 399 cidades paranaenses no referido período, levando em consideração a quantidade dos casos autóctones da doença e seu endemismo, ou seja, aquelas que apresentaram em dez anos, pelo menos, um caso autóctone por ano. As cidades selecionadas para a realização do trabalho, considerando o número de casos e o endemismo, em ordem decrescente de casos, foram as seguintes: Cianorte (156), Bandeirantes (108), Londrina (90), Terra Boa (62), Umuarama (59), Foz do Iguaçu (52) e Maringá (44), contabilizando um total de 571 casos autóctones, o que representa 39% de todos os casos autóctones nas áreas urbanas dos municípios do Paraná.

Por questões burocráticas, foi elaborado um projeto junto ao comitê de ética da Universidade Estadual de Maringá para que fossem disponibilizados os endereços das ocorrências dos casos da doença, junto à Secretaria Estadual da Saúde do Paraná, nas sete cidades selecionadas. Com os endereços em mãos, cada caso da doença foi representado no mapa da malha urbana de cada cidade. A informação a respeito da distribuição espacial da LTA permitiu formular hipótese sobre seu recrudescimento e determinantes ambientais, manifestados em diferentes meios, na análise local, que atuam no auxílio à produção da doença. Um aspecto que chamou a atenção é que muitos casos notificados ocorreram muito próximos a áreas de matas das mais variadas formas: matas ciliares, parques e reservas.

Como na ocorrência de uma epidemia é importante identificar fatores etiológicos na gênese das enfermidades, ou seja, a investigação de suas causas e a espacialização das ocorrências de doenças infecciosas tem uma função primordial, uma vez que permite identificar e avaliar o padrão envolvido, e, com isso, elaborar hipóteses causais nos infectados. Sendo assim, algumas hipóteses foram levantadas.

A princípio correlacionou-se a distribuição espacial dos casos da doença com questões relacionadas com as condições econômicas e sociais da população tendo como base os dados do IBGE referente ao censo de 2010, levando-se em consideração os setores censitários das cidades pesquisadas. Observou-se que, como os casos registrados da doença estavam dispersos de maneira aleatória pelas áreas urbanas e não houve correlação significativa com esses dados socioeconômicos. Outra hipótese levantada foi com relação aos aspectos infra estruturais, também considerando o referido censo. Também não houve êxito. Por fim, em uma análise mais criteriosa com relação às áreas de matas nos ambientes urbanos, houve uma correlação mais significativa, mostrando que os casos da doença “acompanhavam” o padrão de distribuição das mesmas.

Destarte, a hipótese deste trabalho levou em consideração os princípios postulados por Snow no desenvolvimento de sua pesquisa relacionado à cólera em Londres em 1854, tendo como base que a suspeita da epidemia estava diretamente relacionada à ingestão da água insalubre por parte dos moradores que residiam mais próximo ao poço que continha a água contaminada. Da mesma forma para os casos autóctones urbanos de LTA, a distância toma uma conotação de preocupação com relação à infecção, pois a distância entre o local de residência e a fonte suspeita de contaminação é considerada como um parâmetro estimativo da exposição humana aos agentes de risco da referida doença.

Em outras palavras, quanto mais próximo o indivíduo estiver dos possíveis locais dos criadouros dos insetos transmissores da LTA (reservas de matas), mais vulnerável ele estará em contrair a infecção, uma vez que eles são insetos de pequeno porte e de alcance relativamente curto. Como em muitos fragmentos florestais urbanos e periurbanos, de tamanhos variados, não existe uma fauna de mamíferos suficientemente adequada para o repasto sanguíneos das fêmeas, que necessitam de uma dieta sanguínea para maturação ovariana e assim prosseguir com a oviposição e manutenção do ciclo vital da espécie, elas têm que se deslocar para as redondezas destas matas atingindo os domicílios urbanos mais próximos.

Partindo deste pressuposto, acredita-se que existe um padrão na distribuição dos casos autóctones de LTA no ambiente urbano em torno dos fragmentos de matas de forma que, quanto mais próximo a eles, maior é o número de notificações e, à medida que se distancia deles, o número de casos se torne cada vez mais escassos. Para tanto, além da malha urbana, foram mapeados também os fragmentos florestais urbanos e periurbanos (local provável da infecção) em cada cidade estudada. A partir da espacialização das ocorrências da doença, foram realizadas medidas de distância de cada caso da enfermidade até a borda de mata mais próxima da ocorrência.

A partir dessa hipótese, o objetivo deste trabalho foi avaliar o padrão de distribuição dos casos de LTA, tendo como base a distância entre o local de residência e a fonte suspeita de contaminação (fragmentos florestais intra e periurbanos) em cidades paranaenses, para se estimar o fator de risco de infecção à doença, com a finalidade determinar os diferentes graus de risco que a população tem em contrair a doença no ambiente urbano. Conforme preceitua Gonçalves (2016), a partir da época que o homem começa a se organizar em sociedade, passou-se a potencializar o risco de algum tipo de perda com a ocorrência de determinados eventos, pois, as pessoas começaram a se aglomerar ou a viver juntas e, obviamente, onde

existe maior número de pessoas, o risco de que algo que aconteceria naturalmente afete mais pessoas, aumenta.

Desta forma foi desenvolvido o Índice de Risco para Infecção à LTA (*IR*) que correlaciona o fator de risco obtido e a distribuição da população residente nos setores censitários urbanos, com o intuito de se determinar áreas que necessitam de intervenções prioritárias de ação para planejamento de programas de vigilância para o controle da LTA.

Para confirmar as hipóteses e atender ao objetivo proposto, a tese foi organizada em cinco capítulos. O Capítulo I - “Geografia da Saúde e Análise Geográfica dos Fatores Intervenientes da Ocorrência da Leishmaniose Tegumentar Americana” - apresenta uma revisão bibliográfica sobre os temas abordados neste trabalho. Inicialmente são abordadas questões relacionadas à Geografia da Saúde, evidenciando seus aspectos históricos e conceituais, bem como os modelos explicativos no processo Saúde-Doença e a Geografia da Saúde. Na sequência são apresentados os aspectos relacionados às doenças infecciosas, mostrando sua cadeia do processo infeccioso, os fatores etiológicos da Leishmaniose Tegumentar Americana, doença selecionada no presente estudo, e a distribuição geográfica da doença.

O Capítulo II – “Indicadores na Avaliação do Risco a partir de Modelos de Análise Espacial da Geografia da Saúde” – discute sobre aspectos relacionados ao risco e a importância de se avaliar os locais de maior risco a partir de indicadores que procuram apreender a realidade em uma única medida resultante da combinação de duas ou mais variáveis quantificáveis. A seguir são discutidos aspectos ligados à análise espacial e a sua aplicação em estudos voltados à Geografia da Saúde.

O Capítulo III – “Caminhos Percorridos na Pesquisa Científica” – apresenta a caracterização da área de estudo em relação às suas peculiaridades climáticas e a sua cobertura vegetal, enfatizando, durante a colonização efetuada, questões relacionadas ao desmatamento e à urbanização da LTA no Paraná. Ainda neste capítulo são descritos os procedimentos metodológicos adotados na realização da tese.

No Capítulo IV – “Análise de Risco de Infecção à LTA em Ambientes Urbanos no Paraná” – foi realizado, a princípio, o mapeamento da distribuição espacial da LTA a partir das planilhas com o endereço dos locais de ocorrência da doença nos ambientes urbanos pesquisados. Após foram apresentados os valores das distâncias mensurados dos locais de ocorrência ao local provável de infecção para sete cidades pesquisadas. Em seguida, esses valores foram analisados na sua totalidade, desprezando a cidade de ocorrência, com o intuito de obter o fator de risco geral a partir dos modelos matemáticos que melhor se ajustaram às

distâncias medidas. Tais modelos permitem definir o fator de risco para cada cidade e é utilizado, posteriormente, na definição do risco.

No Capítulo V – “Índice de Risco para Infecção à LTA para Determinação de Áreas Prioritárias Visando Ações Mitigadoras do Contágio À Doença” – os valores do fator de risco obtidos em cada cidade, a partir da modelagem efetuada no Capítulo IV, foram cruzados com a distribuição espacial da população, por setores censitários, com a finalidade de mensurar os diferentes graus de risco para infecção à LTA nos ambientes urbanos pesquisados.

Os mapas de risco gerados, com a delimitação das áreas mais propensas para infecção da LTA, possibilitam ao poder público definir estratégias de controle dirigidas como ações educacionais direcionadas à população mais vulnerável e campanhas de erradicação ou controle dos focos de criação dos insetos vetores desta enfermidade, com o objetivo de evitar ou reduzir o contato entre o inseto transmissor e a população humana no domicílio, consequentemente, diminuindo o risco de transmissão da doença.

CAPÍTULO I

Geografia da Saúde e Análise Geográfica Dos Fatores Intervenientes na Ocorrência da Leishmaniose Tegumentar Americana

1.1 GEOGRAFIA E SAÚDE: ASPECTOS HISTÓRICOS E CONCEITUAIS

A Geografia da Saúde tem merecido mais atenção a cada ano por parte de pesquisadores em Geografia e pelo conjunto de profissionais que atuam no planejamento de ações na área da saúde, devido às preocupações que convergem às condições de saúde da população em relação ao ambiente em que vive. O paulatino aumento de trabalhos sobre a Geografia da Saúde se deve a maior consciência da gravidade das questões que esperam solução na intersecção de três conjuntos básicos: espaço, saúde e sociedade (GUIMARÃES; PICKENHAYN; LIMA, 2014, p. 124) que envolvem tanto os conhecimentos oriundos da Geografia como de outras ciências correlatas e também das ciências da área da saúde, como a Epidemiologia.

Segundo Guimarães; Pickenhayn; Lima, (2014, p. 124), para se compreender o campo da Geografia da Saúde, é necessário rever o processo que se sucede a partir de vários marcos teóricos, alguns complementares, outros contraditórios, que se definem na trama complexa de associações entre médicos e geógrafos.

A Geografia da Saúde caracteriza-se como um novo ramo da ciência, porém, segundo Perhouskei; Benaduci (2007, p. 34), não se pode esquecer os estudos desenvolvidos pela Geografia Médica, ou mesmo a Medicina Geográfica, desenvolvida em séculos passados. De acordo com Vianna (2012, p. 79), na antiguidade, quando das religiões politeístas, acreditava-se que a saúde era dádiva e a doença castigo dos deuses. Com o decorrer dos séculos e com o advento das religiões monoteístas a dádiva da saúde e o castigo da doença passaram a ser da responsabilidade de um único Deus. No entanto, segundo a autora, 400 anos a.C., Hipócrates desenvolve o tratado “Dos Ares, dos Mares e dos Lugares” onde relaciona os locais da moradia, a água para beber, os ventos, com a saúde e a doença.

Até então, segundo Guimarães; Pickenhayn; Lima (2014, p. 52),

[...] decorria a tensão original entre os médicos gregos preocupados com a saúde individual ou saúde coletiva, o que se tratava na mitologia pelas divergências de Panaceia e Hygeia, as filhas de Asclépio, o deus da arte e da cura. Panaceia era a

guardiã dos medicamentos e dos poderes de cura dos medicamentos aplicados nos indivíduos doentes. Hygeia carregava consigo a sabedoria da restauração do equilíbrio das ações humanas nos ambientes coletivos. Daí se origina o termo higienismo (hygieinós) para referir-se às práticas que podiam manter ou restaurar a saúde (hygeia).

A crença na harmonia e a busca do equilíbrio entre o homem e o ambiente é bastante antiga, remonta ao século V a.C., quando se fazem as primeiras tentativas de se criar uma teoria científica, racional, para responder as causas das doenças (GONDIM, 2008, p. 57). Nestas tentativas, segundo a autora, Hipócrates faz o esforço de sistematizar e apresentar as relações causais entre elementos do meio físico e o adoecimento, destacando, dentre eles, a importância do solo, do clima, da água, do modo de vida e da alimentação.

Por outro lado, Ferreira (1991, p. 302 e 303) afirma que

[...] o estudo das relações entre o homem e o meio, a que poderíamos chamar de geografia, é empreendido por numerosos pensadores desde, pelo menos, a Antiguidade Clássica. A descrição de lugares, das paisagens e das sociedades humanas nelas instaladas marcam - por exemplo - a História, de Heródoto. Se definirmos estas obras como geográficas, talvez pudéssemos definir *Dos ares, dos mares e dos lugares*, de Hipócrates, como a primeira obra conhecida a tratar de geografia médica. Porém este rótulo é muito impreciso: não podemos identificar estas obras, de conteúdo muito variado e análise pouco sistemática, à geografia científica tal como a conhecemos hoje. A história da geografia como ciência inicia-se em fins do século XVIII e início do século XIX, quando passa a adquirir certa unidade temática e sistematização; talvez pudéssemos integrar esta produção anterior à "pré-história" da geografia.

Nesta perspectiva, o que Ferreira (1991) considera, corroborado por Queiroz (2007, p. 138), é a sistematização das disciplinas, não só da Geografia, mas dos vários campos do conhecimento, pois o fim do século XVIII e início do século XIX foram considerados para as ciências como o marco para a sistematização dos diferentes ramos de estudos operados com a divisão do trabalho científico.

Essa concepção também foi relatada por Tambellini; Câmara (1998, p. 48), pois

[...] pode-se dizer que a ideia do ambiente como elemento importante para o campo da saúde é antiga, porém sua caracterização em termos técnico-científicos tem sido suficientemente vaga e imprecisa para admitir variadas formas e concepções na elaboração de sua (do ambiente) possível relação com a saúde propriamente dita.

Diferentemente das afirmações dos referidos autores, Lacaz; Baruzzi; Siqueria Jr. (1972, p. 9) consideram que a Geografia Médica nasceu com Hipócrates e, portanto, com a própria história da medicina, quando em 480 a.C. aproximadamente publicou sua famosa obra (Dos ares, das águas e dos lugares), onde o grande mestre de Cós mostrava a influência dos fatores ambientais no aparecimento das doenças em geral. Nas palavras de Guimarães; Pickenhayn; Lima (2014, p. 53),

[...] para se referir ao início da saúde na Geografia, ou, quem sabe, da Geografia na saúde, é preciso estudar Hipócrates. A Medicina Hipocrática era médica porque buscava as causas da saúde e da doença nos fatores geográficos. A própria cura deveria ser buscada na natureza, e não na magia e nos espíritos.

A obra de Hipócrates é o primeiro artigo conhecido a tratar de Geografia Médica, na qual, segundo ele, as doenças eram vistas como fruto de más influências externas, como clima desfavorável, dieta inadequada e falta de higiene pessoal. As teses hipocráticas influenciaram trabalhos mais recentes como pode se destacar o trabalho realizado por Samuel Pessoa, ensaios médicos sociais (1978), que estudou as relações entre o espaço e a ocorrência de doenças de longa duração na população (endêmicas), principalmente aquelas doenças transmitidas por vetores (GONDIM, 2008, p. 59).

De acordo com Gouveia (1999, p. 51), a obra de Hipócrates destacava, no campo que se pretendia a ciência da Medicina, o papel crucial do meio ambiente na gênese, determinação e evolução das doenças, embora nas condições histórica da época, o meio ambiente fosse considerado como um elemento a ser passivamente aceito e sobre o qual não se exercia nenhum domínio (determinismo). Invariavelmente, este ambiente tem sido visto como meio externo, muitas vezes considerado como simplesmente o cenário onde se desenrolam os acontecimentos ou os processos especiais de uma determinada doença ou grupo delas (TAMBELLINI; CÂMARA, 1998, p. 48).

É importante salientar que as populações vivem em comunidade, apresentando constante relação com o meio ambiente e dele recebem influências que acarretam, por exemplo, no aparecimento de enfermidades. Com isso, segundo Gouveia (1999, p. 51), a concepção ambiental da doença foi novamente reforçada a partir dos séculos XVI e XVII com a Teoria dos Miasmas, teoria esta que, segundo Sclyar (2007, p. 33), emergiu dos escritos de Hipócrates, e que concebia a transmissão das doenças pelo ar e pelos odores.

Outra questão muito importante para o surgimento desta teoria foram as grandes viagens. Com as descobertas de novos países, surgiram outras forças econômicas devido à fundação dos impérios coloniais entre os séculos XVI e XVII, levando os governos de países colonizadores a desenvolver o conhecimento de moléstias neles reinantes para a sua própria proteção ou de seu comércio (PESSOA, 1978, p. 98 e 99).

De acordo com Barcellos (2008, p. 44), essa teoria ressaltou o papel das etnias e do clima na determinação de doenças, consolidando teses racistas e imperialistas do período colonial. Nesta abordagem, o autor relata ainda que indistinção entre variáveis da saúde, seus condicionantes ambientais e seus contornos socioeconômicos fez com que diversos preconceitos étnicos, culturais e ambientais fossem incorporados à geografia médica, marcada pela influência do determinismo geográfico (BARCELLOS, 2008, p. 44).

Conforme relatam Guimarães; Pickenhayn; Lima (2014, p. 53), de acordo com a referida teoria,

[...] as doenças se estabeleciam em uma relação hipocrática da saúde com o meio ambiente, sobretudo quando se atribuía este contato às condições de vida e de trabalho das populações. Neste caso, a compreensão era bastante holística, e o ambiente não aparecia como um simples elemento que influenciava a saúde.

Gouveia (1999, p. 51) descreve que, apesar da teoria miasmática ter sido homogênea até meados do século XIX, a crescente urbanização da Europa e a consolidação do modo de produção fabril, seguidos à Revolução Francesa, fizeram crescer os movimentos que atribuíam às condições de vida e trabalho das populações, papel importante no aparecimento de doenças, ou seja, o ambiente passa a adquirir um caráter predominantemente social

Desta forma, conforme relata Urtega (1980, p. 7) *apud* Vaz; Remoaldo (2011, p. 77 e 78), ao mesmo tempo em que se dava grande atenção às doutrinas miasmáticas, originam-se também aquelas interpretações da enfermidade como fenômeno social. De acordo com Guimarães; Pickenhayn; Lima (2014, p. 55), na Europa do século XVIII

[...] a presença das fábricas subverteu a ordem urbana, deteriorando rapidamente as condições de vida dos moradores das cidades. A crescente densidade de edifícios, a redução da área de pomares e jardins, a poluição dos rios resultou em uma apropriação predatória do espaço urbano, com índices alarmantes de insalubridade, o que logo se refletiu nas taxas de mortalidade. [...] Na Inglaterra, diversas comissões de inquérito realizaram levantamentos estatísticos, que formaram uma base importante para o

conhecimento da saúde coletiva e trouxeram a público um quadro complexo das condições sanitárias nos bairros de trabalhadores. [...] França, Prússia, Estados Unidos e onde mais houvesse se desenvolvido o sistema fabril, as condições dos bairros dos trabalhadores eram igualmente alarmantes.

Nesta perspectiva, Vaz; Remoaldo (2011, p. 78) relatam que, ao final do século XVIII, alguns médicos atribuíram à pobreza, ao excesso de trabalho, à má alimentação, à alta concentração populacional em bairros insalubres e a outros fatores do tipo econômico-social, uma grande relevância para explicar o impacto de determinadas enfermidades.

A partir desse contexto histórico nasce a Medicina Social com o objetivo de entender a doença dos indivíduos e das populações em relação com o lugar. A Medicina Social considerava que a causa da maioria das doenças estava relacionada ao ambiente, que não seria somente o natural, mas o ambiente da produção social e das condições de vida e trabalho da população (GUTIERREZ; OBERDIEK, 2001 *apud* GUIMARÃES; PICKENHAYN; LIMA, 2014, p. 58). Portanto, em sua origem, a Medicina Social

[...] relacionava a saúde e a doença aos aspectos ambientais, referindo-se às condições objetivas de existência, o modo de vida das populações com fatores importantes para a saúde e a doença (GUIMARÃES; PICKENHAYN; LIMA, 2014, p. 58).

Como se vê, os conceitos de saúde e de doença são analisados em sua evolução histórica e em seu relacionamento com o contexto cultural, social, político e econômico, evidenciando a evolução das ideias nessa área da experiência humana. Segundo Sclyar (2007, p. 30), os conceitos de saúde e de doença refletem a conjuntura social, econômica, política e cultural, ou seja, eles não representam a mesma coisa para todas as pessoas e dependerão da época, do lugar, da classe social, dos valores individuais, de concepções científicas, religiosas, filosóficas. A título de exemplo do que ocorria na Grécia do século VII a.C., no que tange a esses conceitos, ainda nas palavras do referido autor,

real ou imaginária, a doença, sobretudo a doença transmissível, é um antigo acompanhante da espécie humana. [...] Não é de admirar que desde muito cedo a Humanidade se tenha empenhado em enfrentar essa ameaça, e de várias formas, baseadas em diferentes conceitos do que vem a ser a doença (e a saúde). Assim, a concepção mágico-religiosa partia, e parte, do princípio de que a doença resulta da ação de forças alheias ao organismo que neste se introduzem por causa do pecado ou de maldição (SCLYAR, 2007, p. 30).

De acordo com Pessôa (1978, p. 98), até o século XVII, nada de importante apareceu sobre Geografia Médica que não fosse explicitado no livro escrito por Hipócrates. Conforme relata Costa (2002, pp. 63-64),

[...] no século XVIII, as teorias hipocráticas voltam a dominar, e novamente o meio reaparece como fator fundamental para explicar muitas das epidemias. É o chamado neo-hipocratismo. É estabelecida uma relação entre o homem doente, a natureza e a sociedade. Esta medicina localiza a doença não no indivíduo, mas no ambiente, no meio físico que o envolve. É o que o filósofo francês Michel Foucault [...] chamou de medicina das coisas, medicina das condições de vida e do meio de existência em contraste com a medicina dos homens, dos corpos e organismos.

A partir daí desenvolvem-se várias teorias ou modelos que buscam localizar as causas das doenças no meio e compreender o impacto do meio na saúde da população. Em outras palavras, buscam-se modelos de análise, métodos e instrumentos que permitam explicar as redes de causalidade no processo saúde-doença. FRIOCUZ (1998, p. 51), destaca quatro modelos de análise, guardando relação com cada época histórica em que emergiram e se desenvolveram: modelo monocausal, modelo multicausal, modelo da história natural da doença e o modelo da determinação social da doença.

Neste contexto, Gouveia (1999, p. 52) relata que

[...] ao mesmo tempo em que para alguns autores o meio ambiente era pensado do ponto de vista predominantemente social, o advento da era microbiana ou bacteriológica na metade do século XIX, introduzida pelos trabalhos de Snow, Pasteur, e Koch entre outros, relegaria definitivamente, por outro lado, a teoria miasmática da doença a um segundo plano, e junto com ela, a importância do meio ambiente físico e social. Vence neste momento, a ênfase na concepção biológica da doença, relegando a outras ciências o estudo das relações com o meio ambiente socialmente construído.

Entre as afirmações de Gouveia (1999), destaca-se o modelo monocausal do processo saúde-doença. Este modelo é uma reorientação da Medicina com a emergência da bacteriologia, transformando-se as maneiras de combate a doenças contagiosas e miasmáticas. Ele teve seu auge no período de 1870 a 1950, cuja análise respalda-se numa concepção da doença delimitada no biológico, ou seja, abstrai-se qualquer aspecto relativo às condições de vida do doente, fornecendo os instrumentos para a estruturação prática médica

predominantemente curativa, bastando-se para isso a ação eficiente dos profissionais e uma estrutura de serviços adequada (FIOCRUZ, 1998, p. 51). De acordo com Guimarães; Pickenhayn; Lima (2014, p. 63), à proporção que se identificavam os micro-organismos e seus modos de ação, abria-se um novo caminho para a prevenção das doenças infecciosas, superando-se os preconceitos e enfraquecendo-se as teorias miasmáticas.

Para eles, esse modelo, também conhecido como modelo biomédico de saúde, fundase no paradigma cartesiano e mecanicista, que separou o homem da natureza e reduziu a vida ao corpo, representado por estruturas mecânicas, que devem ser conhecidas separadamente, em que a doença impedia o bom funcionamento do corpo e o homem doente era como um relógio com defeito.

Esse modelo considera como única causa das doenças a penetração e a multiplicação de uma bactéria e nada mais do que isto, e, dessa forma, perdeu-se de vista o conjunto das causas que atuam sobre o homem sadio ou enfermo, bem como o ambiente deixou de apresentar importância que vinha assumindo para os hipocráticos (PESSOA, 1978, p. 106).

Para Santos (2010, p. 45), a falta de importância a outros elementos que não privilegiassem somente os micróbios como o responsável pelas doenças levou a certa estagnação da medicina no que tange à compreensão da dinâmica das doenças e as causas da sua distribuição geográfica. Pessoa (1978, p. 107), atribui que a pouca importância se deve

[...] a vários outros fatores, cuja proeminência se conferia na era pré-pastoriana à prevalência das enfermidades, tais como constituição individual, isto é, o meio interior, bem como a influência da natureza sobre o homem, isto é, o meio exterior, conduziu a medicina à estagnação quanto à compreensão da dinâmica das doenças e às causas de sua distribuição geográfica. Assim também se explica o declínio das obras importantes de Geografia Médica durante este meio século de progressos da microbiologia e da imunologia.

Na Teoria dos Germes, como destaca Guimarães; Pickenhayn; Lima (2014, p. 65), o ambiente da saúde passou a ser o mundo dos micróbios, visto pelas lentes do microscópio, sob a égide das explicações monocausais: para cada doença, uma única causa e, com tal teoria, uma nova concepção de saúde surgia, deslocando o foco das ações da população para o indivíduo, do território para o corpo.

A teoria microbiana passa a ter uma predominância de tal ordem que, em boa medida, fez obscurecer algumas concepções que destacavam a multicausalidade das doenças ou que apontavam para os fatores de ordem socioeconômica (VIANNA, 2016, p. 80). Porém,

segundo Guimarães; Pickenhayn; Lima (2014, p. 66), não demorou muito para que a monocausalidade fosse contestada, porque restava entender o porquê algumas pessoas adoecerem enquanto outras não, mesmo quando estavam infectadas pelo mesmo patógeno. Novamente foi preciso olhar para o meio ambiente para verificar a origem das doenças.

O Modelo da Multicausalidade surgiu no final do século XIX, porém consolidou-se apenas na década de 1960, substituindo o modelo monocausal, estabelecendo que no aparecimento da doença coexistem várias causas (FONSECA, 1997, p. 9). Entretanto, assim como no modelo monocausal, o modelo multicausal também se desenvolve na perspectiva de uma prática biologicista. Contudo, ele incorpora os fatores socioeconômicos, físicos e químicos, estabelecendo nexos entre os modos de adoecer, as condições de trabalho e as condições materiais de vida, procurando traçar entre as mesmas relações de natureza quantitativa (FIOCRUZ, 1998, p. 52).

Para Almeida Filho; Rouquayrol (2002, p. 11) e para muitos autores, o projeto de quantificação das enfermidades representa um elemento metodológico distintivo da Epidemiologia, que ao mesmo tempo poderia servir como garantia de sua neutralidade científica¹. Vianna (2011, p. 80) afirma que este modelo dá ênfase nos condicionantes individuais e, como alternativa para a sua superação, propõe-se a articulação das dimensões individual e coletiva do processo saúde-doença.

No entanto, além de não considerar o caráter histórico do processo saúde doença, este modelo coloca muita ênfase na avaliação estatística e quantitativa das variáveis, fazendo com que os indivíduos e os fatores de doenças sejam agrupados e organizados, ignorando-se, contudo, o peso e a hierarquia dos fatores de origem social e de ordem biológica, não conduzindo a uma nova concepção sobre o processo saúde-doença. Portanto, não alcança uma nova prática médica em termos de maior resolubilidade e alcance social (FIOCRUZ, 1998, p. 52).

Uma variante do modelo multicausal é a Teoria de Leavell e Clark, denominado modelo da História Natural da Doença – HND, o qual considera que as causas se ordenam em três categorias possíveis ou conjunto de fatores que intervêm no aparecimento da doença: o agente, o hospedeiro e o meio (FONSECA, 1997, p. 9). Segundo os principais sistematizadores desse modelo (Leavell e Clark, 1976),

¹ Para Guimarães; Pickenhayn; Lima (2014, p. 72), a questão da neutralidade científica preconizava o distanciamento crítico do sujeito diante do objeto de estudo, visando a obtenção de resultados claros e completamente corretos. Nesse processo analítico, seria preciso a fragmentação do objeto em quantas partes fossem necessárias para a sua compreensão exata.

[...] denomina-se ‘história natural da doença ao conjunto de processos interativos que cria o estímulo patológico no meio ambiente, ou em qualquer outro lugar, passando pela resposta do homem ao estímulo, até às alterações que levam a um defeito, invalidez, recuperação ou morte’ (ALMEIDA FILHO; ROUQUAYROL, 2002, p. 39).

Esse modelo se baseia na dinâmica do equilíbrio ou desequilíbrio de três fatores ecológicos já explicitados, conhecidos como tríade ecológica (hospedeiro, agente e meio), observando que o espaço é incorporado como recipiente que pode facilitar ou não contatos entre esses três elementos, propiciando o adoecimento (GONDIM, 1999, p. 58). De acordo com Fonseca (1997, p. 9),

[...] o comportamento anormal de um destes conjuntos de fatores pode ocasionar o desequilíbrio do sistema e conseqüentemente o aparecimento da doença. A presença de um ambiente desfavorável ocasiona transtornos no hospedeiro e ativação do agente que até então pode ter permanecido inativo ou em estado de não agressão, rompendo o equilíbrio.

De acordo com Guimarães (2015, p. 21),

[...] enfrentando os problemas da Ecologia relacionados às associações entre os seres vivos, especialmente os mecanismos de equilíbrio entre a disseminação de parasitas e as formas de resistência de hospedeiros, Sorre irá elaborar uma formulação interessante acerca da adaptação entre os indivíduos e sociedades com os ambientes. Propôs, assim, a noção de “complexo patogênico”, segundo o qual haveria “um suporte vivo” (hospedeiros e vetores) na determinação da história natural de diversas moléstias. Dessa maneira, o desenvolvimento de uma doença num agrupamento humano seria resultado da interação entre o agente patógeno (vírus, bactéria, fungo, protozoário, dentre outros), o hospedeiro humano e o ambiente.

O modelo permite o estabelecimento de uma relação causa-efeito entre os três elementos, ao mesmo tempo em que orienta a delimitação de uma prática médica orientada para as suas duas fases: pré-patogênica e patogênica ou clínica (FIOCRUZ, 1998, p. 52). Cabe aqui destacar que a segunda fase se refere às intervenções que se aplicam ao período patogênico ou clínico, que não são abordados neste trabalho por não se tratar diretamente ao conteúdo relacionado à ciência geográfica e sim a ações exclusivamente clínicas.

De acordo com Leavell e Clarck (1976) *apud* Almeida Filho; Rouquayrol (2002, p. 40 e 41),

[...] o período pré-patogênico compreende a evolução das inter-relações dinâmicas entre condicionantes ecológicos e socioeconômicos-culturais e condições intrínsecas do sujeito, até o estabelecimento de uma configuração de fatores propícios à instalação da doença. Envolve interações entre elementos ou fatores que estimulam o desencadeamento da doença no organismo sadio e condições que permitem a existência desses fatores.

O modelo HND propõe três níveis de ação, sendo que neste período (pré-patogênico) é destacado o nível de prevenção primária com intervenção pela promoção à saúde e da proteção específica em relação a um agravo determinado (FIOCRUZ, 1998, p. 52). Cabe destacar aqui novamente que os outros dois níveis (prevenção secundária e prevenção terciária) se referem às intervenções que se aplicam ao período patogênico ou clínico e não serão tratados no presente trabalho pelo mesmo motivo já explicitado anteriormente.

Para compreender melhor as questões relacionadas ao nível de prevenção primária, correlacionando-as ao modelo HND no que tange aos três fatores ecológicos já citados (hospedeiro, agente e meio), dadas na fase pré-patogênica, Almeida Filho; Rouquayrol (2002, p. 41 e 43) relatam que

[...] o conjunto resultante da estruturação sinérgica das condições e influências indiretas – proximais ou distais – constitui um ambiente gerador da doença. Fatores com acesso direto à bioquímica e a funções vitais do ser vivo, perturbando-o e assim produzindo-lhe doença, são denominados agentes patogênicos. Tais agentes levam estímulos do meio ambiente ao meio interno do homem, operando como transmissores de uma pré-patologia gerada e desenvolvida no ambiente. [...] O estado final desencadeador de doença resulta, portanto, da interação de uma multiplicidade de determinantes econômicos, políticos, sociais, culturais, psicológicos, genéticos, biológicos, físicos e químicos.

Esse modelo, no entanto, da mesma forma que o modelo anterior, além de não desvendar os pesos e as hierarquias na dinâmica imposta pelos três elementos, particularmente no campo social, não considerando assim o caráter histórico e social do processo saúde-doença (FIOCRUZ, 1998, p. 52 e 53), ele também não se aplica às doenças crônico-degenerativas, pois estas não possuem um agente etiológico que possa estabelecer algum nexo causal com a história natural das doenças, tornando-se evidentes as dificuldades encontradas por esse paradigma para compreender as mudanças no quadro patológico, principalmente nos

chamados países desenvolvidos, com as transformações econômicas geradas pela indústria e o crescimento das cidades (GUIMARÃES, 2015, p. 29).

Contudo, segundo FIOCRUZ (1998, p. 53), apesar de suas limitações, este modelo revela-se bastante eficaz em fornecer uma explanação clara e compreensiva dos fatores que contribuem para a doença, além de enfatizar a noção de *equilíbrio-desequilíbrio*, permitindo ainda a responsabilização dos serviços de saúde desde as etapas mais precoces do processo, quando os sintomas e sinais das doenças sequer estão presentes.

Antes de ser abordado o último modelo de análise (DSS), cabe aqui abrir um breve histórico das relações entre Epidemiologia e Geografia para se entender em que momento se formou essa corrente nos estudos interdisciplinares relacionados a esses dois campos das ciências.

Os contatos iniciais entre a geografia científica e a epidemiologia, ambas ainda sob a influência predominante da tradição positivista do século XIX, resultou nos primeiros trabalhos sistemáticos de geografia médica, voltados à descrição minuciosa da distribuição regional das doenças. Porém, não houve o desenvolvimento de conceitos que permitissem uma real articulação interdisciplinar (FERREIRA, 1991, p. 303).

Para Guimarães; Pickenhayn; Lima (2014, p. 72),

[...] não por acaso, essas jovens ciências se depararam, desde cedo, com inúmeros dilemas científicos. O principal deles diz respeito às dicotomias geradas pelo processo analítico (sociedade/natureza, corpo anátomo-fisiológico/corpo social), o que torna o debate epistemológico da Geografia e da Epidemiologia muito parecidos (GUIMARÃES; PICKENHAYN; LIMA, 2014, p. 72).

A abordagem ecológica das doenças foi o que permitiu maior aproximação entre os conceitos de espaço na Geografia e na Epidemiologia, num momento rico em que estas ciências se fertilizaram mutuamente em meados do século XX (MONKEN et al, 2008, p. 35). Nas primeiras décadas do século XX foi Max Sorre que mais aproximou a pesquisa geográfica desta perspectiva ecológica da saúde. Os problemas ecológicos, apresentados de forma complexa, trouxeram a necessidade de considerar o tempo de ocupação humana, o maior ou menor ajustamento aos gêneros de vida e, sobretudo, às condições específicas de vida em ambientes sociais, econômicos ou políticos.

Porém, ainda nas palavras desses autores,

[...] no final da década de 1970, um grupo de sanitaristas engajados no processo de transformação social fez duras críticas à epidemiologia dos fatores de risco e às concepções ecológicas das doenças, em particular à teoria ‘História Natural das Doenças. [...] Esse grupo lançou um movimento, ou corrente, que ficou conhecido como ‘Epidemiologia Social’ ou ‘Epidemiologia Crítica’. [...] Esse movimento ganhou vários adeptos na saúde pública brasileira, ajudando a difundir o conceito de ‘espaço geográfico’ em substituição ao ‘espaço geométrico’ tradicionalmente utilizado pela epidemiologia (MONKEN et al, 2008, p. 35).

As duras críticas à epidemiologia tradicional as quais se referem os autores estão presentes no momento em que se verifica que

[...] a adoção do espaço geográfico (e não do espaço simplesmente) na saúde pública vem ao encontro de um desejo de transformação social e de demonstrar os efeitos deletérios das desigualdades sociais na saúde das populações, numa espécie de reação às concepções da epidemiologia clássica (ainda que não se possa desprezar o valor de seus métodos e rigor teórico. (MONKEN et al, 2008, p. 37).

Um enfoque proveniente da Geografia Crítica considera o espaço como um conjunto indissociável de sistemas de objetos e sistemas de ações, no qual podem se reconhecer suas características internas como a paisagem, a configuração territorial, a divisão territorial do trabalho, o espaço produzido ou produtivo, as rugosidades e as formas-conteúdo (SANTOS, 2002, p. 22). Segundo Ferreira (1991, p. 302)

A geografia nova, ou geografia crítica, não se restringe a elaborar, com maior ou menor grau de sofisticação metodológica, meras descrições da paisagem; ocupa-se, prioritariamente, em compreender os processos sociais e econômicos subjacentes às formas de organização espacial que se analisam, empregando associadamente métodos e conceitos de diversas ciências sociais.

É nesse momento de renovação da Epidemiologia que se buscam caracterizar, entre outros enfoques, os determinantes sociais e ambientais dos problemas de saúde. De acordo com Fonseca (1997, p. 9), os modelos anteriores têm se mostrado insuficientes para explicar o comportamento das doenças na sociedade, especialmente naquelas onde a condição social vigente baseia-se em grandes desigualdades. Em contraposição a eles, e, também, buscando uma explicação cuja lógica não resida em causas aparentes, mas na essência dos problemas, surgiu o modelo da Determinação Social do Processo saúde doença.

Nesse modelo supera-se a concepção da mera relação de causa-efeito para explicar o adoecimento e a morte, apontando, em contrapartida, para o modo de adoecer como um processo que tem como elemento modelador a estrutura social (FIOCRUZ, 1998, p.54). Assim, conforme relata Fonseca (1997, p. 9), a organização social é o determinante fundamental deste processo e evidencia-se como manifestação da qualidade de vida dos diferentes sujeitos sociais que, por sua vez, é determinada pelos processos de reprodução social

Guimarães; Pickenhayn; Lima (2014, p. 75) relatam que, a partir da década de 1960, a temática saúde se tornou tão ampla que extrapolou o âmbito da ação e do poder médico, pois entraram em cena novos atores – sociólogos, economistas, historiadores, antropólogos, juristas e, o mais significativo do ponto de vista político, os movimentos sociais. Segundo Moon; Kearns (2007, p. 12), nos últimos anos, a Geografia da Saúde mudou sua preocupação do mundo médico para um maior interesse pelo bem-estar e pelos modelos sociais mais vastos da saúde e da assistência à saúde. Essa transição de um passado médico para a geografia da saúde atual e futura pode ser corroborado pelas principais publicações existentes nessa área. Isso também é corroborado por Guimarães; Pickenhayn; Lima (2014, p. 129) quando relatam que “hoje, os problemas médicos são apenas uma parte do enfoque da Geografia da Saúde”.

De acordo com os autores, foi neste contexto que o diálogo entre Geografia e Epidemiologia se tornou mais fértil, pois esta nova visão de saúde pública procurou redirecionar o olhar da Epidemiologia para os fatores sociais, considerando a influência dos lugares e do ambiente na saúde, em uma dimensão mais coletiva que individual (GUIMARÃES; PICKENHAYN; LIMA, 2014, p. 75).

Surge, então, essa nova denominação, a Geografia da Saúde, que nada mais é que um amadurecimento das discussões e estudos desenvolvidos em épocas passadas, hoje muito mais direcionados, planejados e com o objetivo de desenvolver ações de prevenção, ou seja, propor trabalhos dentro da perspectiva da medicina preventiva (PEREHOUSKEI E BENADUCI, 2007, p. 34). Segundo Santos (2010, p. 48), essa nova denominação é uma visão mais abrangente e sistêmica, em que ganham destaque os serviços sanitários no contexto espacial, níveis de saúde, mas sem esquecer os aspectos socioambientais que tem um papel relevante no estudo das enfermidades.

No Brasil, com as transformações históricas e sociais que a sociedade vem atravessando têm repercutido na produção e distribuição dos problemas de saúde. Nas últimas décadas, o País vem apresentando um novo perfil epidemiológico a qual, a evolução da sociedade tradicional para uma sociedade moderna vem acompanhada da redução da

morbimortalidade por doenças infecciosas, passando a haver um predomínio das doenças crônico-degenerativas e de causas externas, porém a morbidade por doenças infecciosas ainda representa uma fatia representativa neste cômputo. Segundo a FIOCRUZ (2005), na década de 1930 a morbidade por doenças infecciosas representava cerca de 45% da mortalidade por grupos de causas definidas, e em 2004 representava, aproximadamente, 6%.

Ainda que tenha sido observada uma queda na mortalidade das doenças infecciosas, para muitas destas o quadro de morbidade se manteve estável ou se acentuou. É importante também enfatizar a necessidade de ações multissetoriais para a prevenção e o controle desse grupo de doenças, já que grande parte das razões para a endemicidade reside em processos externos ao setor saúde – urbanização acelerada sem adequada infraestrutura urbana, alterações do meio ambiente, desmatamento, ampliação de fronteiras agrícolas, processos migratórios, grandes obras como rodovias e hidroelétricas (BRASIL, 2000). Nesse grupo encontram-se, entre outras, a leishmaniose tegumentar americana (LTA), enfermidade estudada no presente trabalho.

1.2 DOENÇAS INFECCIOSAS: O CASO DA LEISHMANIOSE TEGUMENTAR AMERICANA

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 1976), a saúde é um completo estado de bem-estar físico, mental e social. Para Hanslowska (1985, p. 1208), ela é o resultado do equilíbrio dinâmico entre o indivíduo e o seu meio ambiente. Porém, de acordo com Pereira (1995, p. 30), tais definições acrescentam consideráveis dificuldades à mensuração dos fenômenos a que se referem, em face da necessidade de definir o que se entende por ‘bem-estar’ e por ‘equilíbrio dinâmico’, conceitos para os quais não há unanimidade de opiniões e cuja quantificação é muito problemática.

Para o autor, a saúde pode ser definida como ausência de doença e a doença, inversamente conceituada como falta ou perturbação da saúde, que segundo ele, apesar de serem concepções simplistas, elas são muito utilizadas. Como exemplo, ele cita que, na prática clínica, as pessoas são examinadas e rotuladas como sadias ou doentes, em função de julgamentos baseados em resultados de exames clínicos e laboratoriais que informam a presença ou ausência de anormalidades.

De acordo com a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS, 1992), citado por Soerensen; Marulli (1999, p. 30), a doença infecciosa é aquela doença clinicamente manifesta, do homem ou dos animais, resultante de uma infecção. De acordo com Almeida Filho;

Rouquayrol (2002, p. 31), dá-se o nome de infecção à penetração e ao desenvolvimento ou multiplicação de um agente infeccioso no organismo de uma pessoa ou animal.

A construção do esquema da cadeia do processo infeccioso (Figura 1) fundamenta-se na compreensão da infecção como resultante de uma particular interação dos diversos fatores: reservatório, agente, meio e hospedeiro.

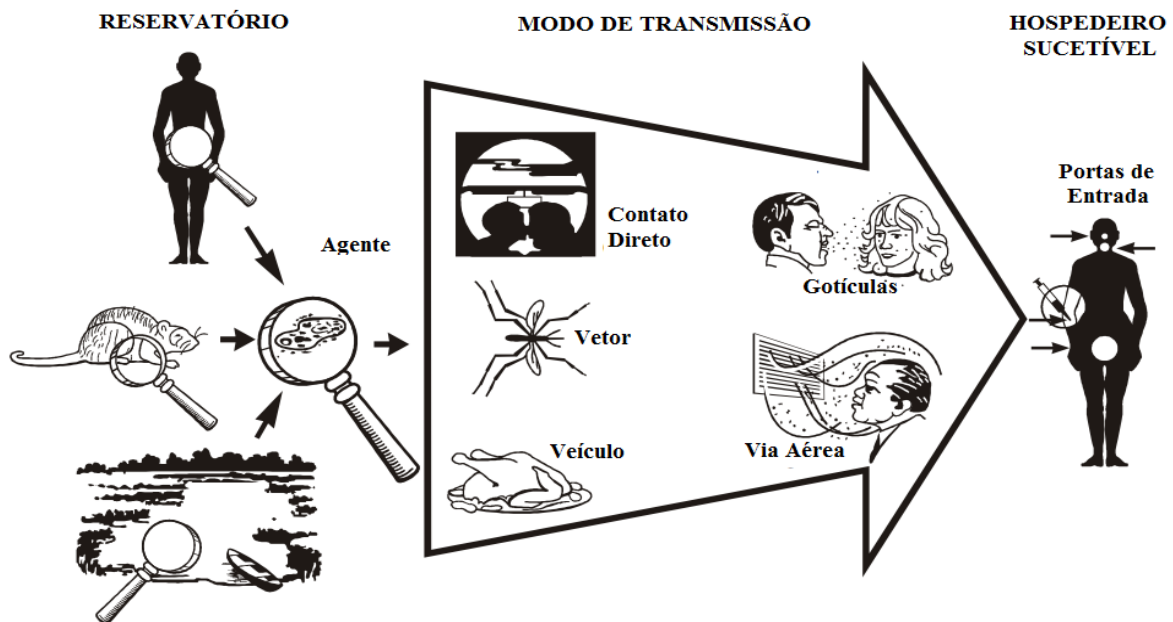


Figura 1: Cadeia do processo Infeccioso.

Fonte: Centers for Disease Control and Prevention (1992, p. 45).

A interação entre esses elementos provoca a infecção, que, mais especificamente, ocorre quando o agente deixa o reservatório por diferentes vias de eliminação e, por meio de uma forma conveniente de transmissão, com maior ou menor participação do ambiente, introduz-se no novo hospedeiro suscetível pela via adequada de penetração. A expressão ‘doença transmissível’ é um termo técnico de uso generalizado definido pela Organização Panamericana de Saúde (1983) e citado por Almeida Filho; Rouquayrol (2002, p. 31) como sendo

[...] qualquer doença causada por um agente infeccioso específico, ou seus produtos tóxicos, que se manifesta pela transmissão deste agente ou de seus produtos, de uma pessoa ou animal infectado ou de um reservatório a um hospedeiro suscetível, direta ou indiretamente por meio de um hospedeiro intermediário, de natureza vegetal ou animal, de um vetor ou do meio ambiente inanimado.

Segundo os autores, esta definição pode ser sintetizada em um enunciado bem mais curto, ou seja, a doença transmissível trata-se de uma enfermidade cujo agente etiológico é vivo e transmissível. O modo de transmissão, que nada mais é que o modo pelo qual o agente infeccioso alcança o novo hospedeiro, pode ocorrer de diversas maneiras (Figura 1): por contágio, por transmissão aerógena, transmissão pelo solo, transmissão pela água, transmissão por alimentos e transmissão por vetor (SOERENSEN; MARULLI, 1999, p. 31 e 32), definidos a seguir, conforme descrevem os autores.

O contágio é caracterizado pela presença, no mesmo ambiente e ao mesmo tempo, da fonte de infecção (reservatório) e do novo hospedeiro. O contágio pode ocorrer de maneira direta ou indireta. No primeiro caso existe o contato entre o reservatório e o hospedeiro. É o caso de enfermidades transmitidas por mordedura, arranhadura, contato sexual, beijo, passagem do agente da mãe para o feto através da placenta, entre outras. No caso do contágio indireto, o contato é dispensado entre o reservatório e o novo hospedeiro. A transmissão ocorre por meio de aerossóis, gotículas espalhadas ao falar, tossir ou espirrar e ambos (reservatório e novo hospedeiro) devem estar no mesmo ambiente ou por meio de objetos contaminados (seringa, instrumentos cirúrgicos, roupas, pentes, escovas, entre outros). Quando a enfermidade ocorre por esse processo, a doença é chamada de doença contagiosa.

Toda doença contagiosa é transmissível, porém o oposto não é verdadeiro. É o caso da Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA), que é uma doença transmissível, porém não é contagiosa, pois necessita de um vetor para veicular o agente infeccioso até o hospedeiro. Já a tuberculose é uma doença transmissível e contagiosa, pois a infecção ocorre a partir da inalação, pelo novo hospedeiro, de gotículas contendo bacilos expelidos pelo doente através da tosse, da fala ou do espirro.

No caso da transmissão aerógena, os agentes estão no ar em suspensão ou podem ter sofrido dessecação e estar ali por períodos relativamente longos. A diferença entre este caso e o contágio indireto é que na transmissão aerógena a fonte de infecção e o novo hospedeiro não estão ao mesmo tempo no mesmo ambiente.

A transmissão pelo solo ocorre principalmente no caso de helmintos e protozoários que, muitas vezes precisam do solo para cumprir parte do seu ciclo evolutivo. O solo desenvolve papel fundamental na transmissão das doenças, pois é frequente sua contaminação por excretas de animais e do homem e também pelo lixo, estendendo aos alimentos nele cultivados, que podem permanecer contaminados até o momento da ingestão. Outra maneira de ocorrer a infecção do homem ou de animais é quando estes entram em contato com o solo e, conseqüentemente, com o agente patogênico que está contaminado.

No caso da transmissão pela água, há inúmeras enfermidades que são de veiculação hídrica ou tem relação com a água, como no caso das doenças transmitidas por vetores, que necessitam dela para desenvolverem seu ciclo evolutivo.

Na transmissão por alimentos, eles podem ser contaminados em todas as etapas por que passam, desde a produção, quando pode ocorrer a contaminação por defensivos agrícolas, por excretas ou pela água de irrigação, até o momento de sua comercialização. O homem é contaminado pela ingestão desses alimentos

Por fim, na transmissão por vetores, o vetor é o veículo que transmite a enfermidade. O vetor é um invertebrado que transfere, de forma ativa, um agente infeccioso de uma fonte de infecção a um hospedeiro suscetível. Ele tem participação ativa na transmissão e é necessário para a existência da enfermidade, seja porque o agente etiológico necessita dele para cumprir parte de seu ciclo evolutivo ou porque ele é a única ou principal maneira do agente alcançar um novo hospedeiro. Conforme cita a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ, 2005), no Brasil, inúmeras são as doenças transmitidas por vetores como dengue, malária, doenças de chagas, febre amarela, leishmaniose, entre outras. De acordo com Camargo; Langoni (2006, p. 528), as leishmanioses se apresentam sob duas formas clínicas básicas: a Leishmaniose Tegumentar e a Leishmaniose Visceral

A Leishmaniose Visceral, como o próprio nome indica, afeta as vísceras (ou órgãos internos), sobretudo fígado, baço, gânglios linfáticos e medula óssea, podendo levar à morte quando não tratada. Ela é também conhecida como Calazar e possui um amplo espectro epidemiológico, podendo ocorrer em regiões de clima tropical e subtropical (ALVAR ET AL, 2004). Quando não tratada, geralmente é fatal no período de dois anos. A doença apresenta elevadas taxas de letalidade e cerca de 50.000 pessoas morrem com LV anualmente (WHO, 2017).

De acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2010, p. 9), por Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA), objeto de estudo do presente trabalho, entende-se um conjunto de enfermidades causadas por várias espécies de protozoários do gênero *Leishmania*, que acometem a pele e/ou mucosas do homem e de diferentes espécies de animais silvestre e domésticos das regiões tropicais e subtropicais do Velho e Novo Mundo. Conforme já explicitado, ela é uma doença infecciosa, não contagiosa, sendo primariamente uma infecção zoonótica, afetando outros animais que não o homem, o qual pode ser envolvido secundariamente (BRASIL, 2000, p.7).

Conforme relata Camargo; Barcinski (2003, p. 34), a doença recebe várias denominações em relação à sua gravidade e à sua distribuição geográfica: 'Botão do Oriente'

no oriente médio, ‘Botão de Alep’ na Síria, ‘Botão de Biskra’ na Argélia, ‘úlceras de Bagdá’ e ‘úlceras de Ashkabad’ na Índia. Nas Américas já foram descritos vários tipos de úlceras cutâneas causadas por *leishmanias* que, como no Velho Mundo, recebiam designações regionais: ‘Úlceras Chiclero’ no México, ‘Uta’ e ‘Espúndia’ no Peru, ‘Pian Bois’ nas Guianas e ‘Úlceras de Bauru’ no Brasil (BOLOGNIA et al, 2015, p. 1391).

De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA (BRASIL, 2011), a Organização Mundial da Saúde (OMS) e a organização Médicos Sem Fronteiras propuseram a denominação “doenças negligenciadas”, referindo-se àquelas enfermidades, geralmente transmissíveis, que apresentam maior ocorrência nos países em desenvolvimento e que, apesar das suas elevadas ocorrências, os gastos destinados com medicamentos para os programas de assistência farmacêutica no seu tratamento são pequenos em relação aos gastos com outros programas.

A Leishmaniose é considerada e classificada pela Organização Mundial da Saúde entre as doenças infecciosas mais importantes do mundo. Apesar da imensa quantidade de pacientes infectados, ela é considerada uma doença negligenciada pela indústria farmacêutica, por acometer majoritariamente populações menos favorecidas, com menor poder de compra e menor potencial de gerar lucros a essas empresas. A importância de melhor entendimento epidemiológico da LTA possibilita adotar medidas que possam minimizar a sua incidência e, conseqüentemente, o sofrimento daqueles que convivem com essa zoonose.

A cadeia epidemiológica da LTA nas Américas envolve a interação entre insetos flebotomíneos dos gêneros *Lutzomyia* e *Psychodopygus* (vetores), mamíferos de várias espécies, silvestres, peridomésticos ou domésticos (reservatórios), parasita do gênero *Leishmania*, de vários subgêneros, espécies ou subespécies e suas variedades (agente etiológico) e o homem como hospedeiro definitivo (JACKSON et al, 2009, p. 70) conforme é representado na Figura 2.

Conforme se vê na Figura 2, em (1) o parasita se mantém no ciclo enzoótico silvestre em raposas e possivelmente em outros animais por uma população silvestre do flebótomo (2 e 3). A invasão pelo vetor das moradias localizadas nas proximidades da floresta estabelece a infecção no cão e no homem. Linhas contínuas indicam a rota de transmissão definida e as linhas descontínuas representam uma possível transmissão entre outros animais silvestres. O esquema foi desenvolvido para a leishmaniose no Pará, mas é aplicável aos demais estados do Brasil (Lainson; Rangel, 2003).

Nesse esquema explicativo que retrata o processo da transmissão da LTA, pode-se destacar a interação entre os elementos que compõem o ciclo epidemiológico da doença.

Conforme relatado, fazem parte deste ciclo o agente etiológico, os vetores transmissores desse agente e os reservatórios e hospedeiros que vão ser responsáveis na manutenção do agente neste ciclo no ambiente.

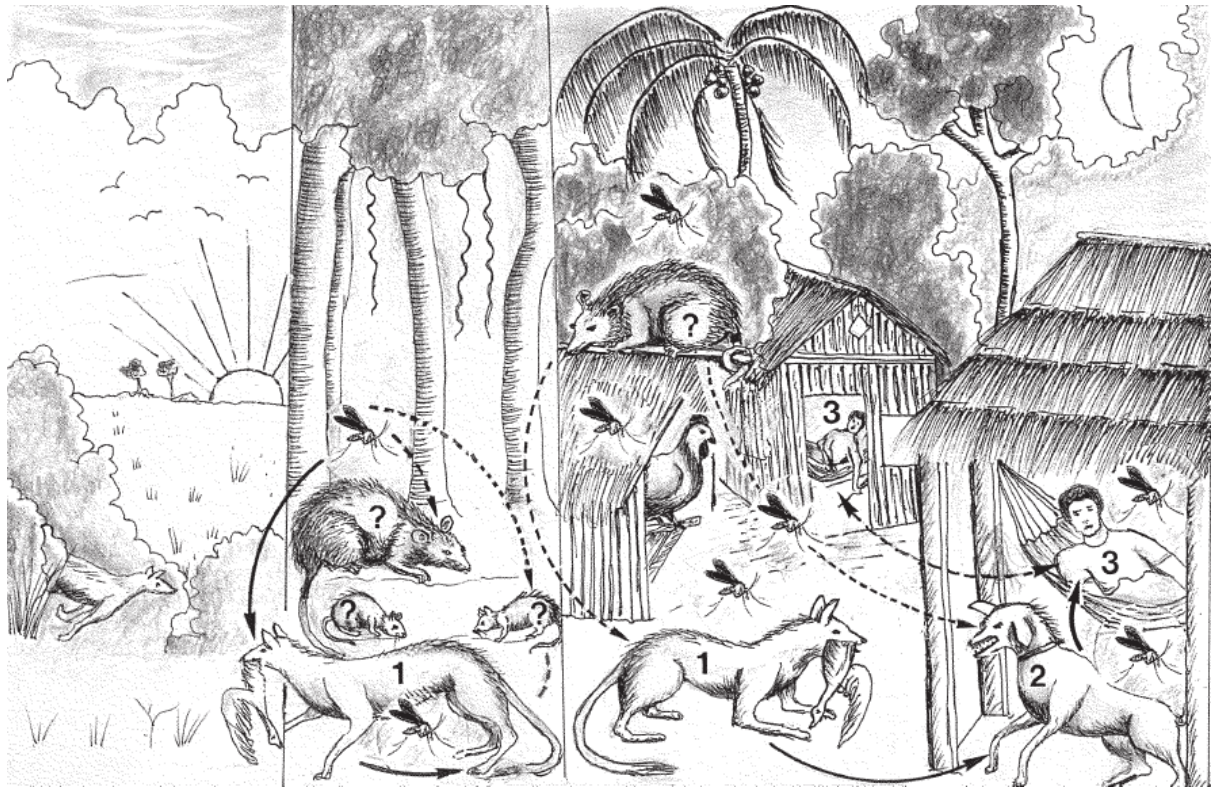


Figura 2: Ciclo epidemiológico da Leishmaniose.
Fonte: (Lainson e Rangel, 2003).

Na LTA, os flebotomíneos são os vetores naturais dos agentes etiológicos causadores da doença (ALMEIDA et al, 2010, p. 304). Eles apresentam ampla distribuição geográfica, sendo vistos sob as mais diversas condições climáticas e de altitude. O gênero *Lutzomyia* ocorre no Continente Americano e é o que apresenta o maior número de espécies, sendo elas as transmissoras de todas as formas de *Leishmania* nas Américas (NEVES, 2000).

Os flebotomíneos são insetos pequenos, de cor amarelada e pertencem à ordem Díptera, mesmo grupo das moscas, mosquitos, borrachudos e maruins; apresentam um par de asas e um par de pequenas estruturas, chamados de halteres ou balancins, responsáveis pela estabilidade do voo e o zumbido característico dos dípteros.

Eles estão divididos em seis gêneros pelo mundo: *Lutzomyia*, *Brumptomyia* e *Warileya* que são encontrados no novo mundo; e os gêneros *Phlebotomus*, *Sergentomyia* e *Chinius*, encontrados no velho mundo (SHIMABUKURO et al, 2011). As espécies encontradas no novo mundo são, predominantemente, do gênero *Lutzomyia*, que apresentam

características biologicamente diferentes do gênero *Phlebotomus*, que é predominante no velho mundo (ALEXANDER; YOUNG, 1992; DESJEUX, 2004).

De acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2007, p. 23), no Brasil, as principais espécies envolvidas na transmissão da LTA são: *Lutzomyia flaviscutellata*, *Lutzomyia whitmani*, *Lutzomyia umbratilis*, *Lutzomyia intermedia*, *Lutzomyia wellcome* e *Lutzomyia migonei* (Figura 3).

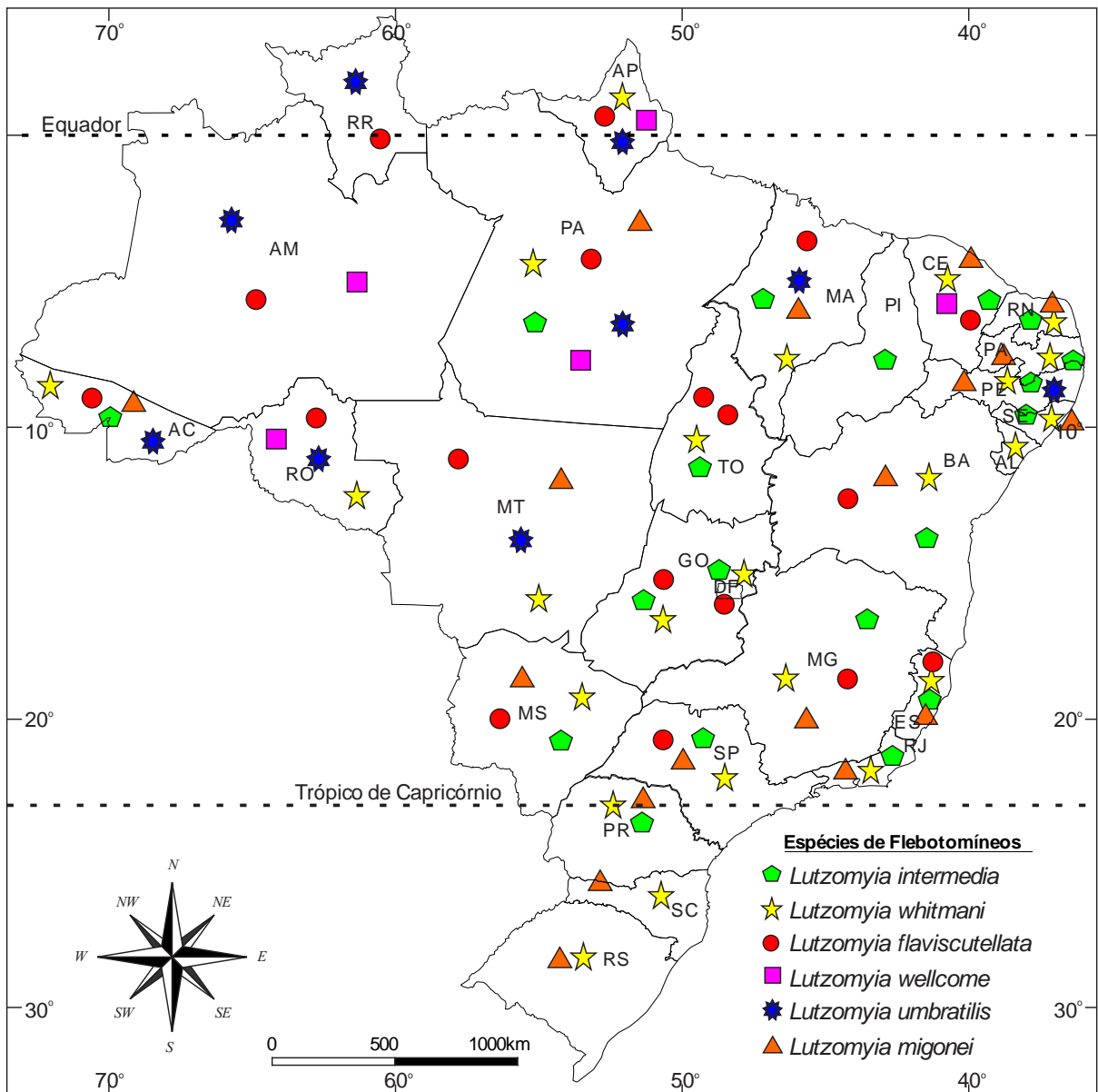


Figura 3: Principais espécies envolvidas na transmissão da LTA no Brasil.

Fonte: Brasil (2017, p. 22)

Devido à quantidade de espécies e à sua ampla distribuição geográfica, os flebotomíneos aparecem em todos os estados e são popularmente denominados de asa branca,

birigui, cangalhinha, flebótomo (ou freboti), mosquito-palha e tatuquira. Essa grande variedade de nomes populares indica que pessoas sem nenhum conhecimento em entomologia os distinguem de outros insetos hematófagos. São insetos de pequeno porte (1 a 3 milímetros), com dois pares de asas que lhes permitem deslocamento por saltitos (LEWIS, 1974). Eles são frágeis, pilosos, têm baixa capacidade de bater asas e são naturalmente silvestres (BRAZIL; BRAZIL, 2003).

Conforme relata Neves (2000, p. 360), ambos os sexos de flebotomíneos adultos exigem carboidratos como fonte de energia obtidos, geralmente, das plantas, porém, as vetoras necessitam também do repasto sanguíneo para obter principalmente aminoácidos necessários para o desenvolvimento dos ovos, alimentando-se, dessa forma, de diferentes mamíferos, inclusive o homem. Se contaminada pelo agente etiológico, a fêmea transmite-o pela picada e, conseqüentemente, acaba por infectá-los.

O agente etiológico é o organismo capaz de produzir infecção ou doença infecciosa (BRASIL, 1985, p. 9). Segundo Almeida Filho; Rouquayrol (2002, p. 31), ele é um ser vivo com variado grau de complexidade biológica tais como os vírus, ricketsia, bactéria, fungo, protozoário ou helminto, que podem ser introduzidos no meio interno de outro ser vivo, desenvolvendo-se e multiplicando-se. Conforme relatam Soerensen; Marulli (1999, p. 30), dependendo das predisposições intrínsecas do hospedeiro, uma infecção pode ou não evoluir para uma enfermidade, denominada de doença infecciosa. No caso da LTA, o agente presente na manutenção desta doença é a *Leishmania*.

De acordo com o Ministério da Saúde (Brasil, 2007, p. 21) a *Leishmania* é um protozoário pertencente à família Trypanosomatidae (Figura 4), parasito intracelular obrigatório das células do sistema fagocítico mononuclear, com duas formas principais: uma flagelada ou promastigota, encontrada no tubo digestivo do inseto vetor, e outra aflagelada ou amastigota, observada nos tecidos dos hospedeiros vertebrados.

As espécies de leishmanioses têm ampla distribuição mundial, sendo documentadas na África, Europa, Ásia e América. Segundo Lessa et al (2007, p. 844), no Velho Mundo (África, Europa, Ásia) são identificadas como agentes causais da leishmaniose a *L. tropica*, *L. major* e *L. aethiopia*, responsáveis por causarem leishmaniose tegumentar, e a *L. donovani* e *L. infantum*, agentes causais da leishmaniose visceral

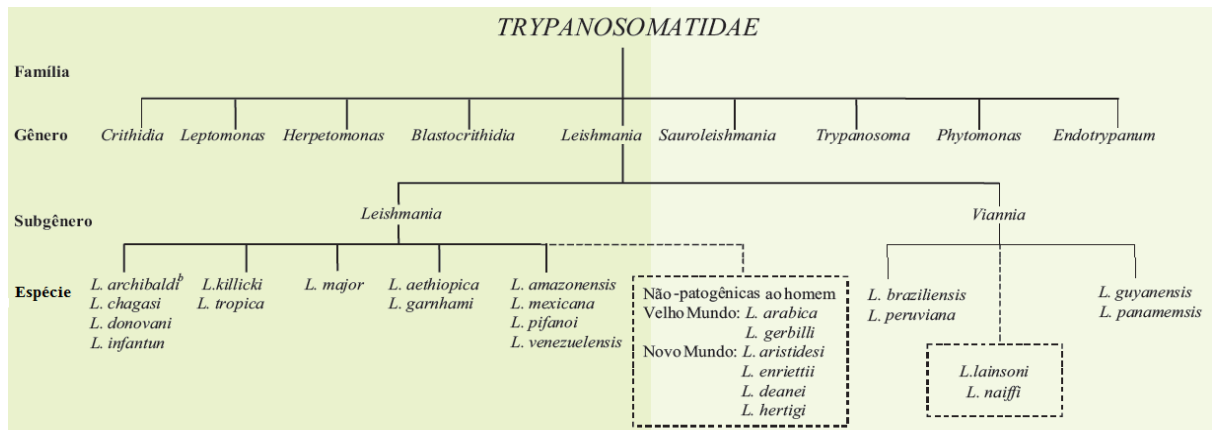


Figura 4: Taxonomia das Leishmanioses

Fonte: Brasil (2007, p. 10).

Dados do Ministério da Saúde (BRASIL, 2007, p. 21) mostra que, nas Américas, são atualmente reconhecidas 11 espécies dermatrópicas de *Leishmania* causadoras de doença humana. No Brasil foram identificadas sete espécies (Figura 5), sendo seis do subgênero *Vianna* e uma do subgênero *Leishmania*, sendo as três principais espécies a *L. (V.) braziliensis*, a *L.(V.) guyanensis* e a *L.(L.) amazonensis* e, mais recentemente, as espécies *L. (V.) lainsoni*, *L. (V.) nnaiffi*, *L. (V.) lindenberg* e *L. (V.) shawi* foram identificadas em estados das regiões Norte e Nordeste (BRASIL, 2007, p. 21).

Nas regiões Centro Oeste, Sudeste e Sul, com exceção da *Leishmânia (V.) lindenberg* que só ocorre na primeira, há a presença de duas espécies do protozoário: *Leishmânia (V.) braziliensis* e a *Leishmânia (L.) amazonensis*. As infecções humanas na região sul do Brasil, apesar da ocorrência destas duas espécies, são causadas principalmente pela espécie *Leishmania (V.) braziliensis* (MONTEIRO et al, 2009, p. 1084).

A transmissão da LTA se dá quando os flebotomíneos sugam junto com o sangue as formas amastigotas de um animal infectado (reservatório), que se alojam em partes de seu intestino levando-as a se transformar em promastigotas. Esta forma é alongada e apresenta um longo flagelo livre. No sistema digestivo de seus vetores, multiplicam-se por aparente divisão simples e assexuada e migram para a proboscídeo do inseto. A esta altura, bloqueiam o proventrículo, de onde podem ser inoculadas na pele do hospedeiro vertebrado, junto com a saliva. A partir do exposto a respeito do processo de transmissão da doença, cabe ressaltar também o papel dos reservatórios e dos hospedeiros na cadeia de infecção da doença, uma vez que os mesmos garantem o ciclo da LTA na natureza.

O reservatório de agentes infecciosos é qualquer ser, animal ou vegetal, ou matéria inanimada em que normalmente sobrevive e se reproduz um agente infeccioso, podendo ser

transmitido a um hospedeiro suscetível (BRASIL, 1985, p. 25). São considerados reservatórios da LTA as espécies de animais que garantam a circulação de leishmania na natureza dentro de um período de tempo e espaço. Já foram registrados como possíveis reservatórios naturais algumas espécies de roedores, marsupiais, edentados e canídeos silvestres (BRASIL, 2010, p. 23 e 24). De acordo com o Ministério da Saúde (Brasil, 2017), o homem não parece ter qualquer papel como reservatório no país, não havendo a transmissão de pessoa a pessoa.

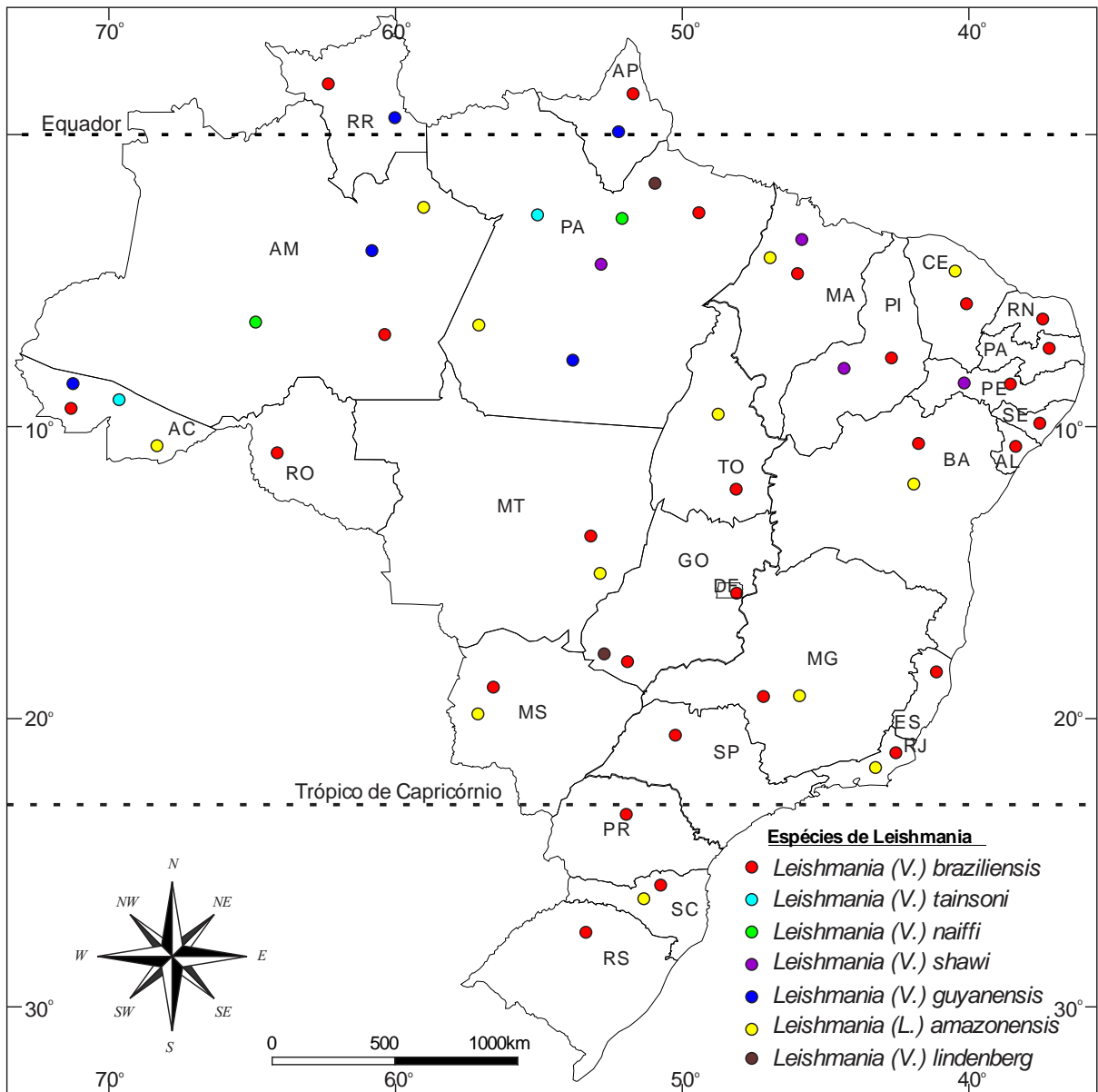


Figura 5: Distribuição das principais espécies de *Leishmania* responsáveis pela infecção da LTA no Brasil.

Fonte: (BRASIL, 2017, p. 20).

O hospedeiro é a pessoa ou animal vivo em que o agente etiológico chega à maturidade (CZERESNIA; RIBEIRO, 2000, p. 596). Em relação às infecções por leishmanias que causam a LTA, não só o homem se configura como o hospedeiro, mas também várias espécies de animais silvestres, sinantrópicos e domésticos (canídeos, felídeos e equídeos), ainda que em relação aos equídeos, seu papel na manutenção do parasito no meio ambiente ainda não foi definitivamente esclarecido (BRASIL, 2007, p. 24).

Atualmente as leishmanioses ocorrem em 98 países distribuídos em cinco dos seis continentes e sua notificação é compulsória em, aproximadamente, 30 deles (ALVAR et al, 2012). Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) indicam que 350 milhões de pessoas estão expostas ao risco de contrair a doença, com registro aproximado de dois milhões de novos casos, das diferentes formas clínicas ao ano (ALVAR et al, 2012).

1.2.1 Distribuição Geográfica Mundial e Fatores de Risco associados à LTA

Entre os tipos de Leishmaniose que acometem os seres humanos, a LTA é a forma mais disseminada da doença. Ela é endêmica nas regiões tropicais da América, África e Índia, nas subtropicais do sudoeste da Ásia e no Mediterrâneo (LIMA, et al 2002, p. 682), conforme é apresentado na Figura 6. De acordo com a Organização Mundial da Saúde, entre os anos de 2005 e 2013 foram registrados um total de 1.714.224 novos casos da doença em países destas regiões endêmicas (WHO, 2015), com uma média de mais 190.000 casos novos por ano.

Conforme relata Desjeux (2004, p. 307), existe provavelmente uma diferença ainda maior entre o número de casos realmente ocorrendo e o número de casos relatados. Isto se dá, entre outros fatores, porque numerosos casos não são diagnosticados ou registrados, especialmente quando os pacientes não têm acesso a serviços médicos, ou quando as capacidades de diagnóstico são escassas ou ausentes, ou quando os medicamentos não estão permanentemente disponíveis.

Do total registrado no período de 2005 a 2013, aproximadamente 84% dos casos ocorreram em dez países endêmicos da doença (Figura 7): Síria (25,04%), Afeganistão (16,68%), Iran (14,05%), Brasil (13,73%), Colômbia (8,01%), Argélia (7,63%), Peru (5,15%), Paquistão (3,53%), Tunísia (3,48%) e Marrocos (2,72%). Em alguns destes países houve um claro e preocupante aumento no número de casos, conforme segue: na Síria (2005, 21.951 casos e em 2013, 71.996 novos casos); no Afeganistão (2005, 12.752 casos e em 2012, 33.894 novos casos).

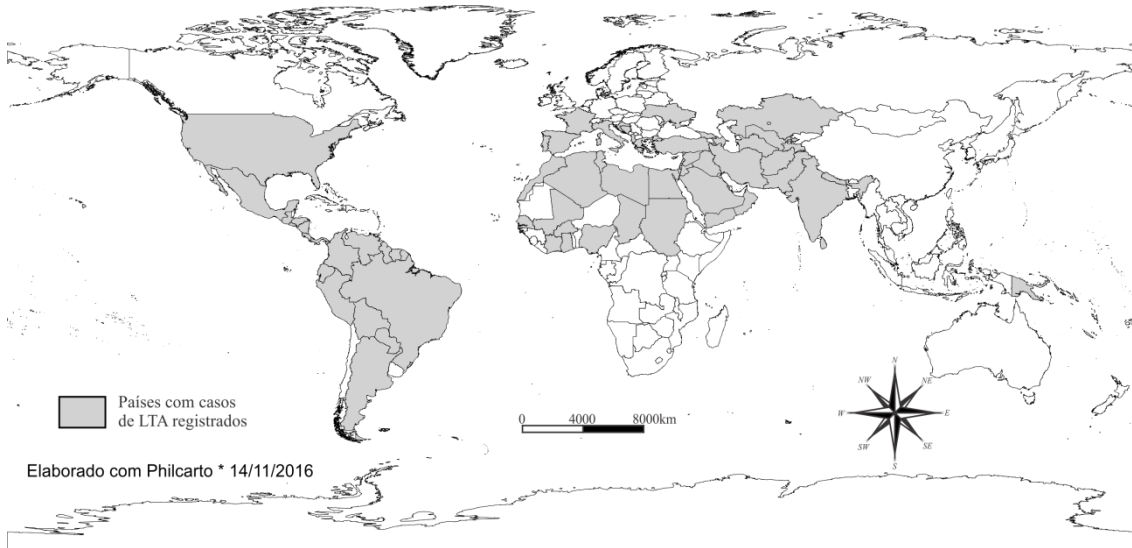


Figura 6: Países com casos notificados de LTA entre 2005 e 2013.
Fonte: WHO (2015); **Organização:** Américo José Marques (2017)

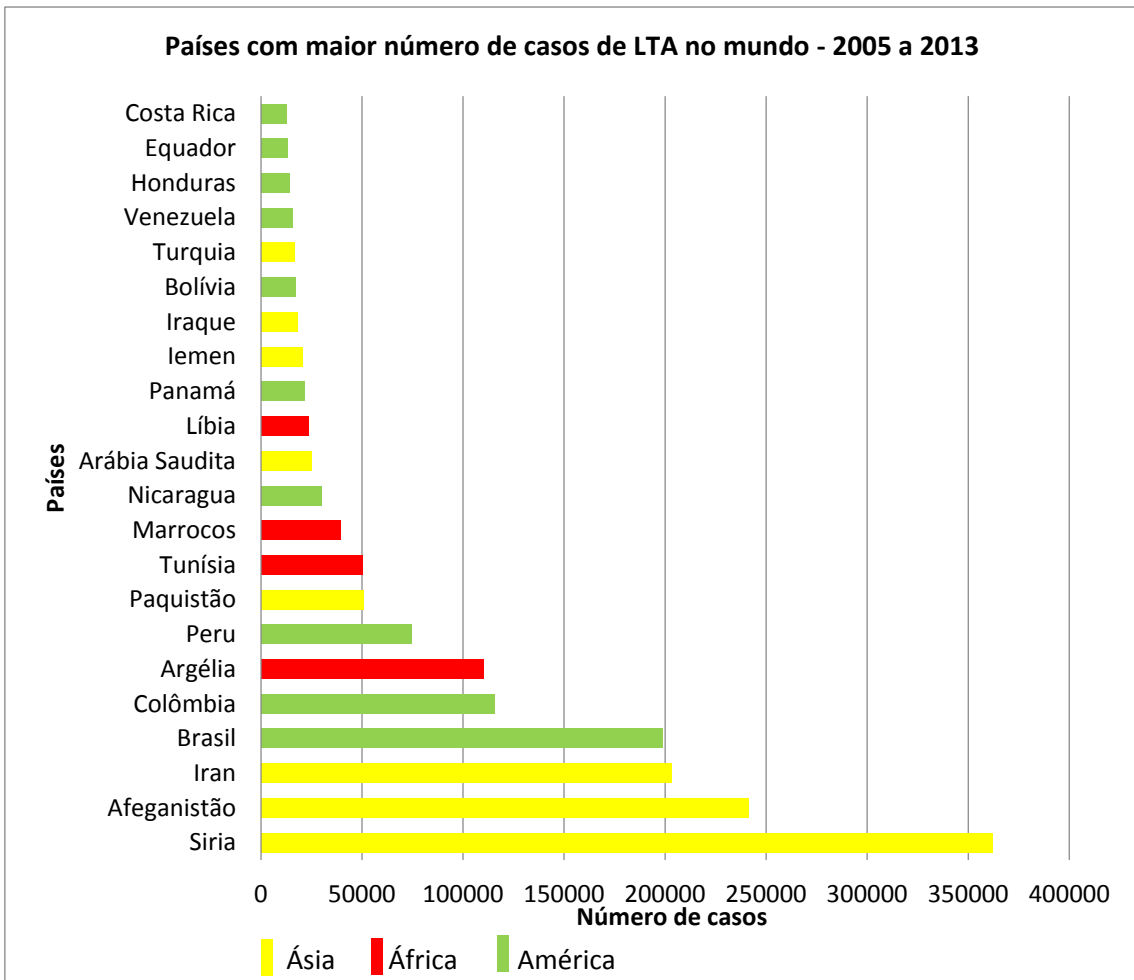


Figura 7: Países com maior número de casos notificados de LTA entre 2005 e 2013.
Fonte: WHO (2015); **Organização:** Américo José Marques (2017)

Tal aumento no número de casos da doença não está relacionado somente com alterações ambientais que contribui para o aumento da fauna de vetores da doença, mas também a fatores de risco individuais que facilitam a infecção à LTA. Na Síria, por exemplo, conforme relata Rebecca et al (2016, p. 2),

[...] mesmo antes da crise atual, o governo sírio tem lutado para conter a LT endêmica. Depois de um hiato de 30 anos durante o qual a LT foi principalmente restrita a Aleppo e Damasco, ela reemergiu no noroeste da Síria, em 1988. Em 1991, a incidência de LT caiu temporariamente devido à pulverização de inseticidas, mas começou a subir rapidamente novamente, mesmo com a pulverização de inseticidas. O aumento do número de casos pode ter sido explicado em parte pela maior conscientização e notificação da doença; entretanto, a explicação mais provável para o aumento dramático e distribuição de LT começando no início dos anos 90 decorre de fatores socioeconômicos e ambientais. Durante este tempo, a Síria experimentou uma urbanização rápida e descentralizada à medida que os subúrbios da cidade se expandiam e a densidade populacional aumentava. As pessoas começaram a migrar das áreas rurais para as urbanas e os departamentos municipais, subjugados por essas mudanças, não puderam mais fornecer serviços adequados de higiene e saneamento, como coleta e disposição de lixo, assim como pulverização de inseticidas. À medida que as populações migraram, indivíduos sem imunidade ficaram expostos à LT e a propagação da doença. Tais fatores podem explicar um aumento acentuado do número aparente de casos de LT na Síria a partir de 2008.

No caso do Afeganistão, o que determinou o aumento no número de casos da doença nos últimos anos foi a deterioração das condições sociais e econômicas nos subúrbios pobres da cidade de Cabul, onde a população de baixa renda se concentra devido à maciça migração rural-urbana (DESJEUX, 2004, p. 308). Este fenômeno também é o principal responsável pela ocorrência da LT em outras áreas. Segundo Desjeux (2001, p. 240), a migração das áreas rurais para as áreas urbanas representa o maior fator de risco para a infecção à LT. Devido a fatores socioeconômicos, demográficos, culturais, religiosos e ambientais, bem como a perturbações climáticas (seca ou inundação) e/ou insegurança (agitação civil ou guerra), as pessoas estão cada vez mais abandonando suas aldeias e se mudando para os subúrbios pobres das cidades.

Nos subúrbios pobres de Sanliurfa (Turquia), Shiraz e Celeiro (Iran), Alepo (Síria), Mosul (Iraque), Kandahar e Herat (Afeganistão), devido a densidade populacional ser elevada e as condições sanitárias serem baixas (esgotos abertos, ausência do recolhimento de resíduos,

falta de saneamento e habitação precária), há uma maior exposição ao vetor transmissor desta enfermidade e, conseqüentemente, a transmissão da LT para o ser humano é especialmente alta (DESJEUX, 2004, p. 308).

De acordo com PETERS; PASVOL (2007, p. 103), no Novo Mundo, área geográfica que abarca o continente americano, a Leishmaniose Tegumentar ocorre localmente desde o estado do Texas (sul dos Estados Unidos) e México, se expandindo para o sul em direção à América Central e à América do Sul. Os autores relatam que a doença é limitada pela cadeia montanhosa dos Andes a oeste, com exceção do Peru, onde ela é encontrada nas encostas a oeste desta cadeia. Seu alcance meridional no continente sulamericano se limita ao norte e nordeste da Argentina (SALOMÓN et al, 2012). Neste continente, os únicos países onde não ocorrem casos da doença são no Chile e no Uruguai (NEVES, 2000, p. 356; GONTIJO; CARVALHO, 2003, p. 72; BONAMIGO et al, 2005, p. 167).

Dos 529.449 novos casos registrados no continente entres os anos de 2005 e 2013, aproximadamente 74% deles foram contabilizados em três países, todos eles situados na América do Sul: Brasil (198.496 casos; 37,49%), Colômbia (115.786 casos; 21,87%) e Peru (74.452 casos; 14,06%).

A princípio, segundo Basano; Camargo (2004, p. 332), neste continente, a LTA é considerada uma zoonose primária de mamíferos silvestres (roedores, marsupiais, edentados e primatas) e dessa forma, o homem adquire a infecção ao entrar em contato com as áreas florestais onde existem as enzootias pelas diferentes espécies de *Leishmania*. Em contrapartida, de acordo com Ferro et al (2015, p. 2), este paradigma da transmissão de *Leishmania* foi quebrado, sugerindo, além deste, o estabelecimento de novos ciclos de transmissão, pois espécies de parasitas estão mostrando uma plasticidade impressionante para se adaptar a novas espécies de vetores em condições ambientais mutáveis ou novas, distantes dos ciclos enzoóticos previamente conhecidos.

Como exemplo, os autores citam que, na Colômbia, alguns parasitas como *Leishmania* (*Viannia*) *guyanensis* mostraram o seu potencial para migrar das regiões da Amazônia e do Orinocco e gerar focos de transmissão em diferentes regiões ecológicas como os vales andinos do Chaparral acima de 1000 metros de altitude, regiões estas bem diferentes ecologicamente das anteriores. A situação atual da transmissão de leishmanioses na Colômbia não só mostrou um aumento no número de casos, como também uma variação importante em comparação com os padrões eco-epidemiológicos anteriores em ciclos de transmissão: as espécies de vetores de insetos mostraram um aumento em sua distribuição espacial e habitat, sendo coletadas inclusive perto de assentamentos humanos (FERRO et al, 2015, p. 2), ou seja,

os ciclos de transmissão estão ocorrendo em seus ecossistemas silvestres originais e também nas áreas urbanas e periurbanas.

No Peru, a Leishmaniose Tegumentar tem sido um importante problema de saúde pública, ocorrendo aproximadamente 74% de toda a superfície do país (WHO, 2014). Segundo Shender et al (2014, p. 1 e 2), a região mais problemática é a província Madre de Dios, localizada na região amazônica do país, na divisa entre Brasil e Bolívia. Segundo os autores, apesar dela ser a província com menor densidade demográfica do Peru, é a que apresenta a maior taxa de incidência dos casos de LTA, que pode ser explicado, em parte, pelas questões ambientais locais (habitat e clima) e também por vários outros fatores prováveis que contribuem com o alto número de casos na província, incluindo atividades humanas que levam as pessoas a entrarem em contato com os vetores causadores da doença, tais como construção de estradas, indústria extrativa (mineração e exploração madeireira), agricultura e migração de pessoas de outras regiões do país para esta província.

No Brasil, a LTA ocorre em surtos epidêmicos em regiões que estão sendo colonizadas e, pela derrubada de matas, o homem penetra na biocenose do meio, sendo a infecção transmitida através de animais silvestres. Eventualmente, em regiões já colonizadas, permaneceram áreas de matas nativas, onde animais silvestres são reservatórios de leishmanias.

1.2.2 Distribuição Geográfica dos casos de LTA no Brasil e os condicionantes ambientais para a manutenção dos Flebotomíneos

Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2015), o Brasil é o quarto país com o maior número de casos novos registrados no mundo, sendo superado apenas por Síria, Afeganistão e Iran, e o primeiro colocado em número de casos de LTA no continente americano (Figura 6). Na década de 80, a LTA foi assinalada em 19 estados, verificando sua expansão geográfica quando, em 2003, foi confirmada a autoctonia em todos os estados brasileiros (BRASIL, 2007, p. 18).

É uma zoonose em franca expansão geográfica no Brasil, sendo uma das infecções dermatológicas mais importantes pelas dificuldades terapêuticas, deformidades e sequelas que pode acarretar. Em 1950 houve redução dessa forma clínica da doença, mas a partir da década de 1980 o número de casos notificados vem aumentando progressivamente. Atualmente, a LTA constitui problema de Saúde Pública e a importância de estudos sobre ela reside não somente na sua alta incidência e ampla distribuição geográfica, mas também na possibilidade

de assumir formas que podem determinar lesões destrutivas, desfigurantes e também incapacitantes, com grande repercussão no campo psicossocial do indivíduo (GONTIJO e CARVALHO, 2003, p. 72). Ela é uma doença que consta na Lista Nacional de Doenças e Agravos de Notificação Compulsória.

Conforme os dados disponibilizados pelo Ministério da Saúde, no País, foram notificados um total de 181.767 novos casos autóctones no período de janeiro de 2006 a dezembro de 2015. Basano; Camargo (2004, p. 332) relatam que a LTA se distribui por todo o território nacional e, atualmente, todos os Estados brasileiros têm registros da enfermidade (Figura 8). Conforme é mostrado na referida figura, a LTA é mais frequente nas regiões Norte, com 75.025 casos (41,28%) e Nordeste, com 61.605 casos (33,89%) do País, seguidos pelas regiões Centro Oeste, com 26.595 casos (14,63%), Sudeste, com 15.255 casos (8,39%) e Sul, com 3.287 casos autóctones da doença (1,81%),

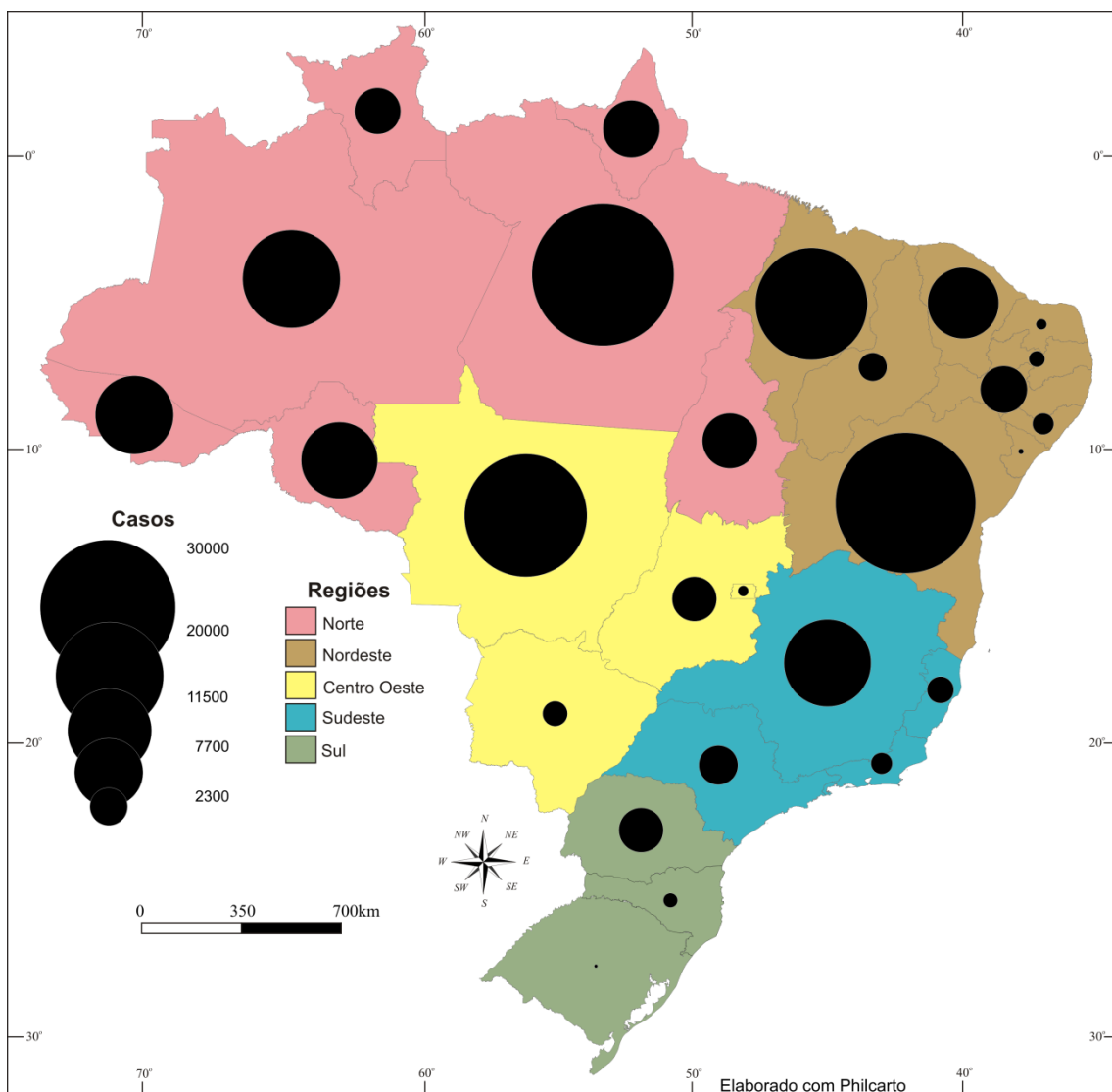


Figura 8: Número de casos autóctones notificados no Brasil entre 2006 e 2015.

Fonte: Ministério da Saúde/SVS – Sinan (2017); **Organização:** Américo José Marques (2017)

A doença apresenta diversidade de agentes, hospedeiros, reservatórios, situação epidemiológica e vetores ocorrendo em diferentes ecossistemas, resultando em distintos e complexos padrões de transmissão que dificultam seu controle (CURTI et al, 2009), e seu perfil ecológico vem se alterando com o passar do tempo.

De acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2007, p. 13), o perfil epidemiológico da doença se modificou com o tempo devido aos vários aspectos civilizatórios de colonização. Nas últimas décadas, as análises epidemiológicas da leishmaniose tegumentar americana (LTA) tem sugerido mudanças no padrão de transmissão da doença, inicialmente considerada zoonoses de animais silvestres, que acometia ocasionalmente pessoas em contato com as florestas. Posteriormente, a doença começou a ocorrer em zonas rurais, já praticamente desmatadas, e em regiões periurbanas. Atualmente, observa-se a existência de três perfis epidemiológicos: a) silvestre – em que ocorre a transmissão em áreas de vegetação primária (zoonose de animais silvestres); b) ocupacional ou lazer – em que a transmissão está associada à exploração desordenada da floresta e derrubada de matas para construção de estradas, extração de madeira, desenvolvimento de atividades agropecuárias, ecoturismo; (antropozoonose); e c) rural ou periurbana – em áreas de colonização antigas e recentes (zoonose de matas residuais) ou periurbana, em que houve adaptação do vetor ao peridomicílio (zoonose de matas residuais e/ou antropozoonose).

Em condições naturais, esses insetos existem em comunidades estáveis distribuídas ao longo dos diversos biótopos, com características climáticas, de fauna e de flora adequadas para a sua manutenção. Tais características, somadas à questão altimétrica, revelam os ambientes mais propícios para o desenvolvimento e manutenção das espécies de flebotomíneos ao meio em que vivem.

No que tange à vegetação, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016), no Brasil há seis biomas constituídos individualmente pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições biogeográficas, de fauna e de flora similares e história compartilhada de mudanças, o que resulta em uma diversidade biológica própria: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa. (Figura 9).

A umidade é um dos fatores determinantes à manutenção destes insetos nos abrigos, dentre os quais se tem: troncos de árvores, tocas de tatu, folhas caídas no solo, grutas e fendas nas rochas (AGUIAR; MEDEIROS, 2003). A floresta tropical é o ambiente que mais oferece estes abrigos aos insetos. O principal biótopo escolhido pelos flebotomíneos encontradas no

país são os troncos de árvores. Sendo assim, no Brasil, a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica se destacam frente aos demais biomas (AGUIAR; MEDEIROS, 2003), porém não são os únicos, uma vez que vários estudos comprovam a existência destes insetos em outros biomas brasileiros e, conseqüentemente, a ocorrência de casos da doença nestas áreas (FILHO; GARCIA-ZAPATA, 2004).

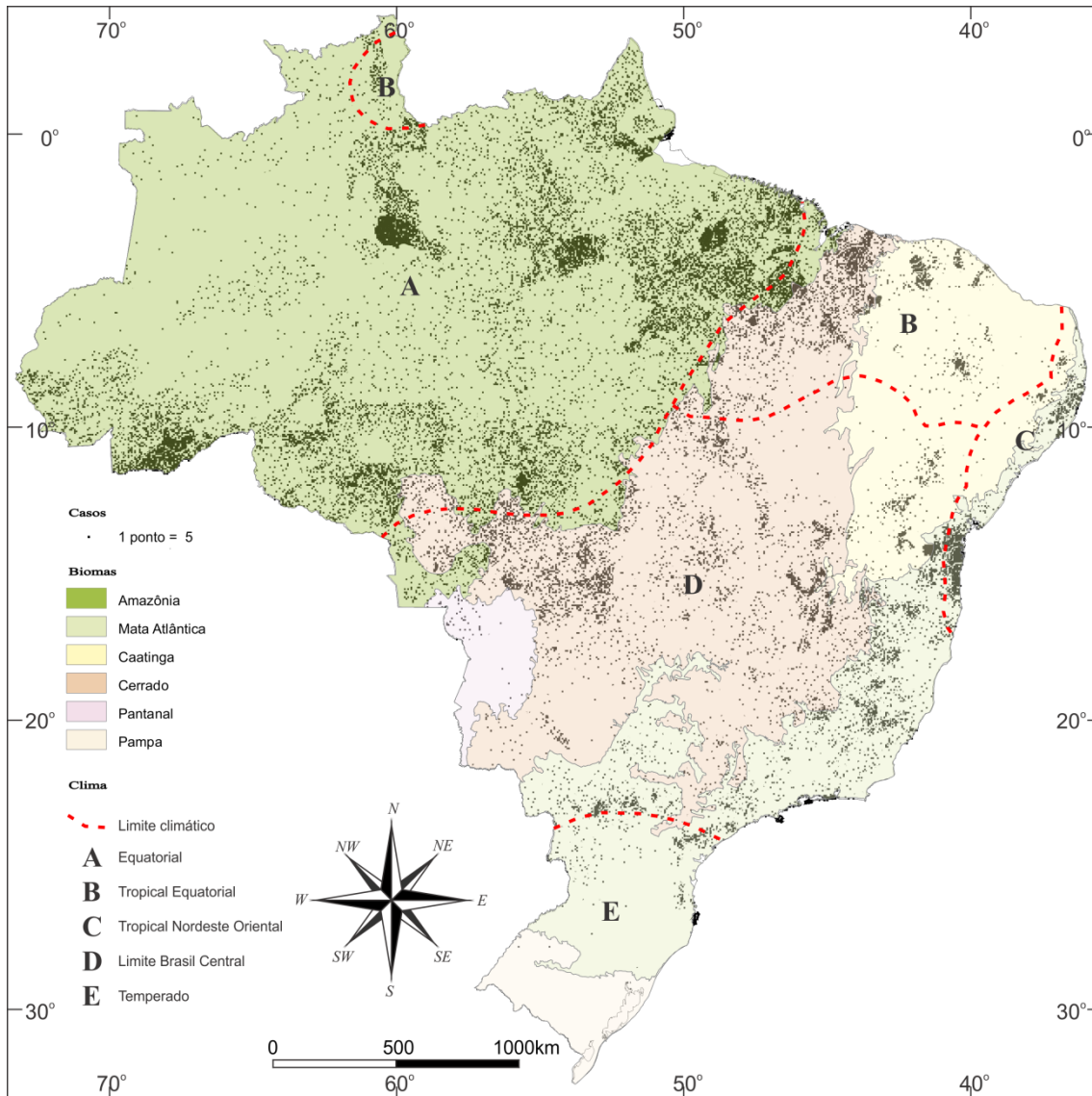


Figura 9: Tipos climáticos no Brasil e a distribuição dos casos autóctones urbanos de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

Fonte: Ministério da Saúde/SVS – Sinan (2017); **Organização:** Américo José Marques (2017)

Outro fator representativo para a sua manutenção é a fonte de alimentos da qual estes insetos necessitam para a sua sobrevivência. Conforme já destacado, de acordo com Neves (2000, p. 360), ambos os sexos de flebotomíneos adultos exigem carboidratos como fonte de energia obtidos, geralmente, das plantas. Porém, as vetoras necessitam também do repasto

sanguíneo para obter principalmente aminoácidos necessários para o desenvolvimento dos ovos, alimentando-se, dessa forma, de diferentes mamíferos (roedores, marsupiais, primatas, carnívoros). A diversidade de mamíferos encontradas no Brasil atinge números expressivos e eles estão distribuídos heterogeneamente por todos os biomas brasileiros (REIS et al, 2006, p. 22 e 24). Assim, é garantido o repasto sanguíneo para fêmeas e, conseqüentemente, a manutenção do ciclo de vida das várias espécies de flebotomíneos no território nacional

Outro aspecto importante para a sobrevivência destes insetos, devido à sua estrutura orgânica delicada, são as alterações bruscas do clima que os afugentam de determinados ambientes. Eles sobrevivem em regiões onde a temperatura média varia entre 16°C a 44°C (COLACICCO-MAYHUGH et al, 2010). De acordo com o IBGE (2012), no Brasil, há três tipos de clima em escala regional: equatorial, tropical e temperado (Figura 9). O clima equatorial abrange boa parte do território nacional, englobando principalmente a região da Floresta Amazônica, onde chove quase diariamente e faz muito calor.

Já o clima tropical varia de acordo com a região, sendo dividido em Tropical Equatorial, Tropical Brasil Central e Tropical Nordeste Oriental. De modo geral, o clima tropical também é quente, porém, durante o ano, apresenta chuvas menos regulares se comparado com o clima equatorial

O clima temperado ocorre em grande parte da região Sul do Brasil, abarcando as regiões central e sul do Paraná e os estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul. De maneira geral, nestas regiões, apesar do decréscimo da precipitação nos meses de inverno ser mais marcante, praticamente não chega a ocorrer uma estação seca bem definida (NIMER, 1990). A temperatura média nos meses mais quentes pode chegar aos 26°C enquanto que, nos meses mais frios, a média térmica não ultrapassa 15°C e a temperatura mínima absoluta só não registra valores negativos no litoral paranaense e no litoral norte de Santa Catarina, ocorrendo geadas no restante da área ou neve em algumas regiões montanhosas, como é o caso das Serras Gaúchas.

Outra questão que deve ser enfatizada é o comportamento altimétrico em que os flebotomíneos conseguem resistir. Eles sobrevivem em cotas que vão desde o nível do mar até 1500 metros de altitude (COLACICCO-MAYHUGH et al, 2010). De acordo com o IBGE (2002, p. 96), o Brasil, no seu aspecto altimétrico, apresenta altitudes modestas, raramente ultrapassando os 1.200 metros. Este fato se dá devido a não ocorrência de dobramentos modernos, o que contribui para a existência de um relevo bastante desgastado e rebaixado devido à ação do intemperismo e dos processos erosivos, que ao longo do tempo, desgastaram as velhas estruturas geológicas salientes no território (IBGE, 2002, p. 96). Se for considerado somente esse aspecto na análise da distribuição dos flebotomíneos, praticamente todo o território nacional teria condições para a sua manutenção.

É importante frisar que, a princípio, a leishmaniose é uma doença silvestre e este padrão de transmissão ocorre somente em áreas de vegetação primária e é, fundamentalmente, uma zoonose de animais silvestres, que pode acometer o ser humano quando ele entra em contato com estes ambientes onde esteja ocorrendo enzootia. Com a exploração desordenada da floresta e derrubada de matas para construção de estradas, usinas hidrelétricas, instalação de povoados, extração de madeira, desenvolvimento de atividades agropecuárias, de treinamentos militares e ecoturismo, acarretando no processo migratório, ocupação de encostas e aglomerados em centros urbanos associados a matas secundárias ou residuais, o ser humano passou a fazer parte do padrão de transmissão.

Conforme destacam Negrão; Ferreira (2014, p. 151), o crescimento migratório aliado ao processo histórico de organização espacial nas últimas décadas tem propiciado a proliferação de áreas de alto risco e infecção por *Leishmania* em áreas urbanas brasileiras, ora associadas a áreas verdes e outras como consequência do desequilíbrio ecológico, evidenciada em algumas áreas periurbanas ou associadas às áreas de desmatamentos.

Por estas razões, conforme relatam Pirajá; Lucheis (2014, p. 505), algumas espécies de flebotomíneos que outrora apresentavam comportamento exclusivamente silvestre, têm sido encontradas nas áreas urbanas perto de habitações humanas, em plantações de bananeiras e também em fragmentos florestais, demonstrando que se encontram em processo de adaptação às modificações provocadas pelo homem. Atualmente elas são encontradas tanto em áreas remotas e isoladas (GALATI et al, 1997), quanto em áreas urbanas como resultado do avanço humano sobre o ambiente natural (ANDRADE, 2012; KASSEM et al, 2012).

A população urbana que representava 32,2% da população total do país em 1940 atinge 84% em 2010 (IBGE, 2010). Neste período ocorreu uma inversão em relação ao local de moradia da população brasileira, que se tornou cada vez mais urbana (SANTOS 1993; SCARLATO, 2005). Em muitos casos, a urbanização ocorreu rapidamente, sem um planejamento adequado, e as cidades não estavam preparadas para se tornar o espaço de moradia da maior parte da sociedade brasileira. A aglomeração de pessoas, principalmente em locais inadequados para a moradia, gera sérios problemas com agravamento de riscos à coletividade, particularmente na saúde, com a possibilidade de epidemias.

Conforme se observa na Figura 9, a ocorrência de casos autóctones urbanos da LTA registrados nos últimos anos, tem sido verificada nas áreas de abrangência de todos os diferentes biomas brasileiros, corroborando a presença do vetor em todos eles. De acordo com Acevedo; Arrivillaga (2008), a ocorrência de epidemias de LTA causadas nas áreas urbanas

pelos flebotomíneos está diretamente ligada a problemas de expansão urbana que ocorre pela introdução acidental ou planejada do homem em regiões onde os flebotomíneos habitam.

Outro aspecto importante que pode ser levantado é que os casos autóctones urbanos de LTA se distribuem de forma homogênea por, praticamente, toda área abarcada pelo clima tropical, com algumas concentrações em municípios localizados nos estados do Norte, Nordeste, Centro Oeste e Sudeste. Nas proximidades da transição entre os climas tropical e temperado, ainda são encontradas algumas concentrações do número de casos, principalmente, nos municípios do norte e oeste do Paraná. A partir daí, indo em direção aos estados do extremo sul do País, as cidades com casos autóctones urbanos de LTA vão ficando mais rarefeitas, fato este que pode ser explicado pela pouca adaptação dos vetores relacionada a questões climáticas e de vegetação existente na área.

Este mesmo comportamento pode ser verificado com relação às espécies de flebotomíneos encontrados no Brasil (Figura 3). Nas regiões Norte e Nordeste do País há o predomínio de todas as espécies do vetor, seguido das regiões Centro Oeste e Sudeste com cinco espécies (exceto a *Lutzomyia wellcome*) e a região Sul com três das seis espécies existentes em todo o território nacional: *Lutzomyia whitmani*, *Lutzomyia intermedia* e *Lutzomyia migonei*.

A partir do exposto, o que pode se inferir é que a associação dos fatores biogeográficos adequados (clima, fauna, flora e altimetria), aliados a fatores antrópicos, ajuda na manutenção e readaptação destes insetos aos novos ambientes criados, favorecendo a proliferação dos flebotomíneos na maior parte do território nacional. Isto explica a ampla distribuição geográfica dos casos autóctones urbanos de LTA em grande parte das cidades brasileiras. Cabe destacar, conforme já explicitado, que tanto o número de espécies dos flebotomíneos quanto o número de casos autóctones da doença sofrem uma ruptura a partir dos estados da região Sul do Brasil, conforme exposto a seguir.

1.2.3 Distribuição Espacial dos Casos Autóctones Urbanos da LTA na Região Sul do Brasil e suas Características Biogeográficas

A Região Sul territorialmente é a menor das cinco regiões do Brasil, ocupando uma área aproximada de 580.000 km², o que representa pouco mais de 6,75% de todo o território nacional. Delimitada, aproximadamente, pelos paralelos de 22° 00'e 30° 00'Sul e pelos meridianos 48° 00' e 57° 00' Oeste, é cortada pelo Trópico de Capricórnio ao norte do estado

do Paraná, 5,65% de sua área se encontra na zona tropical e o restante da região se encontra na zona subtropical.

A ocorrência de casos autóctones de LTA está intimamente relacionada à existência do vetor transmissor desta doença. Infere-se, desta forma que, onde há eventos autóctones dessa doença há, também, a presença do vetor, pois estes eventos são os casos confirmados da doença com provável infecção no local de residência. Conforme já relatado, em condições naturais, estes insetos existem em comunidades estáveis distribuídas ao longo dos diversos biótopos, com características climáticas, de fauna e de flora adequadas para a sua manutenção.

Na região Sul, estas características ambientais também interferem na sobrevivência desses insetos e é importante a análise destas para melhor se verificar a distribuição espacial dos casos autóctones da LTA nesta região.

No que tange aos aspectos altimétricos (Figura 10), a região apresenta-se com altitude entre o nível do mar na costa litorânea do Oceano Atlântico até 1.922 metros acima do nível do mar nas serras (EMBRAPA, 2012, p. 20). Estas áreas mais elevadas fazem parte do conjunto de planaltos nos terrenos cristalinos da borda oriental da região Sul que compõem a Serra do Mar, destacando-se o pico do Paraná, na serra do Ibitiraquire, com 1922m de altitude e o morro da Igreja, localizado no parque estadual de São Joaquim, no sudoeste de Santa Catarina, com 1822m de altitude (HERMANN; ROSA, 1990). Estas áreas mais elevadas, acima de 1500m, representam menos de 0,01% de toda a superfície da região Sul.

Analisando conjuntamente a altimetria e a distribuição espacial dos casos autóctones urbanos da LTA na região, percebe-se uma maior concentração das ocorrências no norte, sudoeste e leste do estado do Paraná e no noroeste de Santa Catarina, onde as cotas não ultrapassam os 1.000m de altitude. Ocorrências mais esparsas são encontradas na região central do Paraná, onde as cotas ultrapassam os 1.000m, mas não chegam a atingir os 1.500m de altitude. Alguns casos mais pontuais ocorrem também no oeste de Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, onde, na sua porção nordeste, ocorre uma pequena concentração de casos e as altitudes não ultrapassam os 500m.

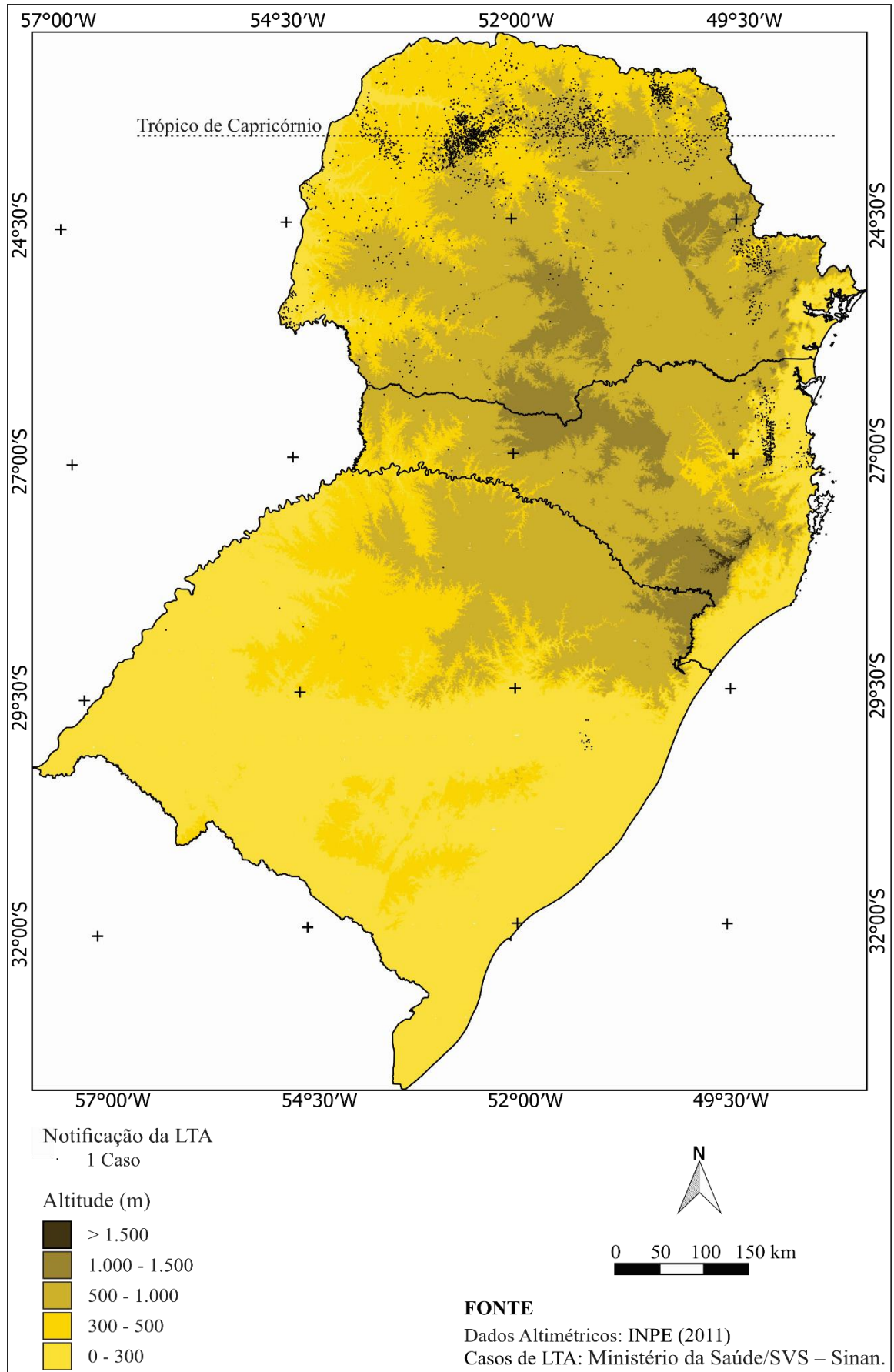


Figura 10: Altimetria e a distribuição dos casos autóctones urbanos de LTA na região Sul do Brasil.
Organização: Américo José Marques (2017)

Se por um lado, a distribuição espacial dos casos de LTA, representada na Figura 10, corrobora a questão da limitação altimétrica para a sobrevivência e manutenção dos flebotomíneos (nível do mar a 1.500m de altitude), por outro lado a altitude não é, por si só, suficientemente capaz de explicar, na totalidade, esta distribuição, uma vez que, na região, há várias áreas com cotas adequadas à vida dos vetores e que não há a ocorrência de casos de LTA. Por esta razão, faz-se necessária a análise de outros elementos que possam contribuir e melhor explicar a questão da distribuição dos casos de LTA e, conseqüentemente, da distribuição de tais vetores na região Sul.

A umidade e temperatura são também variáveis climáticas que devem ser inferidas, já que os mosquitos transmissores são sensíveis a determinadas condições. No que se refere à primeira, a região é privilegiada pelo regime anual de precipitação pluviométrica, sendo uma das zonas terrestres bem regadas pelas chuvas, cuja uniformidade de distribuição só raramente determina período seco ou subseco (LEITE; KLEIN, 1990, p. 113), não sendo, portanto, um fator limitante para a manutenção das espécies de flebotomíneos na região, pois elas precisam de umidade para a sua sobrevivência.

Quanto à temperatura, uma análise mais criteriosa deve ser arrolada, uma vez que a região possui uma diversidade maior na variação térmica, ora limitando, ora sendo mais adequada à vida dos flebotomíneos. Conforme relata Nimer (1990, p. 182), na região sul, deve-se reconhecer pelo menos três categorias ou domínios climáticos (Figura 11): clima subquente, clima mesotérmico brando e o clima mesotérmico médio.

O clima mesotérmico médio apresenta a temperatura média anual muito baixa, situando-se entre 12 e 14°C e, pelo menos, um mês com temperatura média inferior a 10°C. Caracteriza-se por possuir inverno acentuado, cujo frio é uma constante dia e noite, e verão cujo calor é praticamente ausente, pelo efeito da altitude, pois este clima ocorre nas cotas altimétricas acima de 1300m no Paraná, entre 1200 a 1300m no Norte e entre 1100 e 1200 no sul de Santa Catarina e entre 1000 e 1100 no norte do Rio Grande Sul (NIMER, 1990, p. 185). Neste tipo climático não há ocorrência de casos de LTA devido às características térmicas que são inadequadas à sobrevivência dos vetores transmissores desta doença.

No domínio climático mesotérmico brando que abrange grande área territorial da região Sul a altitude exerce papel muito importante para sua ocorrência no estado do Paraná, embora neste estado ele não ocorra em altitudes tão elevadas quanto o clima mesotérmico médio. Em Santa Catarina e Rio Grande do Sul, sua ocorrência se deve unicamente à posição destes em latitudes subtropicais, constantemente sujeitas à invasão de massas frias de origem polar, ocorrendo, inclusive, ao nível do mar. Nimer (1990, p. 184) relata que

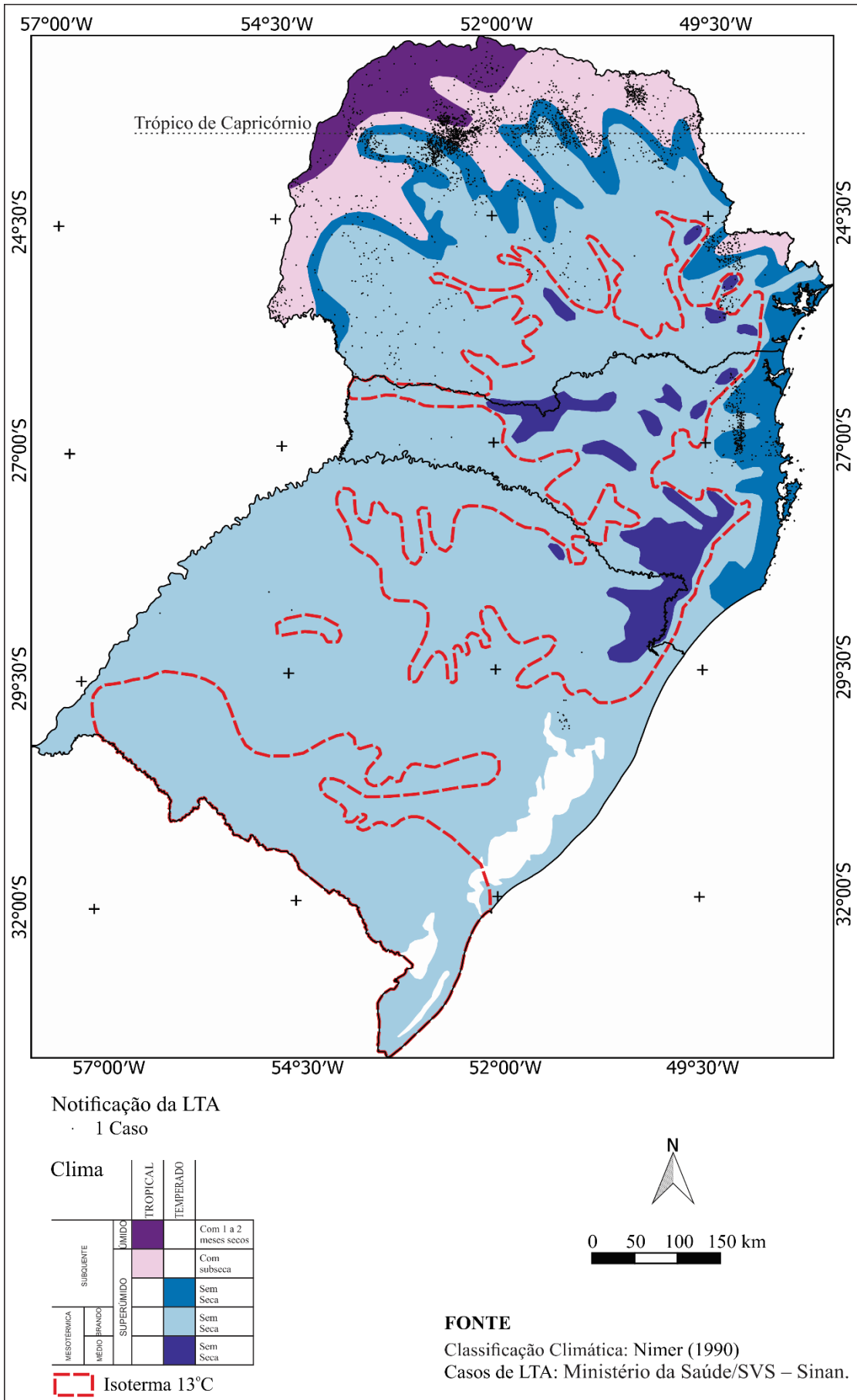


Figura 11: Clima e a distribuição dos casos autóctones urbanos de LTA na região Sul do Brasil.

[...] o inverso, neste clima, é bastante sensível e possui, pelo menos, um mês com temperatura média inferior a 15°C. Entretanto, em função das variações da latitude e da altitude, principalmente deste último fator, no interior deste tipo climático existem importantes diferenciações com respeito à temperatura, quer no verão quer no inverno. Numa delas existe, pelo menos, um mês com temperatura média inferior a 15°C, porém, em nenhum mês, ela está abaixo de 13°C. Estas áreas compreendem, aproximadamente, 60% do território mesotérmico brando, enquanto que nos 40% restantes todos os meses de inverno (ou pelo menos dois meses) possuem temperatura média inferior a 15°C e pelos menos um desses meses possui temperatura inferior a 13°C (NIMER, 1990, p. 184).

O limite existente entre as duas áreas citadas pelo autor é dado pela isoterma mensal de 13°C para julho, o mês mais frio do ano. Na área compreendida por esta isolinha, existem raríssimos casos de LTA, e, a hipótese mais provável é que, devido às temperaturas serem mais baixas que as demais áreas compreendidas pelo clima mesotérmico brando, faz com que iniba a manutenção e sobrevivência dos vetores causadores da doença. Nos 60% restante que compreende este clima já há um maior número de casos, possivelmente, devido a adaptações do mosquito a temperaturas transicionais um pouco mais abaixo dos 15°C.

A área de abrangência do clima subquente compreende o norte, oeste e o leste do estado do Paraná, continuando a leste de Santa Catarina até próximo à fronteira com o Rio Grande do Sul. Nestas áreas a grande frequência de temperaturas elevadas no verão torna essa estação quente, com média de janeiro entre 24 a 26°C, enquanto que as raras ocorrências de mínimas diárias próximas a 0°C tornam o inverno ameno, com temperatura do mês mais frio oscilando entre 15 e 18°C, caracterizando estas áreas como sendo as que possuem a temperatura média anual mais elevada da região Sul (NIMER, 1990, p. 182).

Conforme ainda relata o autor,

[...] este clima, que tão bem exprime o caráter de transição entre o clima tropical quente das latitudes baixas do Brasil e o clima temperado mesotérmico das latitudes médias da Região Sul, domina grande parte da Região Sudeste do País. Sua ocorrência, na Região Sul, nada mais é do que um prolongamento climático da Região Sudeste na Região Sul (NIMER, 1990, p. 184).

Retomando a figura 9, percebe-se que o número de casos de LTA sofre uma ruptura na transição do clima tropical para o temperado. Essa ruptura é bem caracterizada nessa transição mencionada pelo referido autor. É nesse domínio climático que ocorre a maior parte

dos casos de LTA da região Sul do Brasil com nítidas concentrações a Norte, a Oeste e a Leste do Estado do Paraná e a Leste de Santa Catarina, mostrando aí as áreas com maior prevalência dos flebotomíneos na região.

Outro elemento que merece atenção por ter uma influência significativa na distribuição nos casos de LTA na região Sul é a vegetação. Em relação aos aspectos fitogeográficos, originalmente, a região sul do Brasil era formada pela mata Atlântica e pelo Pampa (Figura 9). A região do Pampa possui uma quantidade muito pequena de casos de LTA, uma vez que em sua paisagem predominam os campos, entremeados por capões de mata, matas ciliares e banhados; a estrutura da vegetação dos campos, se comparada à das florestas, é mais simples e menos exuberante (BRASIL, 2017).

De acordo com o Leite; Klein (1990), considera-se vegetação florestal da Mata Atlântica aquelas, ombrófila ou estacional, cujas formações são constituídas por comunidades arbóreas mais ou menos estáveis e compatíveis com o clima atual, compreendendo as seguintes regiões fitogeográficas (Figura 12): região da Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), região da Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária), região da Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Subcaducifólia) e região da Floresta Estacional Decidual (Floresta Caducifólia). Na região Sul, a Mata Atlântica é formada também por ecossistemas como as restingas, manguezais e campos de altitude (BRASIL, 2017), mas esses ecossistemas não são tão preponderantes com relação à distribuição dos casos de LTA, pois praticamente não existe notificação da doença em seus domínios, uma vez que são ecossistemas formados, em sua maioria, por plantas herbáceas pouco exuberantes.

Conforme representado na Figura 12, na região sul, a quase totalidade dos casos da doença está associada às áreas de abrangência de três formações florestais primitivas da Mata Atlântica: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual. Conforme já relatado anteriormente, os flebotomíneos são encontrados com frequência em ambientes naturais, como troncos de árvores, tocas de animais, folhas caídas no solo, frestas em rochas e em cavernas, ambientes estes, comumente encontrados nestas formações florestais, mais abundantes na Mata Atlântica se comparado ao Pampa.

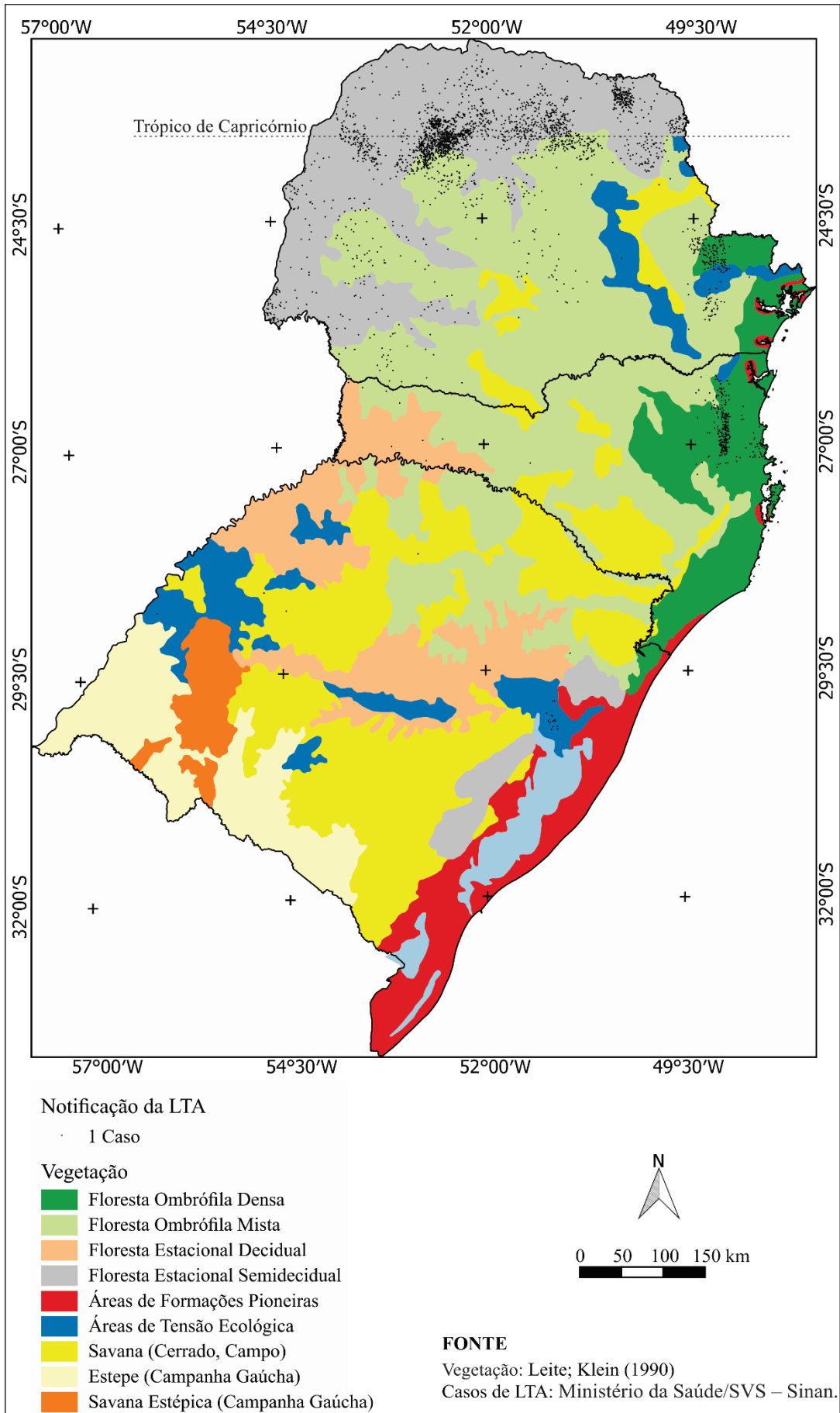


Figura 12: Vegetação e a distribuição dos casos autóctones urbanos de LTA na região Sul do Brasil.

Tanto as fêmeas como os machos se alimentam de fontes de açúcar para produzir energia e manter a homeostasia (AZEVEDO et al, 2011). No entanto, as fêmeas também necessitam de sangue na alimentação, para possibilitar a maturação de seus ovos (MONTEIRO, 2012). As fêmeas buscam essa fonte de alimento em animais vertebrados que incluem grande diversidade de mamíferos como roedores, marsupiais, endentados e canídeos silvestres (MARINHO JUNIOR, 2010, p. 26). De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2017), em relação à fauna, os levantamentos já realizados indicam que a Mata Atlântica abriga cerca de 270 espécies de mamíferos, apresentando-se como uma fonte rica em alimento para as fêmeas. Entre as espécies de mamíferos (REIS et al, 2006) estão o tamanduá e o tatu (edentados), o cachorro do mato e lobo-guará (canídeos), o gambá (marsupial) e várias espécies de ratos (roedores) e que, segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2007), já foram registrados como hospedeiros e possíveis reservatórios naturais da LTA.

Tanto para a deposição dos ovos como para o desenvolvimento das larvas são requeridos ambientes adequados para que se mantenha o ciclo de vida destes insetos. Em todas as tipologias florestais, sabe-se que a produção de serapilheira representa o primeiro estágio de transferência de nutrientes e energia da vegetação para o solo, pois a maior parte dos nutrientes absorvidos pelas plantas retorna ao piso florestal por meio da queda de serapilheira ou lavagem foliar (CARPANEZZI, 1997). Além disso, este material acumulado permite a existência de uma grande variedade de nichos para a mesofauna e microrganismo (SANTOS, 1989). Para a manutenção do ciclo de vida destes insetos nestes ambientes, a serapilheira torna-se imprescindível, pois os ovos são depositados pelas fêmeas nestes habitats terrestres, ricos em matéria orgânica e, ao eclodirem, as larvas dos flebotomíneos já se alimentam de matéria orgânica em decomposição (ALEXANDER, 2000).

Conforme relatam Figueiredo Filho et al (2003, p. 12), vários fatores bióticos e abióticos contribuem com a produção de serapilheira, tais como: tipo de vegetação, altitude, latitude, precipitação, temperatura, regimes de luminosidade, relevo, decíduosidade, estágio sucessional, disponibilidade hídrica e características do solo, acarretando, desta forma, a produção de quantidades diferentes de serapilheira em cada tipo de vegetação. Estudos realizados nas três formações florestais encontradas na região Sul do Brasil, mostraram diferentes quantidades na produção deste material na parte superficial do piso de cada uma delas.

Caldeira et al (2008) quantificaram a produção de serapilheira acumulada em três estádios sucessionais da Floresta Ombrófila Densa em Blumenau/SC. Para as coletas da

serapilheira acumulada foram utilizadas cinco unidades amostrais (UAs) em cada estágio sucessional, totalizando 15 UAs. Os valores encontrados para cada uma das UAs variaram de 4,47 Mg/ha a 5,28 Mg/ha. Estes valores foram inferiores aos observados em cinco florestas estacionais semidecíduas no sudeste do Brasil, com valores que variaram de 5,5 Mg/ha a 8,6 Mg/ha (MORELLATO, 1992) e inferiores também em relação à deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Mista, no município de São Mateus do Sul, estado do Paraná, reportando a produção total de 6,5 Mg/ha (BRITZ et al, 1992) e outra em Ponta Grossa, também no estado do Paraná, onde constataram que a produção anual média de serapilheira foi 7,7 Mg/ha (WISNIEWSKI et al, 1997).

Apesar das diferentes quantidades de serapilheira encontradas nas diferentes formações florestais citadas não serem conclusivas e nem esta variável ser o único fator na distribuição espacial dos casos de LTA na região Sul, é importante considerar a ocorrência de maior quantidade de casos na Floresta Estacional Semidecidual nas regiões Norte e Oeste do Paraná, pois ela, de acordo com os estudos citados, é a que produz a maior quantidade desse material. Desta forma, apresenta maior disponibilidade de fontes de alimento para as larvas desse inseto e também se mostra mais adequado quanto ao ambiente formado para a deposição dos ovos pela fêmea, uma vez que quanto mais espessa é a camada formada de serapilheira, maior é o tempo que se consegue manter úmido estes habitats.

Diante do exposto em relação às características biogeográficas e a distribuição espacial da ocorrência de casos da LTA na região Sul do Brasil, uma vez que a maior quantidade de casos está ligada a presença de um número maior de exemplares dos vetores transmissores de LTA, apesar deles não estarem restritos somente às regiões tropicais, as características naturais das regiões ao sul do Trópico de Capricórnio são, de alguma forma, limitantes à manutenção dos mesmos.

É importante enfatizar que, quando se trabalha na perspectiva climática considerando os paralelos especiais para a delimitação das zonas climáticas terrestres, leva-se em consideração somente aspectos relacionados às diferentes intensidades que os raios solares atingem cada região terrestre. Porém, quando a análise climática é realizada em uma escala maior, mais detalhada, outros elementos devem ser levados em consideração para uma avaliação mais criteriosa das variações no clima, pois os trópicos, o Equador e os círculos polares não são os únicos determinantes para a caracterização climática de cada região.

Regiões classificadas como de clima tropical tem diferenciações climáticas causadas, por exemplo, por aspectos relacionados a altimetria. As diferenças altimétricas nesta zona climática, apesar de não ser o único elemento representativo nestas diferenciações, tem um

papel importante na definição de outros tipos climáticos inseridos neste domínio com características bem distintas do que se considera como de clima tropical. O mesmo ocorre para o domínio do clima subtropical. É o caso da região Oeste do Paraná que, apesar de estar inserido neste domínio, apresenta características ligadas ao clima tropical

Essas especificidades locais fizeram com que, não só no Paraná, mas em outras áreas da região Sul, fossem criados outros ambientes adequados à manutenção dos flebotomíneos, extrapolando os limites “impostos” pelo Trópico de Capricórnio, definindo áreas que, analisadas globalmente, seriam inadequadas à sobrevivência desses insetos, porém quando considerados numa escala mais detalhada, transformam-se em ambientes propícios à sua sobrevivência.

CAPÍTULO II

Indicadores na Avaliação do Risco a Partir de Modelos de Análise Espacial na Geografia da Saúde

Geralmente, quando se trabalha com a temática risco, são utilizados indicadores para analisar a realidade se pautando num conjunto de variáveis disponíveis para sua mensuração. A partir das ferramentas de análise espacial é possível distribuir espacialmente a variação dos valores encontrados para os índices gerados e, desta forma, verificar a existência de padrões espaciais dos valores observados.

No caso específico da Geografia da Saúde, o mapeamento espacial das doenças permite uma visualização rápida da sua distribuição geográfica, possibilitando realizar hipóteses quanto a identificação de fatores de risco associado à sua ocorrência. Quando se detecta o relacionamento etiológico de determinada doença com alguma característica ambiental ou social, é possível identificar modelos que possam esclarecer o seu comportamento de distribuição no espaço geográfico. A obtenção de modelos é uma das metas mais importantes na busca do entendimento e predição de determinados eventos nas mais variadas áreas do conhecimento e o sucesso na sua aplicação estrutura-se em modelos matemáticos que representam, de maneira excelente, os processos pertinentes e, sem dúvida, decorre decisivamente de uma quantificação muito bem elaborada (TRZESNIAK, 1998).

A comparação entre lugares requer métricas consistentes, daí que o conceito de medição é crucial na avaliação do risco. De fato, a capacidade sistemática para comparar uma localidade com outra em termos do seu risco é uma componente fundamental para se definir os diferentes graus de risco entre as localidades, ou seja, é importante definir, a partir dos diferentes graus, quais populações estão mais ou menos expostas ao risco de infecção da doença, o que permite a adoção de estratégias para prevenir ou minimizar os impactos negativos impostos nestes cenários de risco.

2.1 O QUE É RISCO?: PROPOSTA DE UM ÍNDICE PARA LTA

Em uma busca curricular simples realizada na plataforma Lattes foram encontrados 138.126 currículos de pesquisadores brasileiros que trabalham com a temática sobre risco, sendo que desse total 44.852 têm doutorado e desempenham algum trabalho com esta temática. Em uma pesquisa rápida e de maneira aleatória a alguns desses currículos foram

encontrados pesquisadores das mais diversas áreas do conhecimento como Ciências da Saúde, Ciências Humanas, Ciências Econômicas, Ciências Exatas, entre outras, demonstrando a gama variada e eclética do emprego desse objeto de estudo nos diversos ramos da ciência.

Nos dicionários tradicionais da língua portuguesa, o termo risco se refere à possibilidade de passar por perigo que possa causar algum dano à integridade física ou à saúde. Ele aparece frequentemente no cotidiano midiático de matérias jornalísticas para expressar potenciais perigos ou possibilidades de insucesso como ‘risco de morte’, ‘risco país’, ‘grupos de risco’, entre outros, ou seja, expressar uma quantidade grande de significados, uma verdadeira polissemia em seu uso.

O termo risco, para França et al (2002, p. 25), está sempre associado à perspectiva de perigo ou danos. Ele é utilizado pelos geógrafos como uma situação, que está no futuro e que traz a incerteza e a insegurança (MARANDOLA JR; HOGAN, 2004). O risco é algo que acompanha a humanidade desde o início de sua existência, mesmo que antes não era calculado como ocorre atualmente. Com as diferentes preocupações advindas de novas descobertas, seja de fatos ou de fenômenos, surgiram ou potencializaram-se sentimentos como o medo, por exemplo, e este faz com que o homem passe a ponderar determinadas ações praticadas (GONÇALVES, 2016, p. 30).

O pesquisador relata ainda que mesmo que no princípio os riscos fossem exclusivamente naturais, apenas ao afetar o homem, ele passava a ser percebido realmente como um risco. Antes disso, a simples ocorrência de um evento da natureza que não afetasse o homem não continha um constructo de percepção interna da pessoa sobre sua vulnerabilidade com relação ao fato ocorrido.

Não há risco sem uma população ou indivíduo que o perceba e que poderia sofrer seus efeitos (VEYRET, 2007, p. 11). Correm-se riscos, que são assumidos, recusados, estimulados, avaliados e ou calculados. O risco é a tradução de uma ameaça, de um perigo para aquele que está sujeito a ele e o percebe como tal. Gondim (2007, p. 90) define o risco como sendo a probabilidade de que uma pessoa sofra um dano devido a uma ameaça em particular.

A partir da época que o homem começa a se organizar em sociedade, passou-se a potencializar o risco de algum tipo de perda com a ocorrência de determinados eventos, pois, as pessoas começaram a se aglomerar ou a viver juntas e, obviamente, onde existe maior número de pessoas, o risco de que algo que aconteceria naturalmente afete mais pessoas, aumenta (GONÇALVES, 2016).

Conforme a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2002), não se pode eliminar o risco por completo, pois não existe risco zero e os indivíduos e os lugares percebem as ameaças de diferentes formas, de acordo com suas práticas culturais e sociais. Para Moon; Kearns (2007, p. 14), o significado dos lugares como fenômenos complexos e socialmente construídos foi o ponto de partida para a Geografia da Saúde, já que os lugares são primordiais em face da saúde, das doenças e na percepção da saúde.

O risco é uma característica intrínseca dos lugares definidos por um conjunto de condicionantes ambientais e sociodemográficos. Na busca por uma especificação deste conceito, vários indicadores foram desenvolvidos para retratar o risco por meio de medidas resumo na formulação de políticas e nas tomadas de decisão visando ao desenvolvimento humano.

Os indicadores sintéticos são medidas-sínteses utilizadas para apreender uma determinada realidade social ou dimensões do mundo social e podem ser aplicados em relação às dinâmicas de desenvolvimento de populações, espaços e ambientes. De acordo com Ferreira et al (2009)

O indicador é uma medida, de ordem quantitativa ou qualitativa, dotada de significado particular e utilizada para organizar e captar as informações relevantes dos elementos que compõem o objeto da observação. É um recurso metodológico que informa empiricamente sobre a evolução do aspecto observado.

Os indicadores podem ser classificados em indicadores objetivos ou quantitativos e indicadores subjetivos ou qualitativos. Jannuzi (2001) relata que os indicadores subjetivos correspondem a medidas construídas a partir da avaliação dos indivíduos ou especialistas com relação a diferentes aspectos da realidade, levantadas em pesquisas de opinião pública ou grupos de discussão. Os indicadores objetivos se referem a ocorrências concretas da realidade, construídos a partir de estatísticas públicas disponíveis ou de valores mensuráveis quantitativamente da realidade. Estes podem ser expressos em números inteiros, decimais, frações, proporções, entre outros.

Embora existam contribuições importantes para a construção de um marco conceitual sobre os indicadores nos anos de 1920 e 1930, a motivação para a construção de indicadores síntese, que possibilitam condensar em um único número a situação ambiental, baseia-se na percepção que se moldou a partir da popularização de indicadores econômicos em meados da década de 1960, quando adquiriram corpo científico no bojo das tentativas de organização de

sistemas mais abrangentes de acompanhamento das transformações sociais e aferição do impacto das políticas sociais nas sociedades desenvolvidas e subdesenvolvidas (JANNUZI, 2001; TAYRA; RIBEIRO, 2006).

De acordo com Neto et al (2008), a partir dos meados da década de 1990, dado o sucesso do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, surgem, no Brasil, várias propostas de índices ou indicadores sintéticos que se propõem a apreender a realidade social através de uma única medida, resultante da combinação de múltiplas medições das suas dimensões analíticas quantificáveis. Progressivamente, vários indicadores passaram a ser desenvolvidos e utilizados por universidades, institutos e órgãos de planejamento governamentais para a apreensão da realidade existente.

Dentre os muitos indicadores usados por diferentes instituições, há alguns mais convencionais, referidos às principais dimensões empíricas da realidade. Januzzi (2001) apresenta uma relação de indicadores, organizados de acordo com grandes áreas temáticas: Indicadores Demográficos e da Saúde (Taxa de Natalidade, Taxa de Urbanização, Carga de Dependência de Crianças e Idosos, Taxa de Mortalidade Infantil, Esperança de Vida ao Nascer), Indicadores de Morbidade e Atendimento à Saúde, Indicadores de Desnutrição, Indicadores de Renda e Pobreza (PIB *per Capita*, Renda Familiar Média), entre outros.

No que tange aos indicadores sintéticos de vulnerabilidade, Schumann; Moura (2015, p. 2106) realizaram uma revisão integrativa de literatura com o objetivo de identificá-los e descrevê-los. Eles consultaram artigos de acesso livre indexados nas bases de dados BioMed, Bireme, PubMed, Reldalyc, SciELO e Web of Science, com utilização de descritores controlados nos idiomas inglês e português, para todos os intervalos temporais disponíveis, com seleção e análise de 47 estudos que apresentaram resultados de 23 índices sintéticos de vulnerabilidade. Os resultados apontaram que os índices sintéticos de vulnerabilidade abordam 4 categorias temáticas, entre elas estão os determinantes sociais de saúde.

Ao enfatizar as características ambientais e sociais voltados para a Geografia da Saúde, o lugar destaca-se, pois, algumas doenças vão ser mais intensas ou não mediante as características específicas do lugar. Esse argumento ganha importância na medida em que temos no espaço a associação de diversos fatores que vão influenciar na maior ou menor predisposição de doenças a que um indivíduo pode estar sujeito em função do lugar onde reside (BARCELLOS; MACHADO, 1998).

Neste aspecto, faz-se mister ter conhecimento dos principais fatores que influenciam diretamente na infecção às doenças. A LTA, enfermidade estudada nesta tese, a princípio,

estava restrita ao ambiente silvestre onde mamíferos silvestres atuavam como reservatórios para o vetor (LAISON; SHAW, 2005). Acreditava-se que com a remoção da cobertura florestal, a doença tenderia ao desaparecimento, no entanto, após anos de colonização e desmatamento, a incidência da LTA tem aumentado com a adaptação dos vetores e reservatórios aos fragmentos residuais de matas (GOMES, 1992).

Assim, a persistência da LTA de forma endêmica em áreas colonizadas tem relação com as matas remanescentes modificadas (LIMA et al, 2002, p. 682), mostrando a adaptação de flebotomíneos e reservatórios silvestres de *Leishmânia*, o que assegura a formação do ciclo desse parasita no peridomicílio, em zonas rurais e na periferia de centros urbanos (TEODORO et al., 1998).

A LTA é uma doença endêmica e no Estado do Paraná ela se relaciona com áreas que vêm sendo ocupadas desde o final do século XIX e início do século XX, quando se iniciou extenso desmatamento nessa região (NEGRÃO, 2009, p. 18). Estudo realizado nos municípios de Cianorte, Jussara, Japurá e São Tomé (LIMA et al, 2002), todos eles situados no noroeste do Estado e colonizados pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (CMNP), correlacionou a distribuição da LTA com as matas residuais, mostrando que a ocorrência dessa doença, nesta região, tem íntima relação com as áreas de matas nativas modificadas, pequenas matas ciliares ou resquícios de ambas.

Devido ao seu tamanho diminuto, os flebotomíneos são insetos que, em geral, possuem pouca tendência a se afastarem dos seus abrigos naturais, porém é um assunto controverso, pois não há um consenso entre os autores (MIRANDA et al, 1996, p. 435). Segundo Genaro (2000); Pearson et al (2000) apud Souza (2007, p. 20), o alcance de voo dos flebotomíneos é estimado em 200 metros. Forattini (1973) relata que, em casos excepcionais, sua dispersão foi detectada em até 1000 metros, mas, em geral, ela não passa de 200 a 500 metros.

Estudos realizados no Panamá revelaram que a dispersão de flebotomíneos, em florestas, limitava-se a 200 metros ou menos (CHANOTIS et al., 1974). Em contrapartida, Alexander; Young (1992) mostraram que as distâncias de recuperação de cinco espécies do gênero *Lutzomyia* após a captura, a marcação com talco fluorescente, a soltura e a recaptura em uma área de cafezal, onde houve um foco de leishmaniose, vão além dos 200 metros. As distâncias de captura variaram de valores menores que cinco a 960 metros em até 96 horas, com valores médios máximos de 320 metros em 24 horas.

Em outro estudo, a soltura de *L. longipalpis* ocorreu em área peridomiciliar, onde foi possível recapturá-los a uma distância próxima de 500 metros (BRAZIL; BRAZIL, 2003).

Respostas bem díspares quando relacionados com um estudo de *P. papatasi* no Uzbequistão, onde o alcance foi de pelo menos quatro quilômetros, servindo de exemplo para confirmar a grande diferença existente entre as espécies e as condições do local onde se encontram (ALEXANDER; YOUNG, 1992).

Nesse caso, a distância toma uma conotação de preocupação com relação à infecção e essa distância é utilizada como um parâmetro estimativo da exposição humana aos agentes de risco (SANTOS; BARCELLOS, 2008, p. 225). Cabe salientar que, devido à urbanização e à necessidade de se manter áreas florestadas intra e periurbanas em áreas endêmicas da leishmaniose, tornam as pessoas mais vulneráveis à infecção a esta doença à medida que estão mais próximas dos locais dos criadouros dos insetos transmissores. Em outras palavras, tratando-se especificamente da LTA (objeto de estudo do presente trabalho) pode-se afirmar que as ocorrências da doença apresentam uma relação de dependência da distância entre o local de residência do enfermo e a fonte suspeita de contaminação (reservas de matas).

A partir desta hipótese, o objetivo desta tese, com base em Gonçalves (2016), é de propor um índice de risco para infecção à Leishmaniose Tegumentar Americana (*IR*), que possa explicar a distribuição espacial dos casos das doenças em áreas urbanas, usando como parâmetros o número de casos ocorridos em cidades do estado do Paraná e a distância destes em relação aos prováveis locais de sua infecção (matas). Este índice tem como objetivo representar, com auxílio de modelos matemáticos, os locais de maior risco à infecção à referida doença.

2.2 ANÁLISE ESPACIAL E MODELAGEM NOS ESTUDOS VOLTADOS À GEOGRAFIA DA SAÚDE

A introdução da informática na cartografia, principalmente a partir dos anos 1970, revolucionou a forma de criar, estruturar, armazenar, manipular e analisar os dados em um banco de dados geográficos.

O desenvolvimento do Geoprocessamento, intimamente ligado à evolução da tecnologia dos computadores e dos softwares, foi desenvolvido para atender as novas necessidades de ordenação e racionalização do espaço geográfico. O Geoprocessamento é um conceito muito abrangente e polissêmico no que tange as abordagens das diferentes possibilidades de análise e concepções nos mais variados campos da ciência, o que possibilita a sua aplicação e a sua utilização por pesquisadores e usuários em diversas áreas do conhecimento.

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) trouxeram à Geografia não apenas a capacidade de reforçar e agilizar metodologias de análise espacial, mas também novos horizontes enquanto disciplina. É neste contexto, de evolução paralela e entrelaçada da Geografia e da sua ferramenta disciplinar, que a Geografia da Saúde busca se consolidar e evoluir, intervindo em âmbitos como a Epidemiologia Espacial, na compreensão da influência dos fatores ambientais na etiologia de certas doenças.

O uso do geoprocessamento na área de saúde tem sido facilitado pelo amplo acesso a bases de dados epidemiológicos e pela disponibilidade de ferramentas cartográficas e estatísticas computadorizadas (BARCELLOS, 2000, p, 608). Segundo o autor, o uso dessas ferramentas pressupõe, no entanto, modelos de explicação do processo saúde/doença baseados em variáveis espaciais, como distância e vizinhança, e no inter-relacionamento com dados de caracterização do lugar. Esses avanços possibilitam a confecção de mapas temáticos que podem contribuir para a formulação de hipóteses a respeito da distribuição espacial de agravos à saúde e sua relação com características socioambientais.

O registro e a representação de dados espaciais em mapas de pontos compõem os procedimentos mais comuns e conhecidos na cartografia geográfica (FERREIRA, 2014, p. 119). Segundo Câmara et al (2002, p. 24), os eventos ou padrões pontuais são fenômenos expressos por ocorrências identificadas por pontos localizados no espaço, ou seja, o interesse da análise desses padrões é a própria localização espacial dos eventos em estudo e os tipos de dados envolvidos nesses estudos consiste em uma série de coordenadas de pontos dos eventos de interesse dentro da área de estudo (CÂMARA; CARVALHO, 2002, p. 1). O padrão pode ser inteiramente aleatório, ou apresentar-se em aglomerados ou, ainda, ter os pontos regularmente distribuídos no espaço (Figura 13).

Tanto o padrão agregado como o regularmente distribuído no espaço apresentam um conhecimento escondido que estimula as investigações geográficas, pois refletem no mapa diferentes graus de organização e inter-relacionamento espacial (FERREIRA, 2014, p. 123). Em contrapartida, o padrão aleatório não exhibe ordem espacial ou regularidade significativa, pois cada ponto pode ocorrer ao acaso, em qualquer posição do plano e com a mesma probabilidade.

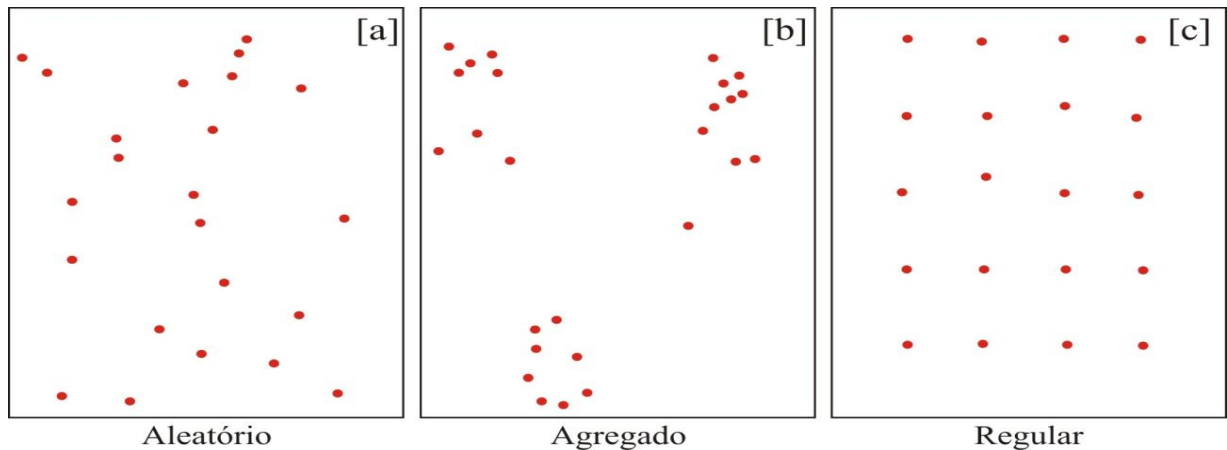


Figura 13: Tipologia do arranjo dos padrões pontuais.

Fonte: SILVA et al (2009, p. 219)

Com o objetivo de se conhecer e estudar a distribuição espacial dos pontos, por meio da realização de testes de hipóteses sobre o padrão do arranjo geométrico dos pontos observado, essa estrutura permite visualizar, quantificar, mapear e observar similaridades, diferenças e inferir hipóteses sobre padrão do comportamento da distribuição e dos valores de dados sobre uma superfície (terreno), ao mesmo tempo, para diferentes objetos geográficos (FERREIRA, 2014, p. 120), e, dessa forma, ser capaz de correlacioná-los entre si e/ou a outros fatores de ordem geográfica como fatores físicos ou sociais.

Conforme Jenicek (1995) *apud* Almeida Filho & Rouquayrol (2002), um dos objetivos principais da epidemiologia deve ser identificar fatores etiológicos na gênese das enfermidades, ou seja, a investigação de suas causas. Para identificar estes fatores etiológicos, a espacialização das ocorrências de doenças infecciosas tem uma função primordial, uma vez que permite avaliar o padrão das ocorrências conhecidas e, com isso, elaborar hipóteses causais nos infectados.

A análise espacial é, em muitos sentidos, o ponto crucial dos SIG, pois ela inclui transformações, manipulações e métodos que podem ser aplicados aos dados geográficos para valorá-los, apoiar decisões e revelar padrões e anomalias que não são óbvios à primeira vista, isto é, é o processo pelo qual são transformados dados brutos em dados lapidados que podem permitir uma descoberta de conhecimento (informação) e conduzir as decisões para se resolver e/ou evitar o problema de maneira eficaz (LONGLEY et al, 2013, p. 352).

A ideia de se representar em mapas sob a forma de níveis de dados sobrepostos, de modo a se entender os relacionamentos espaciais (ou geográficos) entre os objetos ali representados remonta a épocas muito anteriores ao desenvolvimento dos computadores.

Na Epidemiologia, um exemplo clássico e pioneiro, que aborda a questão da análise espacial, retrata uma situação de grave epidemia de cólera que ocorreu em Londres no ano de 1854, doença sobre a qual, na época, havia duas vertentes científicas que procuravam explicar a forma de sua contaminação: uma relacionando-a aos miasmas concentrados nas regiões baixas e pantanosas da cidade e a outra a relacionando à ingestão de água insalubre (CÂMARA et al, 2002). Para verificar a etiologia da doença, o anestesiólogo inglês John Snow fez um levantamento dos casos de cólera indicando com um ponto no mapa (Figura 14) cada uma das ocorrências da doença e com um 'x' indicou a localização dos poços existentes no bairro afetado.

A partir da espacialização dos dados realizada por Snow, percebeu-se que a maioria dos casos de cólera estava concentrada em torno do poço situado na Broad Street, ordenando assim o seu lacre, o que contribuiu em muito para debelar a epidemia (CÂMARA; MONTEIRO, 1998, p. 10). Esta constatação coroou as pesquisas realizadas pela vertente científica que relacionava a referida epidemia à ingestão de água insalubre. Este trabalho é o primeiro e o mais citado exemplo do que se tornaria o campo de estudo da análise espacial na saúde (APPARICIO; CLOUTIER, 2007, p. 133).



Figura 14: Mapa de Londres com casos de cólera (pontos) e poços de água (cruzes).
Fonte: Câmara; Medeiros (1998, p. 8).

No livro do médico Samuel Pessôa, intitulado *Ensaio Médico-Sociais* (1970), no capítulo dedicado à Cartografia Médica, o autor cita vários trabalhos de profissionais da saúde que utilizaram os mapas para analisar, sob os mais variáveis aspectos, os estudos das doenças. Entre eles está Max Sorre (1880-1962) que propõe uma metodologia de pesquisa geográfica que

partir da Cartografia: a ideia de uma sobreposição de dados da observação, num mesmo espaço, analisando historicamente a formação de cada elemento desde os naturais (solo, vegetação etc.) até os sociais (hábitos alimentares, religião etc.). Assim, se chegaria a compor, por sobreposição das informações, um quadro de situação atual, e aí se estudaria seu funcionamento, inter-relacionando os elementos presentes (MORAES, 2003, p. 81).

Apesar desses exemplos remotos do uso de SIG aplicado à análise espacial, o verdadeiro início dos SIG, como hoje são concebidos, deu-se no início dos anos de 1960, no Canadá, com a utilização dos computadores, que deram uma nova dinâmica ao trabalho com os mapas.

A grande vantagem das ferramentas de Geoprocessamento desenvolvidas para a análise espacial é a capacidade de se tratar um grande volume de dados, a partir da execução de um conjunto de técnicas e funções de análises de relações, as quais, se feitas manualmente, necessitava um tempo considerável para concluir (além de haver um risco elevado de cometimento de erros no processo). Aliado a isso, houve também a popularização do uso e aquisição de computadores com custos acessíveis, além de que, cada nova geração desses equipamentos incorpora avanços tecnológicos que potencializam a capacidade dessas máquinas e permitem realizar estudos, experimentos e análises em uma vasta gama de áreas do conhecimento humano, como o seu uso em estudos relacionados com questões de saúde pública, bioestatística, epidemiologia, saúde ambiental, entre outras.

Maia et al (2014), por exemplo, realizaram um estudo no município de Petrolina – PE, que teve como objetivo avaliar a distribuição espacial da Leishmaniose Visceral em humanos e cães domiciliados no período de 2001 a 2010, a partir de técnicas de geoprocessamento. Neste estudo, o autor constatou que a maior concentração da doença ocorreu na área urbana do município. A partir da análise espacial da Leishmaniose Visceral em Petrolina concluiu-se que a enfermidade se encontra em fase de urbanização, mas sem associação entre casos humanos e caninos.

Em outro estudo, Lima et al (2002) verificaram a distribuição geográfica dos casos de Leishmaniose Tegumentar Americana em quatro municípios do Paraná, usando imagens por sensoriamento remoto orbital, correlacionando-a com a presença de vegetação remanescente e cursos d'água. Os autores constataram que a enfermidade tem íntima relação com áreas de mata nativa modificada, pequenas matas ciliares ou resquícios de ambas.

Santos et al (2004), realizaram uma pesquisa no município de Ribeirão Preto, no período de 1990 a 2000, objetivando contribuir tanto para o entendimento do processo endêmico da tuberculose quanto para a complementação do sistema de informação em saúde do município. Eles verificaram que os casos de tuberculose estiveram concentrados em uma faixa da região noroeste do município, consistindo de bairros de classe-média ou média-baixa da população. Os resultados contribuem para o conhecimento da distribuição espacial da tuberculose no município, ressaltando a importância da categoria espaço como alternativa

metodológica para auxiliar no planejamento, monitoramento e avaliação das ações em saúde, direcionando as intervenções para diminuir as iniquidades.

Considerando que a ênfase na análise espacial é mensurar propriedades e relacionamentos, a localização espacial do fenômeno de forma explícita, incorporando o espaço à análise que se deseja fazer, um conceito chave na compreensão e análise dos fenômenos espaciais é a dependência espacial.

Essa noção parte do que Waldo Tobler chama de primeira lei da geografia: ‘todas as coisas são parecidas, mas coisas mais próximas se parecem mais que coisas mais distantes’, ou como afirma Noel Cressie, ‘a dependência [espacial] está presente em todas as direções e fica mais fraca à medida em que aumenta a dispersão na localização dos dados’ (CAMARA et al, 2002, p. 12).

A dependência espacial é composta por um conjunto de procedimentos encadeados cuja finalidade é a escolha de um modelo inferencial que considere explicitamente os relacionamentos espaciais presentes no fenômeno de interesse. Para Trzesniak (1998, p. 159), por modelo entende-se

Um procedimento de qualquer natureza (prático, matemático, gráfico, verbal...) capaz de, em todos os aspectos relevantes, reproduzir uma relação de antecedentes (causas) e consequentes (efeitos) de forma idêntica como essa relação ocorre no universo em que nos inserimos. Por concentrar-se nos aspectos relevantes, o modelo corresponderá a uma simplificação do evento real, e é justamente aí que residem sua força e suas vantagens: sem pagar o preço integral, sem necessitar da ocorrência do evento em si, pode-se prever como se comportará o universo (ciência), ou pode-se determinar como nele induzir uma determinada configuração final (tecnologia).

Os modelos empíricos, ao particularizar uma metodologia de aferição, consistem em observar os dados experimentais da realidade, a luz de determinadas variáveis, realizando uma análise concreta desses dados e tentando fazer suposições acerca do seu comportamento, para que possa aplicá-lo de maneira a prever a ocorrência de eventos futuros.

Ao considerar que a avaliação do risco de infecção da LTA que a população humana corre em função da distância que cada indivíduo reside dos focos de criação (fragmentos de mata) dos vetores transmissores dessa doença e, assumindo, que tais focos de criação podem ser definidos empiricamente por meio da espacialização de casos diagnosticados (em cidades

do Paraná), é necessário que dados pontuais da ocorrência conhecida da infecção e a existência de algum tipo de mata sejam espacializados sobre um mesmo mapa.

Conhecer melhor como acontece a propagação dos flebotomíneos através dos locais de incidência da LTA é essencial para controlar sua disseminação. Dessa forma, a modelagem é uma importante ferramenta, pois pode ser utilizada para desenvolver e testar modelos, permitindo previsões mais aprimoradas de dados experimentais.

O próximo capítulo aborda questões relacionadas à urbanização da LTA no Paraná, mais especificamente a questões relacionadas ao desmatamento e a preservação de fragmentos florestais urbanos e periurbanos (áreas dos criadouros dos vetores que transmitem o protozoário *leishmania* aos humanos), e será apresentado um modelo matemático, com apoio das ferramentas de análise espacial, baseado na distribuição espacial da enfermidade. Para tanto, este modelo levou em consideração a distância da ocorrência da doença às matas preservadas nas áreas urbanas e periurbanas de cidades paranaenses que apresentem número expressivo de casos autóctones dessa moléstia.

CAPÍTULO III

Caminhos Percorridos Na Pesquisa Científica

A pesquisa científica ocorre por intermédio de um conjunto de procedimentos sistemáticos, baseados em raciocínio lógico, mediante a utilização de métodos científicos, a partir da formulação de um problema para o qual se busca uma solução. O problema deve ser elaborado como proposições interrogativas, já que se trata de dificuldades teóricas para as quais se buscam encontrar soluções. “O que trabalhar?”, “Onde trabalhar?”, “Quais as causas são determinantes na ocorrência do problema?”, “Quais procedimentos metodológicos aplicar para a elaboração do trabalho?” são questões que começam a aparecer desde o início da elaboração do projeto de doutorado e perpassam por todo o processo de elaboração da tese. Às vezes questões como estas são respondidas de uma forma imediata e às vezes suas respostas não são obtidas diretamente, surgindo as dificuldades, que não são poucas, no decorrer de toda esta trajetória. Mediante a estes desafios enfrentados, o presente capítulo busca responder a estes questionamentos referente a construção deste trabalho.

3.1 O QUE TRABALHAR?

O objeto de estudo do presente trabalho se refere à geografia Leishmaniose Tegumentar Americana. A justificativa da escolha desta doença se pauta em três aspectos inerentes a esta enfermidade: a) apesar de ser uma doença que infecta uma grande quantidade de pacientes, ela é considerada pela Organização Mundial da Saúde e a Organização Médico sem Fronteiras como uma doença negligenciada; b) além da sua alta incidência e ampla distribuição geográfica, os enfermos que contraem esta doença apresentam lesões destrutivas, desfigurantes e também incapacitantes, com grande repercussão no campo psicossocial do indivíduo; e c) nos últimos anos, o número de casos desta enfermidade vem aumentando progressivamente em praticamente todo o mundo tropical. Entender os aspectos etiológicos desta doença é de fundamental importância para a elaboração de estratégias preventivas para sua erradicação ou, pelo menos, a minimização no número de casos da enfermidade.

3.2 ONDE TRABALHAR?

O recorte espacial selecionado para a realização do trabalho foi o estado do Paraná. Para se chegar na escolha desta área foi realizado um levantamento no site do Ministério da Saúde, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, de todos os casos

autóctones da doença, por município, em todo o território brasileiro. De acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2017), indicadores epidemiológicos da LTA devem ser calculados com base nos casos autóctones da LTA porque avalia melhor o risco de contrair a enfermidade na localidade de sua ocorrência. As ocorrências da doença no Brasil são disponibilizadas na base de dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan) do Ministério da Saúde (<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203>).

A partir desta base de dados foram levantadas todas as novas ocorrências autóctones nos municípios brasileiros. Obteve-se como resultado 181.767 novos casos autóctones da LTA em todo o país. Estas foram espacializadas no mapa do Brasil (Figura 9) o que permitiu visualizar a sua distribuição espacial na escala nacional. No mapa foi possível verificar que, espacialmente, a LTA se dissemina por todos os estados brasileiros, com maior concentração nos estados do Norte e Nordeste e, à medida que se distancia destas regiões em direção às demais, o número de casos diminui. O limiar entre o maior e menor número de ocorrências se dá na transição do clima tropical para o subtropical, na região Sul do Brasil, mais especificamente no estado do Paraná, onde a transição é bem nítida.

Nos dados tabulados, verificou-se que na região sul do Brasil foram registradas 3.287 novas ocorrências, sendo que destas, 2.927 foram notificadas só no Paraná, correspondendo, aproximadamente, a 89% de todas as ocorrências da região. Outro aspecto importante analisado no referido período, é que da totalidade destas ocorrências na região Sul do Brasil, 1.896 foram registradas nas áreas urbanas, ou seja, mais de 57%. Isto demonstrou que o Sul, proporcionalmente, superou às demais regiões do Brasil em relação às ocorrências da LTA nos ambientes urbanos, se comparadas com as ocorrências notificadas no ambiente rural (região Norte, 38%; região Nordeste, 25,17%; região Centro-Oeste, 49,94%; e região Sudeste, 44,25%). No Paraná, da totalidade das ocorrências registradas, 1.590 foram verificadas nestes ambientes, totalizando, aproximadamente, 54% de todas as ocorrências notificadas no Estado. Através destas constatações, optou-se então em se trabalhar nos ambientes urbanos de cidades paranaenses.

Para a seleção das cidades a serem pesquisadas, foram levantadas todas as ocorrências autóctones urbanas nas 399 cidades paranaenses no referido período. Levou-se em consideração a quantidade de ocorrências autóctones urbanas da LTA e seu endemismo, ou seja, aquelas que apresentaram em dez anos, pelo menos, uma ocorrência por ano. As cidades selecionadas para a realização do trabalho, considerando o número de ocorrências e o endemismo, em ordem decrescente de notificações, foram: Cianorte (156), Bandeirantes (108), Londrina (90), Terra Boa (62), Umuarama (59), Foz do Iguaçu (52) e Maringá (44),

contabilizando um total de 571 ocorrências, o que representa 35% de todos os casos autóctones nas áreas urbanas das cidades do Paraná.

O estado do Paraná se localiza na região Sul do Brasil, delimitado, aproximadamente, pelos paralelos de 22° 30' e 26° 30' Sul e pelos meridianos 48° 00' e 54° 45' Oeste e é cortado ao norte pelo Trópico de Capricórnio (Figura 15), dividindo o Estado em duas zonas climáticas: ao norte a zona tropical e ao sul do Estado a zona subtropical.

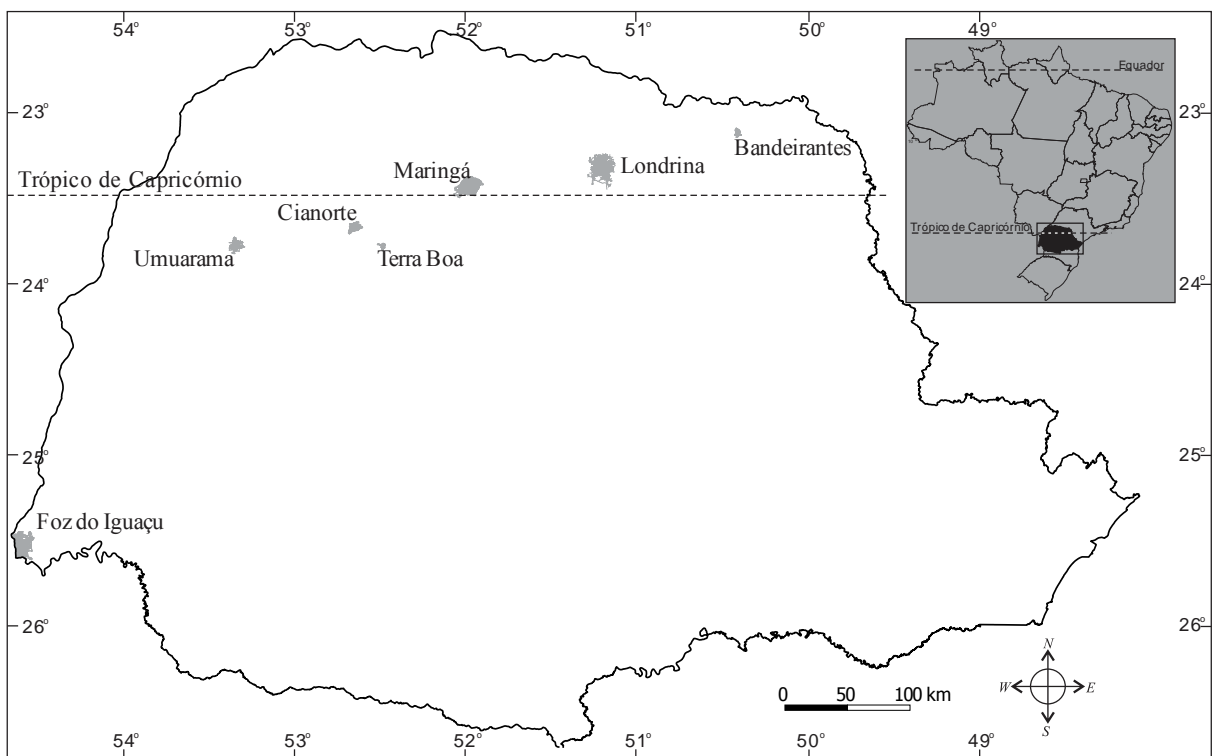


Figura 15: Localização das áreas urbanas das cidades pesquisadas.

Das sete cidades estudadas, seis delas (Bandeirantes, Cianorte, Londrina, Maringá, Terra Boa e Umuarama) se localizam na região Norte do Estado e Foz do Iguaçu na região Sudoeste paranaense. Todas elas se encontram na zona de abrangência do domínio da floresta estacional semidecidual, na transição entre os climas tropical e subtropical.

3.3 FATORES DETERMINANTES DA DOENÇA: ASPECTOS HISTÓRICOS DO DESMATAMENTO E A URBANIZAÇÃO DA LTA NO PARANÁ

A LTA ocorre tanto em áreas de colonização recente onde há derrubada de matas, como também em áreas de colonização antiga onde existem matas residuais ou de segunda formação. No primeiro caso, ela está ligada à derrubada de matas e aberturas de estradas,

estando associada a ambientes florestais primitivos. Neste caso, o ciclo do parasita processa-se sem a participação humana, caracterizando o foco silvestre, onde o homem é envolvido secundariamente (FIRMEZ et al, 1988; LONARDONI, 1993). Com este padrão de transmissão silvestre é que o estado do Paraná se relacionou durante o seu processo de colonização, que cabe aqui relatar. É importante frisar que o objetivo aqui não é de um estudo aprofundado sobre a colonização e expansão no Paraná, mas sim de apresentar o panorama geral vinculando-o a questão do desmatamento e a ocorrência da doença no Estado.

O Paraná experimentou diversos ciclos econômicos, responsáveis pela ocupação de suas variadas regiões fisiográficas, resultando em três frentes de colonização que definiu, historicamente, três grandes regiões: o Paraná Tradicional e as regiões Norte e Sudoeste (Figura 16).

A primeira etapa de colonização do estado do Paraná (Paraná Tradicional) teve sua gênese a partir da segunda metade do século XVII. A comunidade, que historicamente se formou no litoral paranaense e no planalto curitibano, ocupou todas as terras de campo que, em largas faixas, cercadas por imensas florestas, vão desde Curitiba, passando pelos Campos Gerais, até a divisa com Santa Catarina (WESTPHALEN et al, 1968, p. 2). De acordo com Serra (1992), o litoral estava vinculado ao ciclo da mineração do ouro e a contingentes populacionais provindos de São Paulo para explorá-lo.

Após a decadência da exploração do ouro no Paraná deu-se origem a novas fases econômicas, caso do tropeirismo e da extração e beneficiamento de madeira e erva-mate, baseados nos latifúndios campeiros da criação de gado, nos engenhos de beneficiar a erva-mate e nas serrarias de pinheiro (WESTPHALEN et al, 1968, p. 2). Os autores relatam que as terras cobertas de florestas, que eram as terras de melhor qualidade para a agricultura e que se estendiam pela maior parte do território paranaense, ocupando os vales dos rios Paranapanema, Paraná, Ivaí e Iguaçu não foram aproveitadas por essa comunidade, que ficou restrita nas áreas de campos naturais. Esta etapa da colonização do Paraná Tradicional se completou na terceira década do século XIX. Nesta fase, apesar de existir, ainda não se tinham conhecimentos relacionados à LTA, muito menos notificação de casos da doença.

A partir de meados do século XIX, teve início a outra etapa de ocupação, ocorrida na região Norte do estado, através da aquisição de expressivas glebas de terras, por parte de cafeicultores paulistas (LUZ, 1997). Nas palavras de Mombeig (1953, p. 455), sobre a colonização desta região, a partir de 1870,

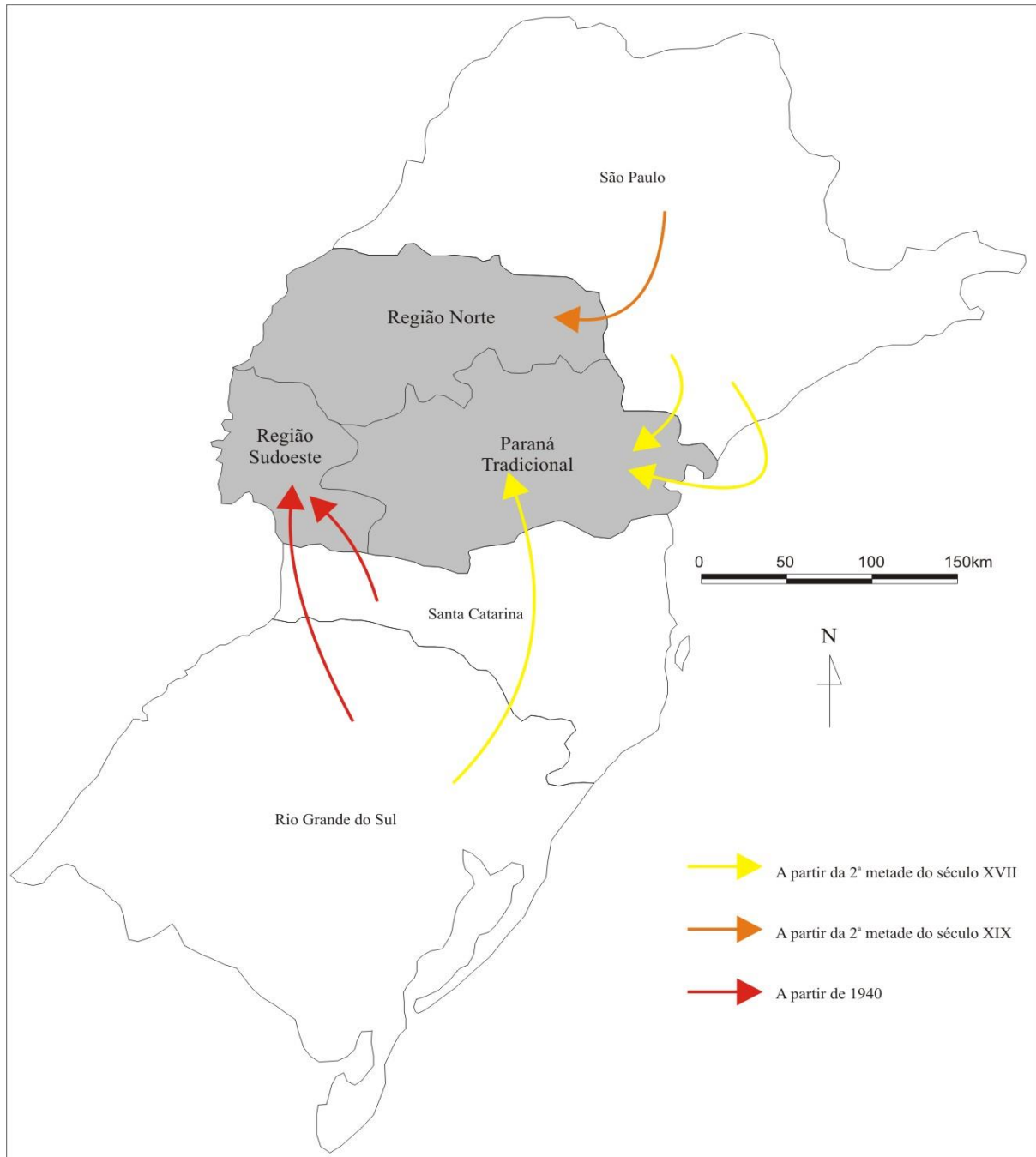


Figura 16: Frentes de ocupação do estado do Paraná
Fonte: Adaptado de Serra (1992)

[...] o entusiasmo pioneiro se acelerou: os plantadores de café transpuseram o escarpamento de arenitos e basaltos que limita os planaltos ocidentais de São Paulo, e, desde 1880, mais ou menos, foi no quadro geográfico destes planaltos, que a frente pioneira progrediu para oeste, em direção ao rio Paraná. A fronteira administrativa entre os estados de São Paulo e Paraná não impediu o avanço desses desbravadores.

Estudos sobre o norte do Paraná, em geral, distingue três momentos do processo de expansão da frente pioneira para região, definindo-o em três sub-regiões: Norte Velho/Pioneiro, Norte Novo e Norte Novíssimo (FUJIKAVA, 2013, p. 44), sendo desbravadas, cronologicamente, de leste para oeste (Figura 17). As seis cidades que fazem parte do presente estudo e que se localizam nestas sub-regiões marcadas por estas diferentes fases de implantação são, da mesma forma, implantadas obedecendo a cronologia do sentido do desbravamento, ou seja, de leste para oeste, sendo que as cidades mais antigas se localizam na parte leste do Estado, conforme segue:

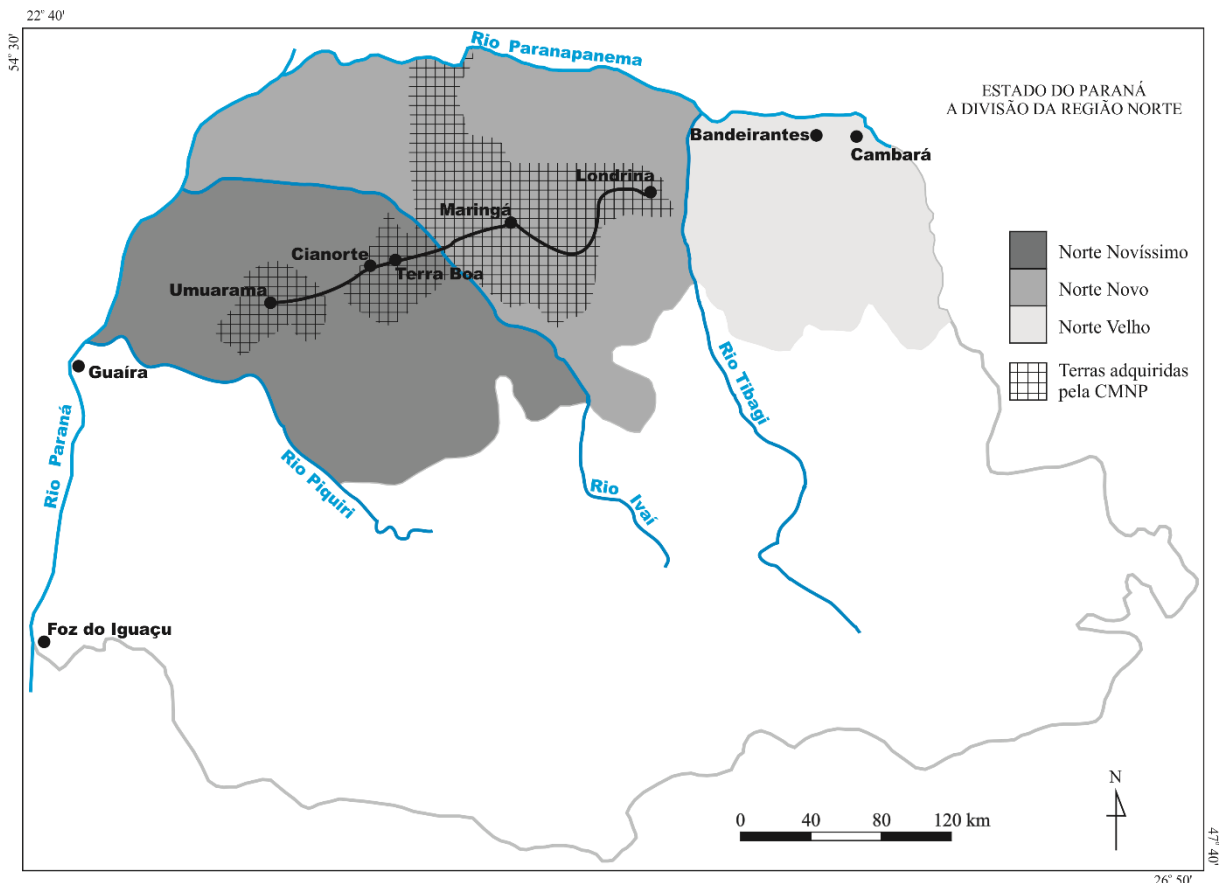


Figura 17: As três fases marcadas pelos avanços da cultura cafeeira no Norte do Paraná.

Fonte: Adaptado de Companhia Melhoramento Norte do Paraná (1975).

1. A primeira fase, onde se localiza a cidade de Bandeirantes (implantada em 14/11/1934), que compreendeu o período do final do século XIX até a segunda década do século XX, designada Norte Velho ou Norte Pioneiro, foi marcada pela colonização espontânea, estendendo-se desde a divisa com São Paulo até o rio Tibagi.
2. A segunda fase, chamada de Norte Novo, dá-se a partir de 1930 de forma lenta até o final de segunda guerra mundial, acelerando posteriormente. Esta área se estende do rio Tibagi, passando por Londrina (implantada em 3/12/1934) e Maringá (implantada em 10/05/1947), até as margens do rio Ivaí.

1. A última etapa do processo de colonização no Norte do Paraná ocorre entre 1940 e 1960, definindo o Norte Novíssimo, compreendendo a região que se estende do rio Ivaí até o rio Piquiri, onde se encontram as cidades de Terra Boa (implantada em 1951), Cianorte (implantada em 26/07/1953) e Umuarama (26/06/1955).

Segundo Serra (1992, p. 72), ao contrário da região Norte, onde o café apareceu como elemento catalisador da ocupação, no Sudoeste não havia, até a década de 1940, uma motivação econômica que despertasse maciço interesse pela posse e exploração da terra. Conforme explana Mondardo (2011, p. 105), a população era pequena, sendo que a maior proporção do contingente demográfico residia em áreas rurais e vinculava-se economicamente às atividades de extração da erva-mate, da madeira e da pecuária extensiva, além da produção para subsistência. Os poucos núcleos urbanos existentes até então, entre eles, Foz do Iguaçu, fundada em 14/03/1914, oriunda de uma colônia militar implantada na região, face aos problemas de fronteiras, principalmente com a Argentina, tinham baixa densidade demográfica.

Esta situação de relativo marasmo na ocupação humana e econômica do sudoeste paranaense começa, no entanto, a sofrer sensível alteração a partir da década de 1940, com a penetração de pequenos agricultores catarinenses e, principalmente, gaúchos, motivados pelas grandes extensões de terra, aparentemente, sem dono e com preços bem menores se comparado aos preços das terras de seus estados (SERRA, 1992, p. 72). Conforme relatam (WESTPHALEN, 1968, p. 4), outro fator relevante é que a conjuntura favorecia também um tipo de ocupação extensiva pela concessão de grandes tratos de terras devolutas, pelo governo do Estado, a companhias particulares exploradoras do mate e da madeira, que devastaram grandes áreas de floresta nesta região, muitas vezes se verificando o contrabando da madeira para a Argentina e Paraguai. Esta fase marca a terceira frente de colonização do Estado e, conseqüentemente, o encontro das três frentes pioneiras na década de 1960, culminando na ocupação de todo o território paranaense.

Durante os três primeiros séculos, a ocupação efetivou-se desde o litoral até os campos gerais, sem alteração significativa da paisagem, quer pela escassez da população, quer pelo desenvolvimento de atividades de pastoreio extensivo e agricultura de subsistência, o que manteve, até então, a cobertura florestal do Paraná praticamente intacta, correspondendo cerca de 80% de seu território. Porém, de acordo com o Gubert Filho (2010, p. 15), a partir de 1890, em aproximadamente um século (1890 a 1980), o Estado do Paraná reduziu sua cobertura florestal de 16.762.600 hectares, ou 83,41% de seu território, para cerca de 872.600 hectares, ou 5,20% de seu território.

No mapa da evolução do desmatamento no estado do Paraná entre 1890 e 1980 (Figura 18), é possível identificar que na década de 1980, com exceção do Litoral e Serra do Mar, a leste, e o Parque Nacional do Iguaçu, a oeste, restam poucos agrupamentos florestais preservados pelas companhias loteadoras no Estado. Parte desta vegetação encontra-se preservada nas áreas urbanas em forma de reservas florestais, com matas naturais e parques municipais, ou em forma de matas ciliares ao longo dos cursos d'água, quando estes estão presentes no ambiente urbano.

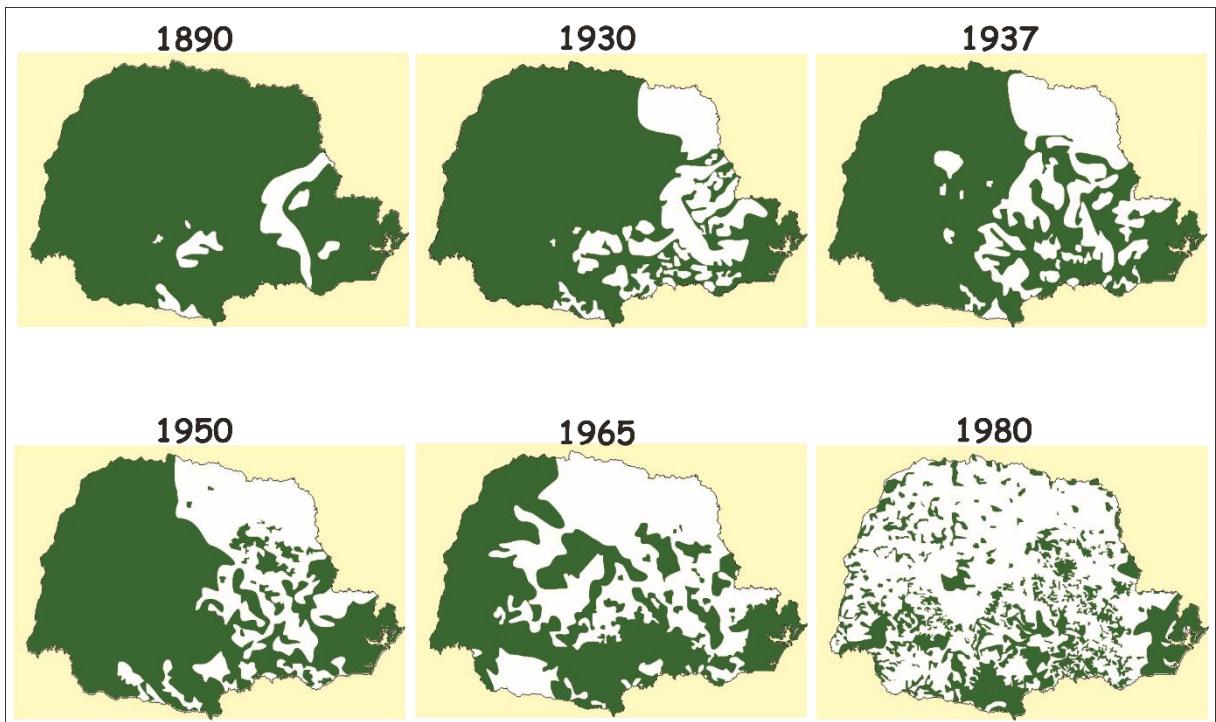


Figura 18: Evolução do desmatamento no estado do Paraná entre 1890 e 1980.

Fonte: Gubert Filho, 2010.

Tanto a região Norte como a região Oeste do estado do Paraná encontram-se sob o domínio da Floresta Estacional Semidecidual (Figura 19), mas, atualmente, poucas são as áreas com florestas nativas. No Estado, este domínio é a fisionomia mais devastada do bioma, sendo que dos aproximadamente 8.772.853 ha, o que representa quase um terço de todo o Paraná, restam atualmente pouco mais de 7,6% da sua distribuição original (BRASIL, 2010). No norte Paranaense, por exemplo, a ocupação e expansão da agricultura, principalmente a partir de 1920, ocasionaram um rápido desmatamento de uma outrora contínua floresta (MENDONÇA; BARROS, 2002, p. 63).

A frente cafeeira que avançou desde o Estado de São Paulo, sobre as férteis terras roxas até o Rio Tibagi, provocou o desmatamento da área relativa ao Norte Velho (Norte

Pioneiro) até 1930. A colonização efetuada a partir de 1930 (segunda etapa de colonização, o designado Norte Novo), foi realizada pela empresa inglesa Companhia de Terras, atual Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (CMNP). Em seguida ela adquiriu diversas áreas, que totalizaram 515 mil alqueires e, posteriormente, comprou mais 30 mil alqueires de terras situadas a oeste da gleba principal, onde se situa atualmente o município de Umuarama. A reserva mais representativa é o Parque Nacional do Iguaçu, com uma área estimada em 170.000ha.

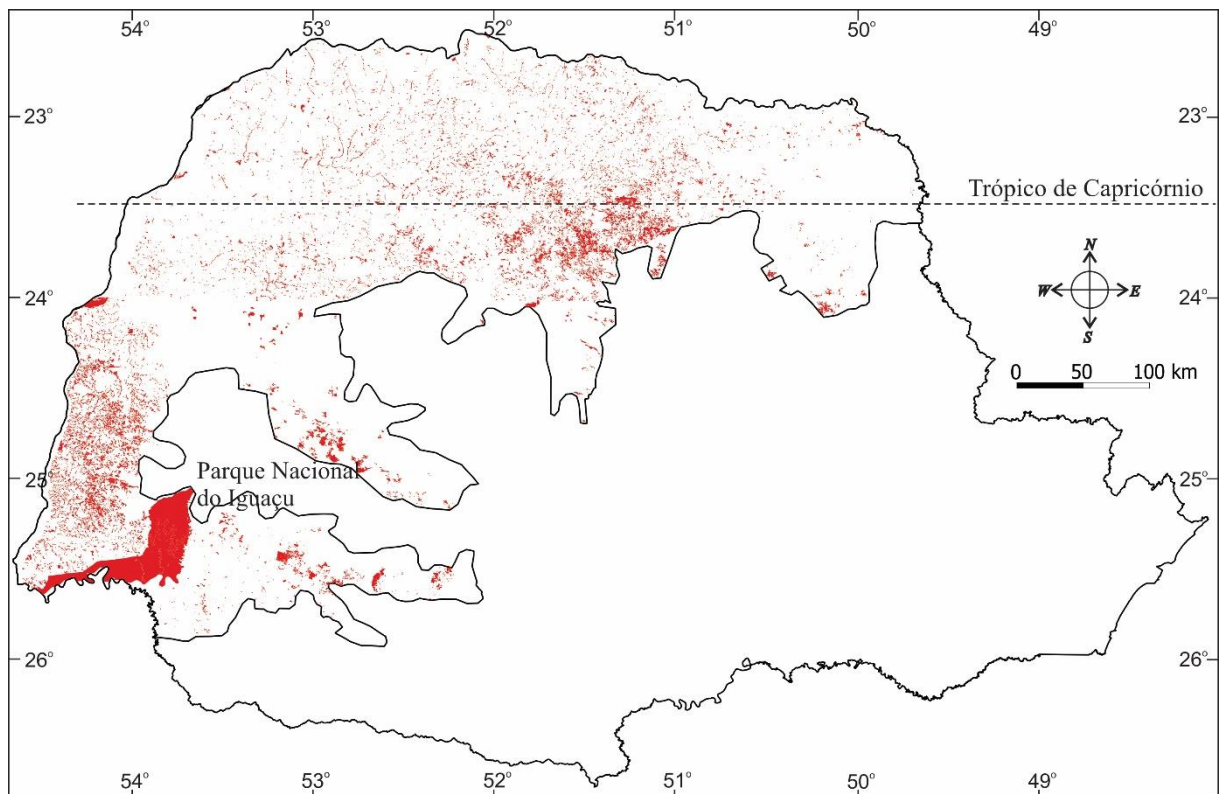


Figura 19: Área de abrangências da Floresta Estacional Semidecidual original no estado do Paraná e os remanescentes florestais atuais.

Fonte: Brasil (2017)

Desde o início do século XX, casos humanos de LTA têm sido relatados no Norte, Oeste e Sudeste do Estado do Paraná. Naquela época a leishmaniose não era doença de declaração obrigatória e, por isso, é difícil estimar o número de casos anuais ocorridos. De acordo com Castro et al (2002, p. 448), um dos poucos registros encontrados é o de Miranda et al (1952) que relatam os primeiros casos no Paraná assinalados em 1918 em Guaíra, na região Oeste e, em 1920, em Jacarezinho, no Norte Pioneiro. No Norte Novo, a doença alcançou proporções epidêmicas entre os anos de 1930 e 1950 com a substituição da floresta original por plantações de café, quando a região passava por franco processo de colonização.

O engenheiro topógrafo Wladimir Babkov da CMNP, que acompanhou desde o início os trabalhos e chefiou por longos anos as equipes técnicas da referida Companhia, oferece o seu testemunho e corrobora o autoctonismo dos insetos transmissores da LTA na região colonizada, quando relata que “tínhamos muito medo da picada de insetos, que transmitiam a Úlcera de Bauru², incurável naquele tempo e muito deformante” (CMNP, 1975, p. 128).

A partir da década de 1950, a incidência de LTA caiu drasticamente no Paraná, motivada tanto pela grande destruição da cobertura florestal primitiva, habitat natural dos flebotomíneos, como também pelas campanhas para erradicação da malária por meio de uso de inseticidas e, de maneira indireta, acabou também atingindo os vetores causadores da LTA (CASTRO et al, 2002). Entretanto, a partir da década de 1980, houve aumento significativo no número de casos autóctones, acometendo novas áreas geográficas e de comportamento endêmico, devido aos movimentos migratórios (NEGRÃO, 2014, P. 158).

No estado do Paraná, o número de casos autóctones urbanos de LTA ultrapassou o número de casos das áreas rurais (55% e 45%, respectivamente). Tal fato pode ter íntima relação as heranças deixadas pela colonização implantada e o planejamento das áreas urbanas com a manutenção de várias áreas florestadas em seus domínios, principalmente, nos municípios localizados nas duas regiões estudadas (Norte e Sudoeste).

Desta forma, o risco de infecção, classicamente atribuído às formas de ocupação dos ambientes florestais pelo homem, ressurge com outra aparência em áreas onde focos ativos da doença sobreviveram em matas residuais (NEGRÃO, 2013, p. 22).

No Norte do Paraná, por exemplo, conforme relata Teodoro (1998), a presença de flebotomíneos no domicílio e peridomicílio e a presença de animais domésticos em residências próximas à mata pode tornar este um ambiente propício à atração destes insetos, indicando uma provável adaptação destes a ambientes antrópicos, facilitando a transmissão da doença. A área domiciliar e peridomicilar também é um importante local de infecção, corroborando estudos realizados em outras regiões do Brasil (Oliveira, 2004), mostrando que a LTA, outrora uma doença rural, vem se manifestando numa interface urbano rural relacionada ao modelo de urbanização empregado nestas regiões, onde as infecções ocorrem em fragmentos de matas nativas modificadas, próximas dos domicílios.

De acordo com Negrão (2013, p. 23), em área urbana e periurbana, características eco-geográficas de vegetação residual favorecem o aparecimento de focos específicos, além da

2 A ‘Úlcera de Bauru’, conforme já relatado, é uma das sinônimas da LTA.

manutenção das condições necessárias ao desenvolvimento dos vetores, hospedeiros silvestres, sinantrópicos e domésticos, em áreas de colonização recente ou antiga; com ocorrência na presença de vegetação residual ou arbórea densa. Este padrão de transmissão urbano pode apresentar dois aspectos: quando há o deslocamento do inseto vetor das florestas residuais para bairros próximos à mata, ou, simplesmente, pela ação de flebotomíneos adaptados a áreas arborizadas, próximas à cidade.

De acordo com Rufino Amaro (2011, p. 251), um exemplo clássico para o primeiro caso ocorre quando há expansão desordenada do perímetro urbano em áreas de floresta. Com o desmatamento, quase sempre para a construção de novas habitações, os mamíferos silvestres das proximidades morrem ou migram, deixando os flebotomíneos sem suas fontes alimentares naturais. Em consequência disso, o inseto vai buscar no ambiente doméstico o repasto sanguíneo para a sua sobrevivência e maturação dos ovos, levando consigo o protozoário responsável pela doença. Dessa forma, o homem e os animais domésticos se tornam parte do ciclo de transmissão da LTA.

No estado do Paraná, desde o início da colonização até a consolidação dos seus núcleos urbanos, principalmente nas regiões Norte e Sudoeste, onde os casos de LTA foram e são mais frequentes, ambos os padrões de infecção estiveram e permanecem presentes, refletindo o processo histórico implantado nestas regiões. O fato do número de casos da LTA ser maior no ambiente urbano reflete bem o caráter urbano da doença no Estado. Vários estudos têm apontado a presença dos insetos transmissores da doença nestes ambientes referentes à LTA no território paranaense.

Em Foz do Iguaçu, Santos et al (2012) realizaram a captura de espécies de flebotomíneos, utilizando armadilhas Falcão, em duas noites seguidas no mês de março de 2012, em ambientes domiciliar e peridomiciliar na área urbana do município. Foram capturadas várias espécies do inseto, entre elas o *Lutzomyia whitmani*, uma das espécies vetoradas da LTA.

Cruz (2010) realizou um estudo referente a captura de flebotomíneos e a ocorrência de casos de LTA no município de Bandeirantes, entre os anos de 2000 e 2009, abarcando tanto o ambiente urbano quanto o ambiente rural. Apesar do maior número de exemplares dos insetos capturados ter sido efetuado no ambiente rural, o maior número de casos de LTA ocorreu no ambiente urbano do município. Outro aspecto importante relatado pela autora é que, apesar de alguns casos notificados serem de pessoas com moradia na zona rural e os homens, em sua grande maioria, exercerem atividades rurais, o risco não parece estar ligado

ao trabalho agrícola, já que a proporção de pessoas ocupadas com atividades domésticas foi superior àquela das pessoas envolvidas com o trabalho rural.

Da Silva et al (2008) realizaram coletas de flebotomíneos em 46 localidades distribuídas em 37 municípios do Paraná, entre elas o Parques Arthur Tomas na área urbana de Londrina, no período de março de 2004 a novembro de 2005. Entre os 498 exemplares capturados nesta área, aproximadamente 40% foram da espécie *Nyssomyia whitmani*, um dos principais vetores responsáveis pela transmissão da LTA no estado do Paraná.

Motivados pela endemicidade da LTA no município de Cianorte, PR, pela ocorrência de casos humanos com provável local de infecção na área urbana, pela presença de mata nativa modificada de preservação permanente no perímetro urbano e pelo desconhecimento da fauna de flebotomíneos na cidade, Cerino et al (2009) realizaram coletas de flebotomíneos com armadilhas Falcão instaladas no peridomicílio e na floresta, no período de julho de 2005 a junho de 2006, na área urbana do município. Foram coletados 755 flebotomíneos, com predomínio da espécie *Nyssomyia whitmani* (84,0%), seguida da espécie *Nyssomyia neivai* (12,7%). O número de flebotomíneos coletados foi maior no peridomicílio. Segundo os autores, o pequeno número de flebotomíneos coletados, principalmente na floresta, pode estar relacionado às alterações ambientais realizadas no entorno do Parque Cinturão Verde que circunda a área urbana do município. Os resultados indicam a necessidade de se manterem medidas que contribuem para evitar o contato do homem com os flebotomíneos, diminuindo o risco de transmissão de LTA.

Em outro trabalho realizado por Teodoro et al (1998), motivados, também, pela ocorrência de casos de leishmanioses em humanos em Maringá, foram realizadas coletas de flebotomíneos em três áreas de preservação cobertas com matas primitivas modificadas, localizadas no perímetro urbano: Parque do Ingá, Bosque dos Pioneiros (Bosque II) e Horto Florestal. Entre as espécies coletadas, houve a prevalência da *Lutzomyia whitmani*, representando mais de 96% dos exemplares coletados. Kühl et al. (2006) realizaram coleta de flebotomíneos em uma reserva de mata residual de 9,7 hectares pertencente ao cemitério Parque, onde constatou também a prevalência da *Lutzomyia whitmani*, com mais de 56% dos exemplares coletados.

A partir dos estudos realizados por Teodoro et al (1998) e Kühl et al (2006), evidenciou-se, em grande maioria, a presença da espécie de flebotomíneos na área urbana de Maringá, o que mostra sua maior adaptabilidade aos ambientes mais antropizados.

Os ciclos de transmissão da LTA variam de acordo com a região geográfica e envolvem uma diversidade de espécies de parasito, vetores, reservatórios e hospedeiros e no

Paraná seu ciclo de transmissão está ligado ao *Leishmania (Viannia) braziliensis*. No Estado, o parasito foi isolado e caracterizado como sendo do vetor *Lu. Whitmani*.

Segundo Neves (2000, p. 361),

[...] a *Lutzomyia (Nyssomyia) whitmani* é uma espécie de ampla distribuição: Peru, Guiana Francesa, Brasil [...], Paraguai e Argentina. [...] No nordeste e sul, é silvestre e domiciliada e ataca o homem avidamente. [...] Sob o ponto de vista epidemiológico, a *Lu. Whitmani* é a espécie mais perigosa, pois fêmeas foram encontradas naturalmente infectadas com a *Le. Guyanensis* no Pará, com a *Le. Braziliensis* e *Le. Amazonensis*, na Bahia.

Nas áreas de ambiente modificado, a transmissão ocorre no ambiente domiciliar (Figura 20), atingindo indivíduos de ambos os sexos e de todos os grupos etários, com tendências à concentração dos casos em um mesmo foco. Em Maringá, por exemplo, após a investigação de um surto da doença, em 2003, no Conjunto Residencial Inocente Vila Nova Júnior, constatou-se que o foco do vetor era uma reserva de mata localizada no bairro, concluindo-se que todos os casos notificados nas proximidades do parque eram autóctones desta reserva florestal (CARFAN et al., 2004).

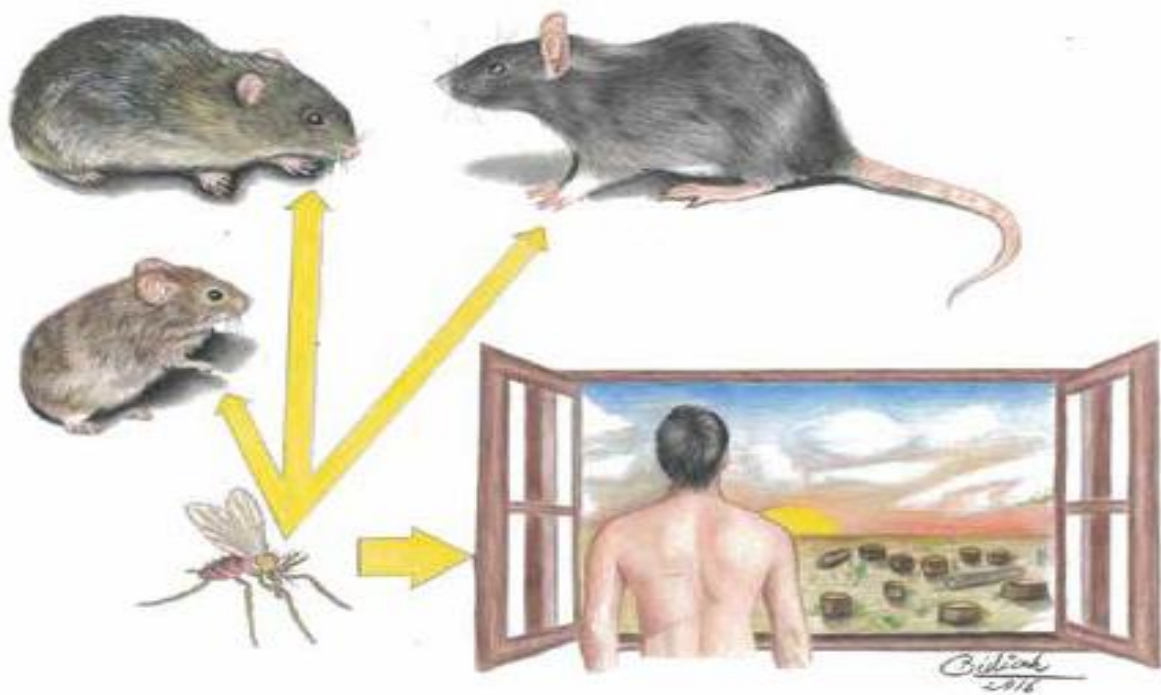


Figura 20: Ciclo de transmissão da *Leishmania (Viannia) braziliensis* entre *Lutzomyia wellcomei* e roedores.

Fonte: Brasil (2017, p. 30)

As lesões causadas com a doença oriundas do ciclo de transmissão do protozoário *Leishmania V. braziliensis* com o vetor *Lutzomyia wellcomei* podem ocorrer nas pálpebras ou em áreas normalmente cobertas pelo vestuário, sugerindo que a transmissão, com grande frequência, ocorra no interior das habitações, destacando que esta espécie de inseto tem como hábito picar o indivíduo mesmo durante o dia (BRASIL, 2017, p. 30).

Os estudos mencionados indicam que nas áreas urbanas do Paraná, em residências próximas a fragmentos florestais, a presença de animais domésticos e sinantrópicos no peridomicílio atrai um grande número de flebotomíneos, principalmente da espécie mais frequente no Estado (*Lu. Whitmani*), contribuindo assim para o aumento de risco de transmissão de LTA e, conseqüentemente, deixando as pessoas que habitam essas áreas mais vulneráveis à infecção da doença.

3.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Após a escolha das cidades que foram selecionadas para a realização do presente trabalho, o passo seguinte foi solicitar o endereço das ocorrências da doença nessas áreas urbanas. Para tanto, foi elaborado um projeto junto ao Comitê de Ética da Universidade Estadual de Maringá para solicitar a disponibilização de dados que relacionassem cada caso de ocorrência da doença com o respectivo endereço postal da pessoa infectada. Após aprovação do projeto pelo Comitê de Ética, houve a solicitação da disponibilização dos dados junto à Secretaria de Estadual da Saúde do Paraná.

Cabe aqui salientar que, apesar de ser um processo rotineiro, neste trabalho ocorreram alguns percalços por se tratar de várias localidades de diferentes regionais de saúde, o que acarretou uma morosidade na obtenção dos dados, pois o processo teve que ser analisado também pelo Comitê de Ética da Secretaria Estadual da Saúde em Curitiba. Todo o trâmite legal levou, pelo menos, seis meses para a conclusão do processo. Outro aspecto importante a frisar é que, de acordo com os critérios arrolados para a seleção das cidades, Cerro Azul também fazia parte das cidades selecionadas, porém, após a liberação dos dados com endereço das ocorrências da doença, os mesmos foram revisados e, devido a inconsistências nos endereços (falta de numeração dos domicílios), esta cidade foi descartada do trabalho, restando somente as sete já mencionadas.

Com a planilha de endereços das ocorrências disponibilizadas pela Secretaria da Saúde de Paraná, foi inicializada a espacialização dos casos nas malhas urbanas das cidades. Os dados com os endereços das pessoas infectadas, durante o período de estudo, foram espacializados nas bases cartográficas das áreas urbanas das cidades elencadas disponíveis na

página do IBGE (ftp://geofp.ibge.gov.br/recortes_para_fins_estatisticos/malha_de_setores_censitarios/censo_2010/bas_e_de_faces_de_logradouros/PR/). As bases cartográficas foram importadas para o QGIS 3, versão 2.18.3.

Paralelamente as etapas mencionadas, foram realizados levantamentos bibliográficos em artigos, dissertações, teses e outras literaturas referentes à enfermidade, a fim de elucidar aspectos históricos da doença, a sua etiologia, seu ciclo na natureza, locais mais propícios para se contraí-la e o seu vínculo com as áreas urbanas. As leituras realizadas permitiram constatar que a persistência da infecção de forma endêmica tem alta correlação com a proximidade de matas remanescentes modificadas nestas áreas em suas mais diversas manifestações: parques, reservas e matas ciliares.

Esta alta correlação conduziu a próxima etapa do trabalho que foi a extração e localização das áreas de mata urbana das cidades. A extração dessas áreas foi realizada também no QGIS, a partir do complemento ‘Openlayer Plugin’, o qual disponibiliza, entre outros, os dados do Google Earth⁴. Por meio das imagens disponibilizadas pelo Google Earth⁵, foram extraídas as matas de cada cidade elencada. A título de exemplo, a Figura 21 representa a imagem disponibilizada pelo Google Earth (A) e o mapeamento das áreas de mata na cidade de Cianorte (B) no aplicativo QGIS. Neste mapeamento foram consideradas tanto as áreas de matas urbanas quanto periurbanas, uma vez que estas últimas podem ter maior influência na transmissão da LTA nas áreas mais periféricas da cidade.

3 O QuantunGIS é um Sistema de Informação Geográfica (SIG) de Código Aberto licenciado segundo a Licença Pública Geral GNU. O QGIS é um projeto oficial da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo). Funciona em Linux, Unix, Mac OSX, Windows e Android e suporta inúmeros formatos de vetores, rasters e bases de dados e funcionalidades (https://www.qgis.org/pt_BR/site/about/index.html).

4 O Google Earth é um programa computacional desenvolvido pela empresa norte americana Google com imagens que recobrem todo o globo terrestre.

5 O banco de dados do Google Earth é derivado de uma mescla de imagens provenientes de sensores de diversas resoluções, dispostas de maneira a formar uma imagem contínua de todo o planeta (Lopes & Nogueira, 2011). No presente estudo as imagens utilizadas para o mapeamento das matas de cada cidade foram obtidas por imagens do satélite SPOT com resolução espacial de 1,5m na banda colorida. As datas de aquisição são: Bandeirantes (03/04/2016), Cianorte (25/06/2016), Foz do Iguaçu (10/08/2017), Londrina (12/07/2017), Maringá (17/07/2017), Terra Boa (07/06/2016) e Umuarama (05/08/2017).

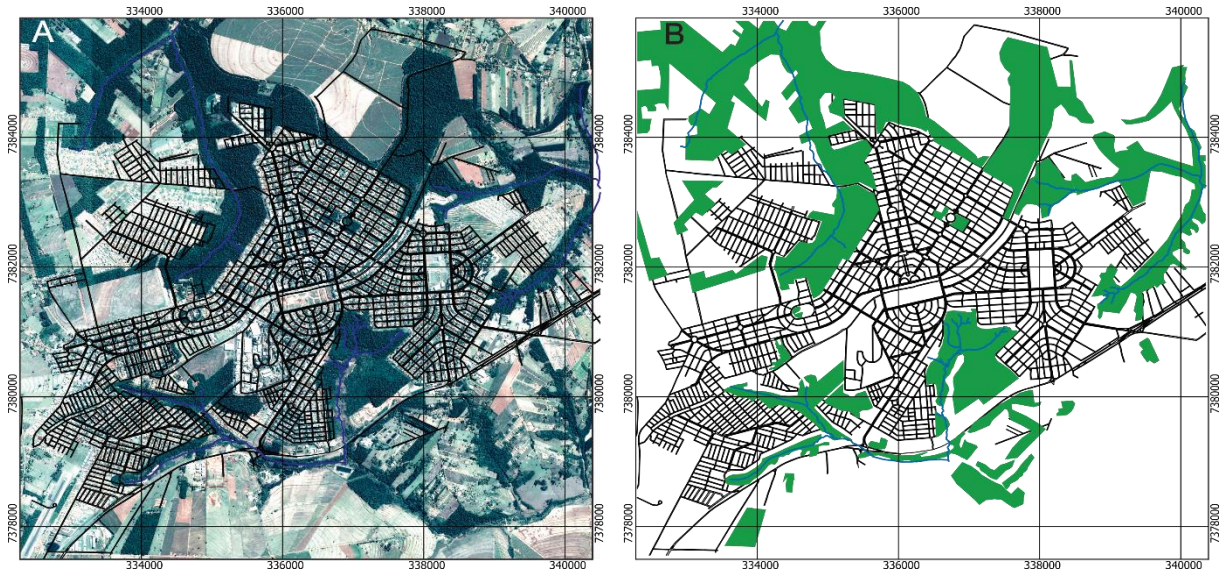


Figura 21: Imagem disponibilizada pelo Google Earth (A) e o mapeamento das áreas de mata na cidade de Cianorte (B) no aplicativo QGIS.

Concluído o processo de mapeamento das matas, os mapas gerados foram exportados para o aplicativo SPRING6, versão 5.1.8, para gerar as respectivas grades de distância mínimas relativas às bordas de cada mata, com resolução espacial de 1 metro. A Figura 22 apresenta um recorte na área urbana de Cianorte, com destaque ao Parque Cinturão Verde, na qual é demonstrada a grade de distância mínima relativa gerada e, os pontos pretos representando cada caso de ocorrência da doença na área abarcada.

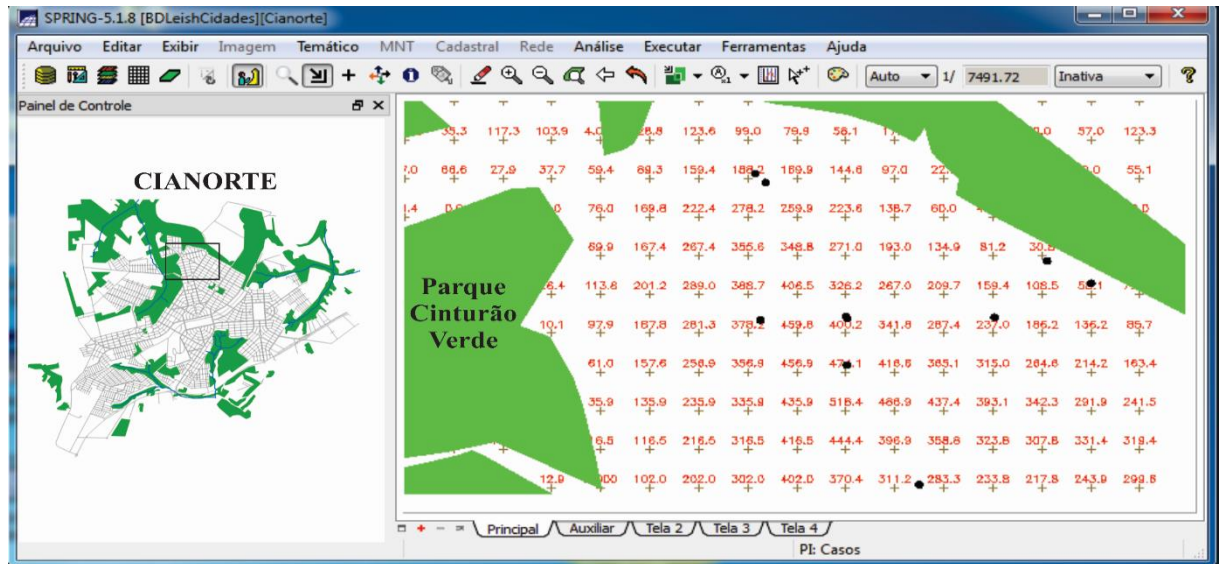


Figura 22: Grade de distância mínima relativa gerada a partir da borda de cada mata em Cianorte, juntamente com o mapeamento da ocorrência de cada caso da doença na área abarcada.

6 O SPRING (Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas) é um SIG (Sistema de Informações Geográficas) com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais (<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html>).

Uma grade de distância mínima é uma matriz de distâncias que são medidas a partir da borda da mata mais próxima. Em outras palavras, cada valor pontual nessa grade é a distância desse ponto até a borda da mata mais próxima (é a menor distância de um ponto entre todas as distâncias com bordas de matas possíveis).

Para cada mapa das cidades pesquisadas foi gerada a respectiva grade de distâncias relativas mínimas, a qual foi sobreposta ao respectivo mapa. Cada caso da doença foi georreferenciado e, pontualmente, marcado no mapa. Para cada caso da doença, com o auxílio da grade, foi computada a menor distância que essa ocorrência está da borda da mata mais próxima. Foi feita a tabulação desses dados individualmente para cada cidade e uma outra considerando a união de todas elas, pois se o modelo proposto reflete o comportamento da observação para cada individualização, então, é esperado que esse modelo seja verdadeiro para um todo. Até os primeiros 500 metros de distância, foram estipuladas classes com intervalo de 50 metros e a partir dos 500 metros foram definidas classes de 100 metros de intervalo. Optou-se por intervalos de classes distintas porque até os 500 metros a quantidade de casos foi bem superior que o número de casos após essa distância.

Em seguida foram determinadas as áreas de riscos de infecção à LTA, tendo como base o número de casos acumulados em cada classe de distância com relação às distâncias medidas, conforme apresentado na fórmula

$$R_{jk} = \frac{\#casos_{jk}}{d_{jk}} \quad (i)$$

onde R_{jk} é o valor do risco no limite da classe jk , $\#casos_{jk}$ é o número de casos acumulados até a classe jk e d_{jk} é a distância limite da classe jk .

Inicialmente, para a análise dos resultados e para a avaliação do comportamento deste índice, foram calculados os valores dos riscos (R) para os dados de todo o universo de ocorrências da LTA, ou seja, considerou-se todos os casos de uma forma única, global.

Após esta etapa, passou-se a investigar um padrão de relacionamento entre as variáveis envolvidas com os casos de contaminação conhecidos, que permitisse estabelecer um modelo matemático do risco de contaminação (novos casos), a partir do conhecimento dos valores do risco *a priori*, observados nos dados adquiridos em uma região qualquer.

Como em várias ciências é comum manusear dados obtidos na observação de algum experimento e, esses dados, na maioria dos casos, estão associados com desvios (erros) intrínsecos e extrínsecos ao experimento feito (problemas relacionados com carência no controle do ambiente onde o experimento é realizado, com erros de observação, entre outros fatores), geralmente, esses desvios não são previsíveis e ocorrem de maneira aleatória ou são

distribuídos em acordo com algum padrão estatístico. De certa forma, o desvio faz parte do experimento, o qual poderia ser eliminado se o valor real fosse conhecido. Porém, como o valor real não é conhecido, apenas se pode minimizar o erro cometido.

Assim sendo, o procedimento metodológico para a minimização dos erros foi realizado, conforme segue: se y é o valor do Risco R real desconhecido e y^* é o valor experimental do risco R obtido, então, a expressão $y - y^*$ fornece o valor do desvio d cometido em cada uma das classes de distância determinadas. Considerando todas estas classes (x_1, x_2, \dots, x_n) do experimento, onde cada uma delas fornece um valor experimental $y_1^*, y_2^*, \dots, y_n^*$ correspondente que, por sua vez, podem apresentar desvios em relação ao respectivo valor real (desconhecido), este valor real desconhecido pode ser inferido se existir uma função f que relacione (ou modele) a amostra experimental x com o valor experimental y^* , pois $y^* = f(x)$. Dessa forma, os desvios dos valores experimentais foram relacionados com a função f da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} d_1 &= y_1 - y_1^* = y_1 - f(x_1) \\ d_2 &= y_2 - y_2^* = y_2 - f(x_2) \\ &\vdots \\ d_n &= y_n - y_n^* = y_n - f(x_n) \end{aligned}$$

O problema é que, tecnicamente, nesse ponto do experimento não é conhecida essa função f . Entretanto, pode-se determinar a sua forma a partir da elaboração de um gráfico das observações experimentais $\{(x_1, y_1^*), (x_2, y_2^*), \dots, (x_n, y_n^*)\}$ feitas (Figura 23).

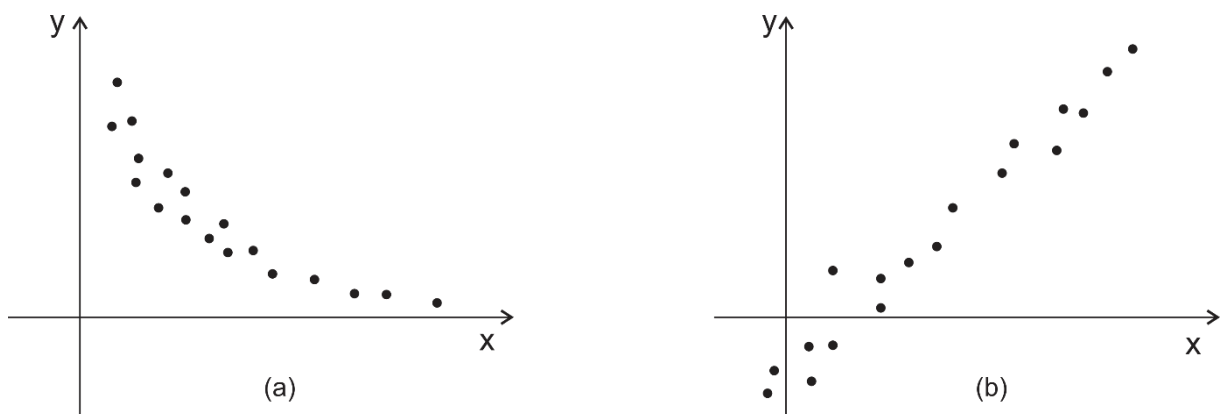


Figura 23: Exemplos de dispersão de dados experimentais para análise de tendência de curva.

Mesmo que se considere que, para os exemplos ilustrados na Figura 24, o padrão de dispersão dos dados tem a forma de uma exponencial (a) ou de uma reta (b), ainda resta o problema de determinar qual é a melhor equação exponencial ou linear que se ajustam, respectivamente, sobre esses dados, de tal forma que os desvios cometidos no experimento

seja minimizado. Como cada observação experimental está associada com um valor de desvio, então, é natural que se procure minimizar a soma de todos os desvios, ou seja

$$\sum_{i=1}^n d_i = \sum_{i=1}^n (y_i - y_i^*)$$

O método dos mínimos quadrados é uma técnica da estatística multivariada, muito utilizada no ajustamento de dados, que se propõe em minimizar a soma dos quadrados dos desvios (LAWSON; HANSON, 1974). Isto fornece algumas facilidades nos cálculos matemáticos, bem como na análise dos resultados por apresentar valores positivos (Equação ii).

$$\sum_{i=1}^n d_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - y_i^*)^2 \quad (\text{ii})$$

Suponha que o modelo de dispersão dos dados seja a Figura 24 (b), o qual sugere que os dados se ajustam na forma de uma reta. A equação reduzida da reta é dada por (iii)

$$y^* = ax + b \quad (\text{iii})$$

Se a equação (iii) modela o problema, então, é necessário determinar os valores dos coeficientes a e b para especificar a função que relaciona os dados experimentais (x, y^*) . Logo, substituindo (iii) em (ii), tem-se

$$S = \sum_{i=1}^n d_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - ax_i - b)^2$$

Como se quer minimizar a soma dos quadrados dos desvios, se existir um ponto de mínimo nos dados modelados, então, a primeira derivada parcial de S em relação a a ($\partial S/\partial a$) e de S em relação a b ($\partial S/\partial b$) devem ser zero nesse ponto (LEITHOLD, 1994) – (equações iv).

$$\begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial b} &= -2 \sum_{i=1}^n (y_i - ax_i - b) = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial a} &= 2 \sum_{i=1}^n (y_i - ax_i - b)(-x_i) = 0 \end{aligned} \quad (\text{iv})$$

Reordenando os termos da equação iv tem-se um sistema de duas equações e duas variáveis (a e b):

$$\begin{aligned} nb + a \sum_{i=1}^n x_i &= \sum_{i=1}^n y_i \\ b \sum_{i=1}^n x_i + a \sum_{i=1}^n x_i^2 &= \sum_{i=1}^n x_i y_i \end{aligned}$$

cuja solução é dada por

$$a = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i}; \quad b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 \sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i} \quad (\text{v})$$

Dado um conjunto de pontos (x, y) , a equação v permite calcular os coeficientes a e b da equação da reta $y^* = ax + b$ que melhor ajusta esses pontos. Embora, uma análise gráfica da dispersão dos pontos (x, y) possa sugerir que tal dispersão é melhor ajustada por um modelo linear, deve-se ter a preocupação de se saber se esse modelo é aceitável. Uma forma de se mensurar a aceitabilidade de um ajustamento por um modelo linear é calcular o coeficiente de correlação de Pearson (r), dado por

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left(n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i \right) \left(n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \sum_{i=1}^n y_i \sum_{i=1}^n y_i \right)}} \quad (\text{vi})$$

O valor de r pertence ao intervalo $-1 \leq r \leq +1$ e, quanto mais próximo de $+1$ ou de -1 , mais perfeito foi o ajuste dos pontos pelo modelo linear. Se $r = 0$, não existe correlação linear entre os pontos (x, y) . Se $r = 1$, os pontos estão diretamente correlacionados pelo modelo linear e, se $r = -1$, os pontos estão inversamente correlacionados pelo modelo linear.

Se o modelo de dispersão dos dados tem tendência exponencial, na forma $y = be^{ax}$, ajustá-los por um modelo linear pode inserir mais desvios nos dados. No caso de o modelo ser exponencial, ele precisa ser linearizado para que seja possível usar as equações v e vi e, assim, conseguir ajustar os dados para um modelo exponencial.

A linearização do modelo exponencial é feita por meio do seguinte algebrismo matemático. Sabe-se que o modelo exponencial tem a forma geral

$$y = be^{ax}$$

logo,

$$\ln(y) = \ln(be^{ax})$$

pela propriedade dos logaritmos

$$\ln(y) = \ln(b) + \ln(e^{ax})$$

e, portanto,

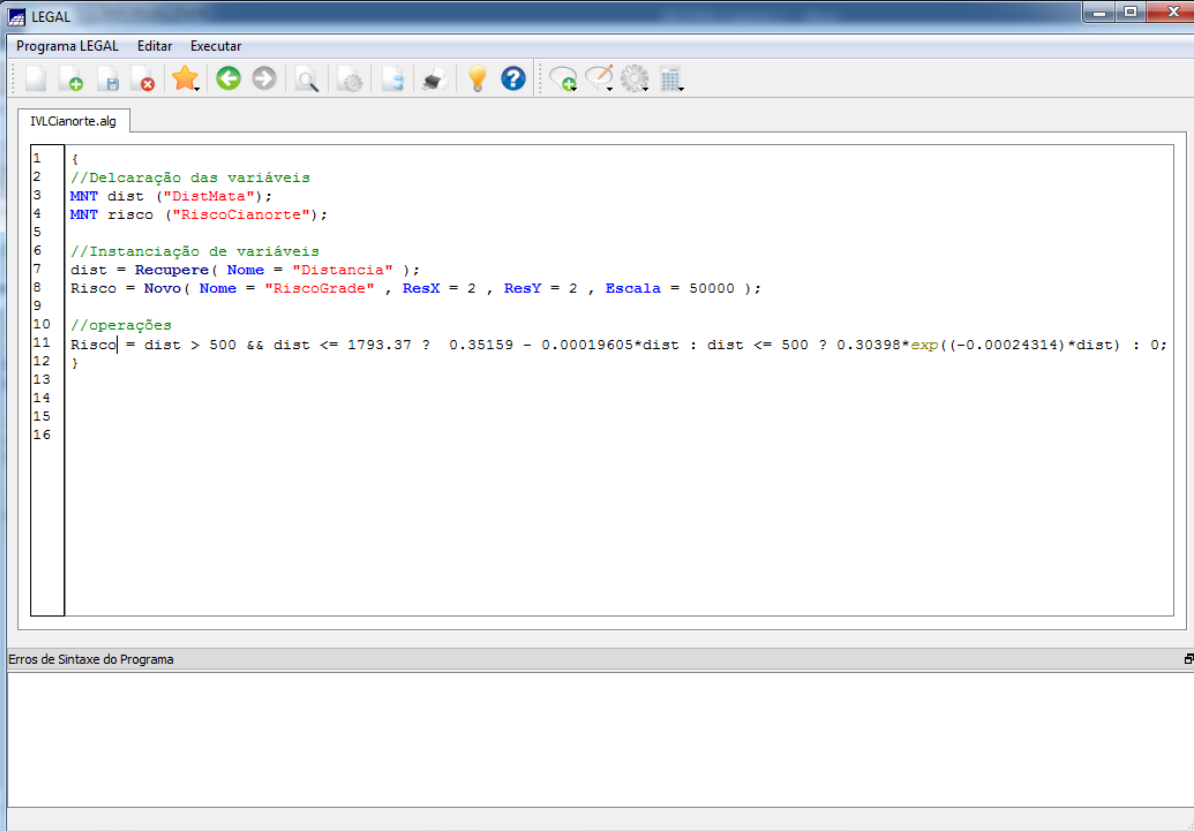
$$\ln(y) = \ln(b) + ax \quad (\text{vii})$$

por (vi) se obtém a linearização do modelo exponencial, garantindo a aplicação das equações v e vi e assim reescrever o modelo exponencial dos dados como

$$y = e^{\ln(b)} e^{ax} = be^{ax} \quad (\text{viii})$$

Ao considerar que esses modelos melhor explicavam o comportamento dos valores globais do risco R , foi realizada a aplicação dos mesmos para cada cidade individualmente. Todo esse processo de investigação e de ajustes de modelos foi realizado com auxílio do MATLAB⁷.

No aplicativo Spring, foram utilizadas as grades de distâncias já geradas para cada cidade elencada para aplicação da lógica *fuzzy*, no módulo LEGAL⁸ (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) existente no referido aplicativo, com a finalidade de gerar o mapa de risco em cada uma das áreas estudadas, considerando, para tanto, os modelos que melhor se ajustaram ao comportamento da curva dos valores do risco R nas faixas de distâncias consideradas. Na Figura 24 é apresentado, no ambiente do módulo LEGAL, o algoritmo para a geração do mapa de risco de infecção à LTA para a cidade de Cianorte.



```

LEGAL
Programa LEGAL  Editar  Executar
IVLCianorte.alg
1 {
2 //Declaração das variáveis
3 MNT dist ("DistMata");
4 MNT risco ("RiscoCianorte");
5
6 //Instanciação de variáveis
7 dist = Recupere( Nome = "Distancia" );
8 Risco = Novo( Nome = "RiscoGrade", ResX = 2, ResY = 2, Escala = 50000 );
9
10 //operações
11 Risco = dist > 500 && dist <= 1793.37 ? 0.35159 - 0.00019605*dist : dist <= 500 ? 0.30398*exp((-0.00024314)*dist) : 0;
12 }
13
14
15
16
Erros de Sintaxe do Programa

```

Figura 24: Algoritmo desenvolvido no ambiente do módulo LEGAL do Spring para a geração do mapa do risco de infecção à LTA para a cidade de Cianorte-PR.

⁷O MATLAB (abreviatura de "Matrix Laboratory") é um software de alto nível, desenvolvido e comercializado pela MathWorks, que permite elaborar códigos protótipos de computador sofisticados principalmente aqueles relacionados com cálculos matriciais.

⁸O Módulo LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) é uma ferramenta que possibilita a realização de análises espaciais através de álgebra de mapas. A análise espacial utiliza os atributos espaciais e não espaciais das entidades gráficas armazenadas na base de dados espaciais para fazer simulações sobre os fenômenos do mundo real (<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/legal.html>).

Posteriormente, com os mapas de risco prontos, foram utilizados dados do Censo do IBGE de 2010 e o setor censitário como unidade de análise, já que esta é a menor unidade territorial com limites físicos identificáveis em campo e com dimensão adequada à operação de pesquisas em seus levantamentos populacionais, para a elaboração do mapa de distribuição da população. Tendo como objetivo correlacionar o risco e a distribuição populacional, este mapa permite, assim, estabelecer áreas prioritárias de intervenção, possibilitando ações preventivas, por parte dos órgãos responsáveis, com o objetivo de erradicar ou minimizar a transmissão da LTA nas áreas urbanas estudadas.

Os setores censitários no formato *shapefile* foram importados para o aplicativo SPRING. A grade de risco foi individualizada em unidades menores considerando-se a área de intersecção da grade de risco gerada e a área de cada setor censitário. O IVL foi então determinado levando-se em consideração a relação entre as áreas de risco (grade de risco individualizada) e a população de cada setor censitário, da seguinte maneira:

$$IVL_{ij} = (P^k \times R_{ij}^k) \times \frac{\#C}{\#P} \quad (\text{ix})$$

onde IVL_{ij} é o Índice de Vulnerabilidade de Infecção à LTA obtido em cada ponto ij da grade individualizada, P^k é a população do setor censitário k , R_{ij}^k é o valor de cada ponto gerado na grade referente a área de intersecção entre o setor censitário k e a grade k , $\#C$ é o número de casos de LTA na cidade considerada e $\#P$ é a população total da cidade.

Os cálculos do IVL foram realizados no módulo do ambiente LEGAL disponível no SPRING. Ao término de todos os cálculos, no menu ‘editar/mosaico’ deste aplicativo, todas as grades individualizadas foram agrupadas em uma única grade, gerando uma única malha dos valores do IVL para cada área urbana pesquisada. Para finalizar a confecção dos mapas, considerando os valores dos IVLs gerados, foi realizado o fatiamento disponível no menu ‘MNT/fatiamento’ destes valores em cinco classes temáticas de vulnerabilidade, com intervalos iguais: Muito Alta, Alta, Média, Baixa e Muito Baixa.

No próximo capítulo são apresentadas as discussões acerca dos resultados obtidos a partir dos procedimentos metodológicos adotados e dos modelos que melhor se ajustaram em relação à distribuição espacial dos casos de LTA, tanto globalmente como particularmente em cada cidade pesquisada.

CAPÍTULO IV

Análise De Risco De Infecção À Lta Em Ambientes Urbanos No Paraná

O presente capítulo apresenta o fator de risco em se contrair a doença em áreas urbanas do estado do Paraná. Para tanto, inicialmente, são apresentados os dados referentes a quantidade de casos da doença, a sua distribuição espacial e as distâncias mensuradas dos locais de ocorrência ao local provável de infecção para sete cidades pesquisadas afim de se determinar o comportamento relacionado à distância das ocorrências em relação aos possíveis locais de infecção.

Na sequência é realizada uma análise geral do risco, considerando todas as distâncias mensuradas nas cidades pesquisadas com o intuito de se obter modelos matemáticos que melhor se ajustem às distâncias medidas.

Posteriormente, os modelos matemáticos de melhor ajuste para a totalidade dos dados são aplicados para cada uma das sete cidades pesquisadas. Em seguida, a partir dos modelos experimentados e avaliados, é realizado o mapeamento do risco, propriamente dito, em cada uma delas.

4.1 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS CASOS AUTÓCTONES DA LTA NO PARANÁ

No período 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 ocorreram, no Paraná, 1.628 casos autóctones urbanos de LTA, notificados em 166 dos 399 municípios existentes no Estado. Somente nos sete municípios estudados foram registrados 571 casos autóctones urbanos da doença no mesmo período (BRASIL, 2016), o que representa mais de 35% de todos os casos autóctones urbanos ocorridos no Estado. Na Tabela 1 é apresentado o número de casos de LTA registrados no período, bem como a área urbana, a área de mata, a população e o coeficiente de detecção das cidades pesquisadas. Cianorte foi a cidade com maior percentual de casos autóctones notificado da doença, em relação as sete cidades pesquisadas, com 27,32%, seguido de Bandeirantes com 18,91%, Londrina com 15,76%, Terra Boa com 10,86%, Umuarama com 10,33%, Foz do Iguaçu com 9,11% e Maringá com 7,71%.

Os dados revelaram também que, em termos superficiais, houve diferenças bem significativas entre as cidades pesquisadas. As maiores cidades apresentam área superficial superior a 130 km², como é o caso de Londrina, Foz do Iguaçu e Maringá, enquanto que as menores, caso de Terra Boa e Bandeirantes, apresentam áreas urbanas inferior a 11 km².

Por ser a área de mata e sua distribuição espacial ser um fator importante na determinação dos diferentes graus de risco, estas foram quantificadas e em números absolutos. As cidades com maior quantidade de matas são Foz do Iguaçu e Londrina (com 30,20 km² e 26,91 km², respectivamente), porém quando analisados relativamente, a cidade de Cianorte é que tem a maior quantidade de matas proporcionalmente ao seu perímetro urbano, com 37,04% de sua área total.

Tabela 1: Ocorrências de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 nas cidades paranaenses.

Cidades	Número de Casos	População Urbana	Área Urbana (Km ²)	Área de Mata		Coeficiente de Detecção (Casos/100.000 Hab.)
				(Km ²)	(%)	
Bandeirantes	108	8.802	10,19	1,44	14,13	122,70
Cianorte	156	59.100	33,23	12,31	37,04	26,40
Foz do Iguaçu	52	252.590	163,93	30,20	18,42	2,34
Londrina	90	482.752	246,51	26,91	10,92	1,86
Maringá	44	338.330	131,75	5,37	4,08	1,30
Terra Boa	62	12.988	4,41	0,53	12,02	47,74
Umuarama	59	89.431	30,97	2,58	8,33	5,81
Total	571					

O censo de 2010 realizado pelo IBGE mostra que Londrina é a cidade com o maior número de habitantes vivendo na área urbana (487.752 pessoas), seguida por Maringá (338.330 pessoas) e Foz do Iguaçu (252.590 pessoas). Entre as cidades pesquisadas, as menos populosas são Terra Boa (12.988 pessoas) e Bandeirantes (8.802 pessoas). Se considerado o número de casos da doença, percebe-se que os maiores valores ocorreram em cidades menos populosas, como é o caso de Cianorte (156 casos) e Bandeirantes (108 casos).

Para se avaliar o risco de se contrair uma doença e também comparar as diferentes áreas, o Ministério da Saúde desenvolveu o coeficiente de detecção como um indicador epidemiológico. No Brasil, no período considerado no presente estudo, o coeficiente de detecção da LTA em ambientes urbanos foi de 112,95 casos/100.000 habitantes. No Paraná, nesse mesmo período, o coeficiente encontrado foi de 21,27 casos/100.000 habitantes, bem inferior ao coeficiente nacional. Porém, quando verificado em escala urbana nas cidades pesquisadas, percebeu-se que Bandeirantes apresentou um valor superior em relação ao valor encontrado para escala nacional, com 122,70 casos/100.000 habitantes. Em comparação ao Paraná, Terra Boa (47,74 casos/100.000 habitantes) e Cianorte (26,40 casos/100.000 habitantes) ficaram acima da média estadual.

Realizando-se uma análise integrada dos dados apresentados na referida tabela, constata-se que um indicativo da quantidade de ocorrências da doença pode estar diretamente relacionado com a proporção de matas existente em cada cidade. Apesar de não ser regra geral, as cidades que mantêm proporcionalmente, em seu perímetro urbano, superfícies maiores de matas, foram as que tiveram maior número de ocorrências e também um dos maiores coeficientes de detecção, como é o caso de Cianorte e Bandeirantes.

Para obter conhecimento da distribuição espacial das ocorrências de LTA em cada uma das cidades pesquisadas e a relação dos casos com os ambientes de mata, locais dos criadouros dos flebotomíneos, as referidas ocorrências foram espacializadas em bases cartográficas contendo a malha urbana e as respectivas áreas florestadas de cada uma destas cidades. Os mapas das áreas urbanas dos municípios investigados, juntamente com as áreas de mata e a distribuição espacial dos locais de ocorrência da doença fornecidos pelo Sinan (usando os dados “endereços de moradia do infectado” constante nas fichas de notificação compulsória) estão apresentados nas Figuras 25 a 31.

As áreas de matas e fragmentos florestais, ou seja, tanto na forma de reserva como de matas ciliares, existentes nos limites urbanos estabelecidos foram mapeadas. No entanto, há que se considerar que matas e fragmentos florestais que se localizam no entorno próximo desses limites urbanos também podem ter influência sobre os índices de contaminação e, nesse contexto, tais áreas de matas também foram incluídas como dados relevantes para este trabalho, pois há a notificação de ocorrência de casos nas proximidades dessas áreas periféricas. Tal fato pode ser observado nos mapas apresentados nas Figuras 25 a 31.

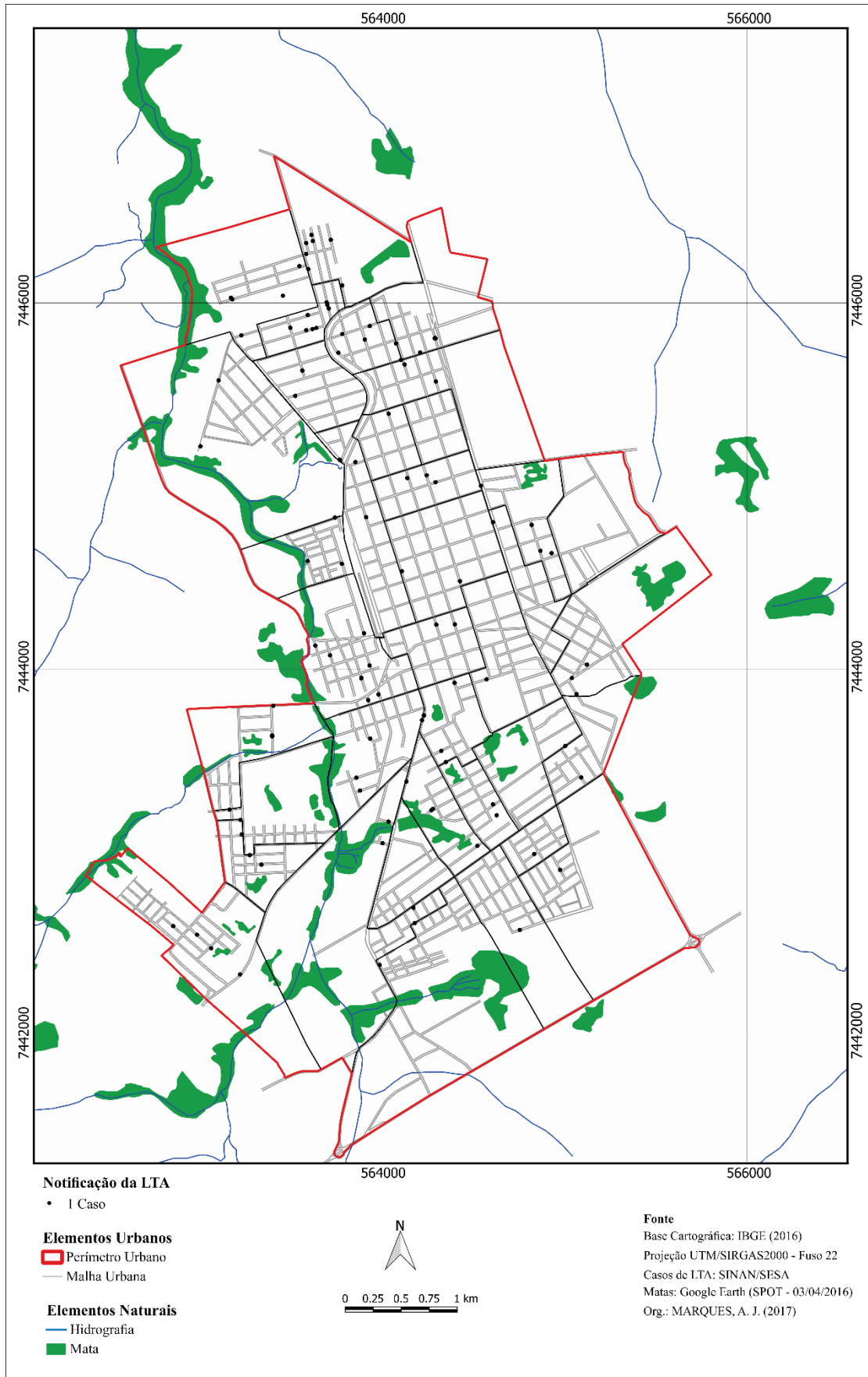


Figura 25: Distribuição Espacial dos casos de LTA, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Bandeirantes.

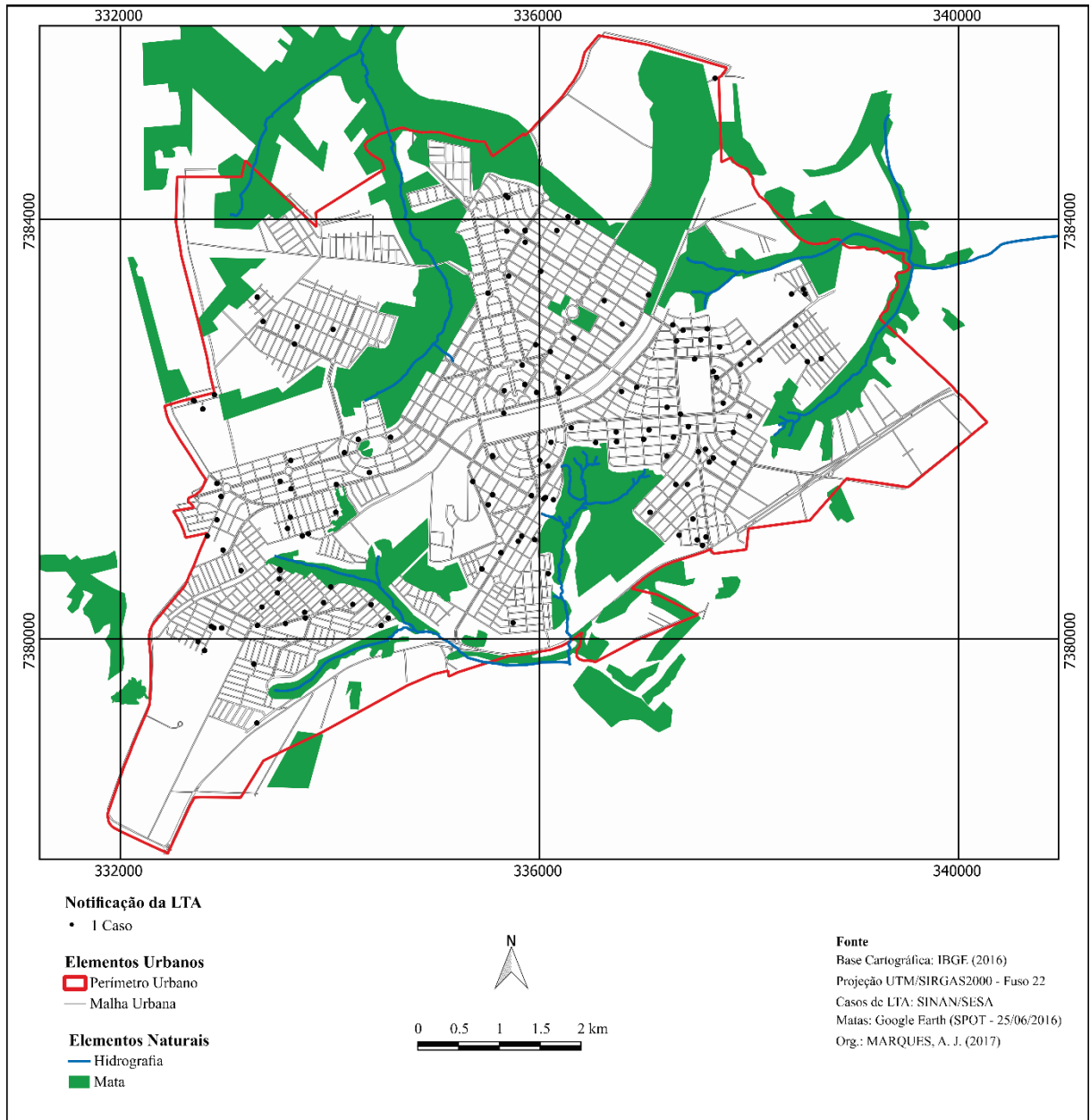


Figura 26: Distribuição Espacial dos casos de LTA, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Cianorte.

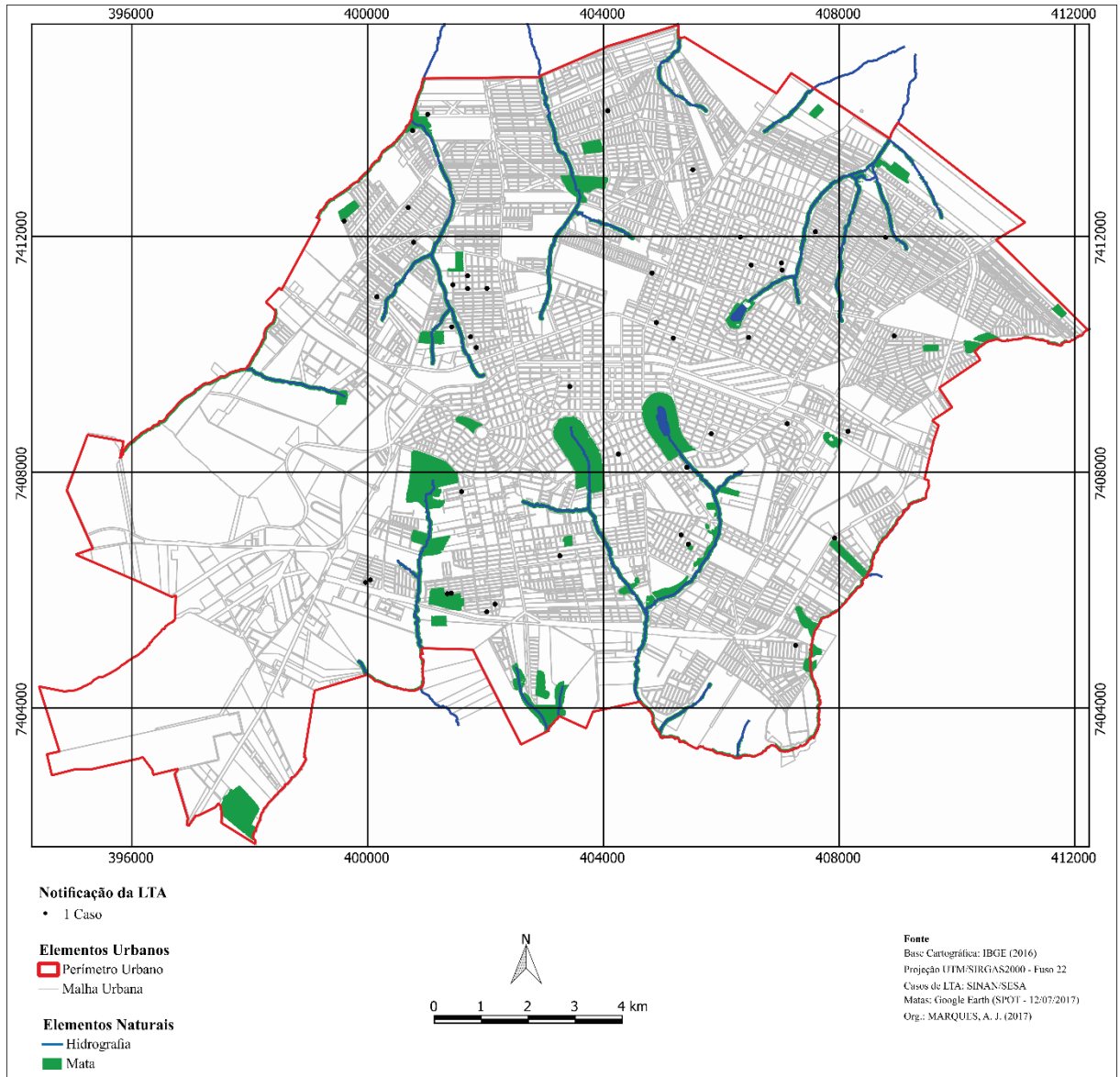


Figura 27: Distribuição Espacial dos casos de LTA, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Maringá.

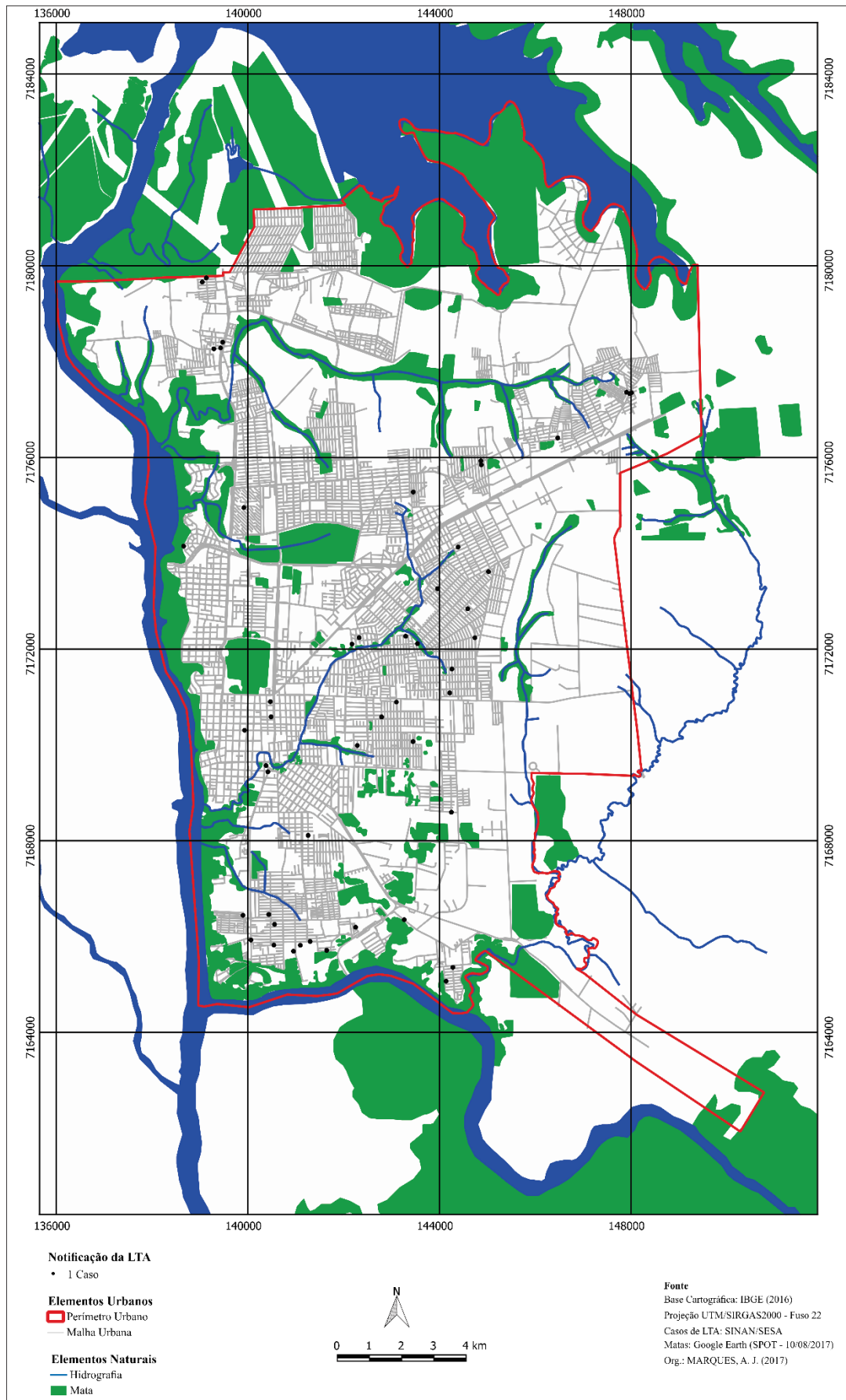


Figura 28: Distribuição Espacial dos casos de LTA, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Foz do Iguaçu.

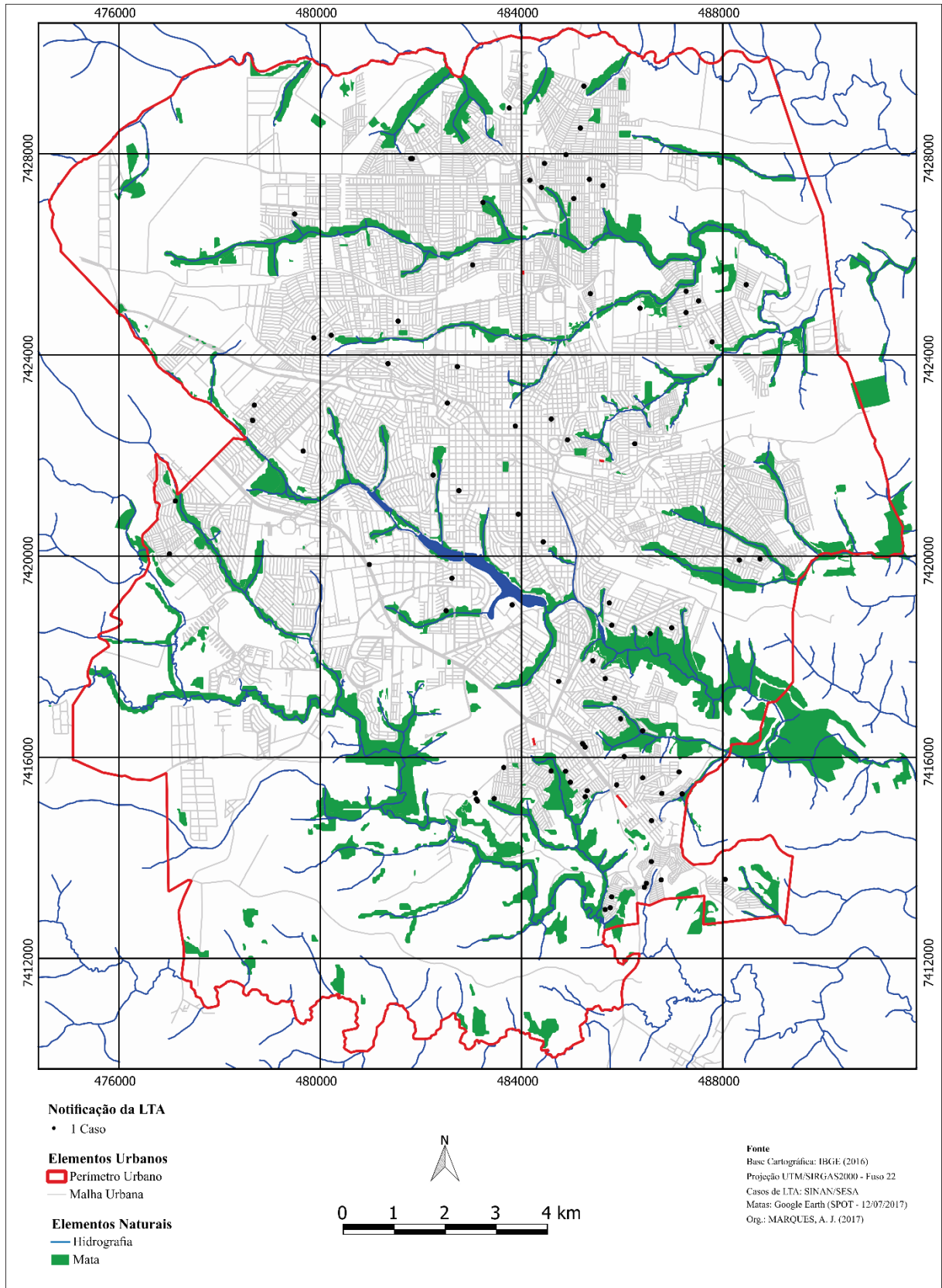


Figura 29: Distribuição Espacial dos casos de LTA, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Londrina.

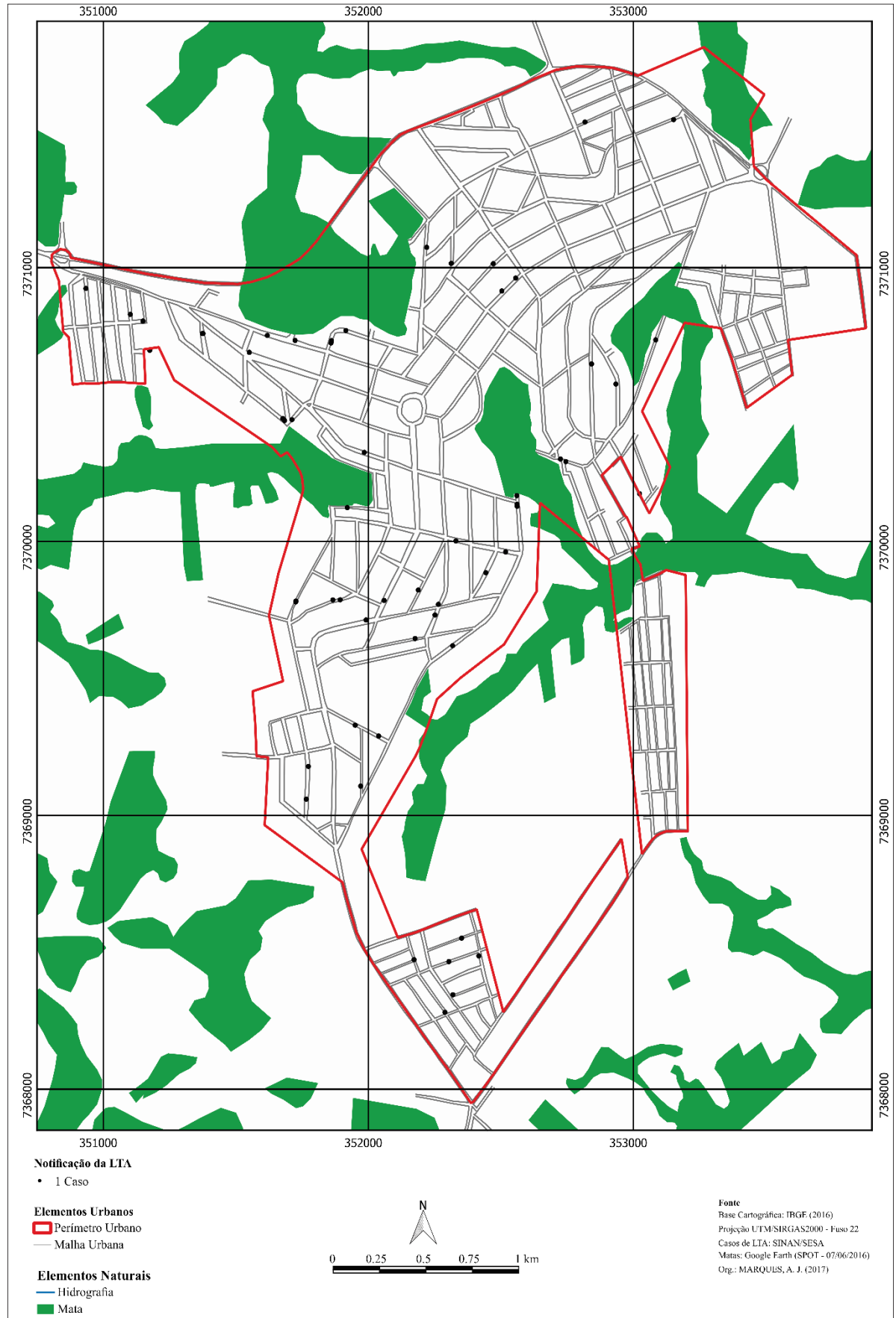


Figura 30: Distribuição Espacial dos casos de LTA, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Terra Boa.

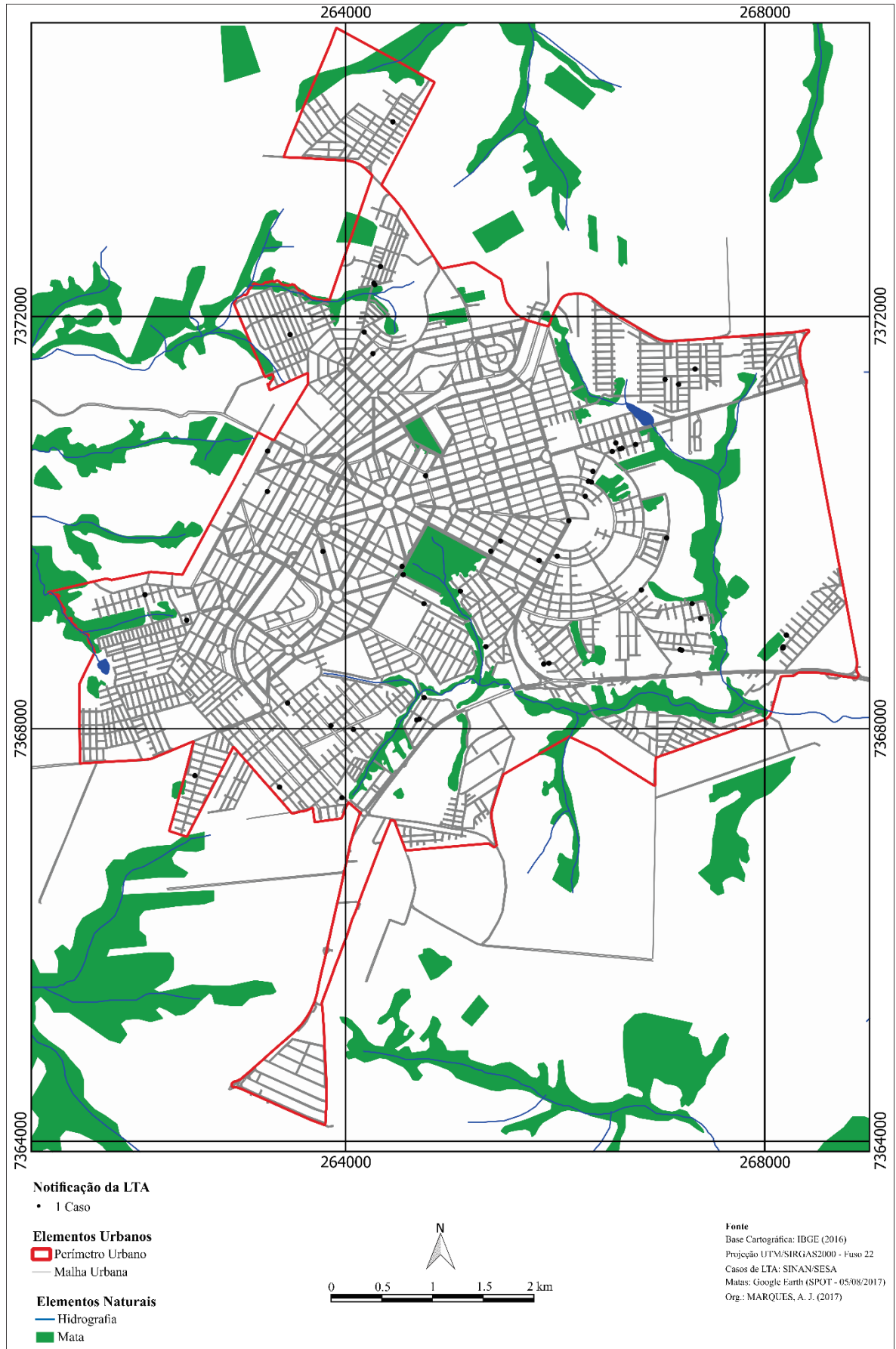


Figura 31: Distribuição Espacial dos casos de LTA, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Umuarama.

De modo geral, a distribuição espacial dos casos da doença nos respectivos mapas permite pressupor que há uma forte correlação da proximidade de áreas de matas com casos de infecção registrados. Em outras palavras, ao se excluir as áreas de matas, pode-se concluir, erroneamente, que a doença ocorre de maneira aleatória sobre a superfície, sem apresentar a definição de um padrão na observação. No entanto, ao se considerar a existência das matas, obtém-se uma correlação direta da proximidade dessas com os casos observados, independentemente de suas dimensões.

Muitos casos são observados nas vizinhanças desses fragmentos florestais ou os acompanham, margeando os seus perímetros. Nas áreas urbanas de maior dimensão como Londrina (Figura 29), Foz do Iguaçu (Figura 28) e Maringá (Figura 27), por exemplo, como são recortadas por vários cursos d'água em seus perímetros urbanos, percebe-se muito bem esta configuração, ou seja, os casos notificados da doença se orientam na direção destes cursos d'água, margeando as matas ciliares.

Admitindo que exista correlação direta entre casos da doença com a respectiva localização deste com a área de mata mais próxima, então, o valor da distância entre a localização de cada caso com a borda da mata mais próxima se constitui um dado importante. Considerando esta relação, foi realizada a mensuração das distâncias entre cada posição de caso observado com a linha de borda da mata mais próxima, as quais estão apresentadas na Tabela 2.

Ao inferir, em acordo com Miranda et al (1996, p. 435), que não há um consenso entre autores quanto ao alcance máximo de voo dos flebotomíneos em relação ao seu habitat natural, os valores apresentados na referida tabela se mostram mais consistentes, uma vez que as distâncias mensuradas nas áreas de interesse apresentaram uma variação de 4,47 metros (valor encontrado em Umuarama) até valores superiores a 1.000 metros (1.024,57 metros e 1.189,79 metros em Maringá). Porém, ao se considerar o intervalo entre 1.000 e 1.200 metros, houve uma taxa de ocorrência de 0,35% de casos observados da doença, fato que ilustra a existência de um limite máximo de distância para ataques do inseto. Posto isto, é interessante frisar que, mesmo que a distância seja grande entre a fonte de contaminação e o local de ocorrência, não se pode eliminar o risco por completo, pois não existe risco zero e os indivíduos e os lugares percebem as ameaças mesmo que em mínimas proporções.

O número de casos observados, por classes de distância, em cada cidade pesquisada, a frequência em cada classe, a frequência acumulada e a frequência acumulada relativa, estão apresentadas na tabela 3. Considerando-se todos os casos observados há a indicação de que, somente nos primeiros 200 metros de distância da borda da mata, surgem 265 notificações de

casos confirmados, ou seja, nesse intervalo de distância prevalecem 46% dos casos. Há localidades em que essa taxa se mostrou bem superior, como em Terra Boa (58,06%) e Umuarama (61,02%).

Da totalidade dos 571 casos analisados, 479 ocorreram até o limite de 500 metros de distância das bordas de matas. Há o acúmulo de 87,39% dos casos neste intervalo. Para esse mesmo intervalo, cinco das sete cidades investigadas apresentaram percentual superior a 80% (Terra Boa – 100%; Bandeirantes – 96,30%; Umuarama – 91,53%; Londrina – 90%; Cianorte – 81,41%). Por se tratar da cidade com menor área entre as cidades pesquisadas e por apresentar fragmentos florestais intraurbanos e em praticamente todo o seu entorno, Terra Boa não apresentou distâncias superiores a 500 metros, concentrando todos os casos até o limite dessa faixa de distância.

Com exceção dos dois casos já mencionados em Maringá, todas as demais cidades consideradas no presente estudo não apresentaram valores de distância superiores a 1000 metros. A partir da análise dos valores encontrados nas cidades investigadas, o que pôde ser constatado é que os flebotomíneos, de modo geral, são insetos que possuem um alcance de voo que, com exceção a casos excepcionais, não ultrapassam o limite de 1000 metros de seus habitats naturais.

A seguir é realizada uma análise geral dos dados, levando-se em consideração todas as distâncias mensuradas, afim de se estabelecer modelos que melhor expliquem a distribuição espacial das ocorrências de LTA nas áreas urbanas pesquisadas e, dessa forma, determinar as áreas com maior propensão de infecção da doença.

Tabela 2: Distâncias, em metros, da residência ao local provável de infecção nas áreas urbanas dos municípios estudados, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

Bandeirantes				Cianorte				Foz do Iguaçu		Londrina			Maringá		Terra Boa		Umuarama		
10,47	139,44	295,08	470,60	7,00	99,51	221,59	351,99	548,00	13,42	291,95	6,00	149,10	324,30	15,19	534,00	6,00	169,48	4,47	153,05
18,00	143,06	295,44	475,19	8,00	108,73	221,72	352,52	555,25	30,00	314,02	9,50	150,80	324,60	19,44	537,66	9,00	198,21	17,89	194,00
28,83	143,06	301,16	487,91	8,00	108,80	222,88	354,20	556,40	33,00	324,95	9,50	152,30	331,30	20,12	559,07	21,00	198,37	18,00	195,13
32,36	149,19	308,61	495,02	11,52	109,78	227,38	354,62	568,93	39,00	370,42	9,70	167,70	334,10	26,83	646,99	21,00	204,37	18,00	202,50
34,13	155,49	309,38	495,02	14,25	116,49	232,20	360,71	581,68	40,25	372,62	11,80	168,60	335,70	27,00	652,58	23,12	240,00	21,89	208,31
35,42	156,05	309,63	532,16	15,00	123,50	239,74	361,89	582,64	45,58	375,00	17,90	168,70	399,00	29,12	663,87	26,12	240,00	26,00	212,56
40,25	157,59	312,35	535,58	17,45	134,24	243,70	364,13	584,04	49,83	407,10	22,10	183,30	418,30	30,71	668,35	26,12	240,79	32,00	238,36
44,48	184,81	319,83	613,97	20,33	134,84	244,43	364,34	591,18	56,83	412,83	23,40	183,40	419,10	53,67	945,32	27,92	246,21	34,83	246,00
45,42	187,18	334,47	651,39	23,77	136,99	253,00	371,15	600,08	87,21	518,13	24,40	198,50	424,90	72,12	964,11	27,92	252,38	35,58	285,36
45,42	190,14	334,91		26,00	140,33	268,67	375,06	604,83	97,18	520,42	27,00	204,00	427,80	112,77	1024,57	27,92	253,47	36,77	294,62
45,89	196,77	342,25		31,05	142,15	269,08	388,77	617,28	99,93	554,13	40,80	205,20	445,40	112,96	1189,79	31,08	254,34	38,41	299,16
46,47	199,00	357,08		44,84	143,09	272,00	390,09	624,30	109,91	557,98	41,80	214,20	450,50	116,33		35,32	259,12	43,34	302,77
49,02	207,44	360,77		51,03	150,06	274,81	402,82	628,38	117,00	619,41	52,60	220,50	456,50	124,99		38,87	280,42	45,25	326,91
57,19	211,67	362,58		54,06	152,12	279,62	412,80	628,89	118,79	695,70	55,10	220,60	473,20	135,75		38,87	291,00	45,91	340,91
59,31	218,66	364,04		59,94	160,20	285,13	413,63	633,99	123,71	725,10	55,40	223,10	473,70	146,87		38,87	293,13	46,17	382,61
64,25	218,66	366,79		61,82	160,81	286,22	419,46	635,75	124,30	776,82	62,80	235,10	506,30	158,13		54,00	296,47	46,17	392,25
65,19	222,47	366,80		64,11	161,09	287,60	427,42	640,97	124,42	802,23	66,90	238,20	520,20	172,17		54,75	296,50	70,00	422,28
66,36	222,57	369,58		64,36	170,51	288,91	427,71	668,57	141,00	802,95	70,10	240,80	550,40	173,71		60,09	304,85	70,90	424,72
93,99	230,98	370,45		67,01	171,39	302,15	429,01	715,62	144,00	934,82	70,30	252,20	564,80	180,41		60,37	304,96	72,09	429,09
101,82	231,90	376,22		67,01	172,10	306,75	431,54	718,57	154,42		74,60	274,50	597,60	188,34		63,37	308,33	73,92	473,40
103,20	232,00	387,41		67,63	172,71	316,82	441,69	721,04	171,00		80,80	290,30	600,50	219,13		67,08	314,54	83,55	491,17
105,67	232,39	388,97		72,14	173,23	324,41	454,88	743,50	179,83		81,00	291,20	645,20	238,97		72,71	317,83	94,00	514,03
108,47	233,54	390,44		74,80	173,78	325,15	459,39	747,42	224,83		82,60	293,00	734,00	245,36		84,00	330,62	96,00	668,47
111,33	236,35	407,80		79,03	178,70	326,02	469,12	748,57	226,66		92,50	295,00	879,90	248,00		108,53	332,91	96,17	686,52
115,33	239,65	416,36		79,21	179,44	327,24	470,57		227,87		95,00	295,30		277,33		110,33	336,92	97,91	751,60
121,19	244,36	421,94		82,48	179,72	329,00	476,64		230,77		97,20	296,60		310,25		125,33	343,43	102,86	942,85
121,93	244,86	437,72		82,64	180,27	333,94	479,29		238,25		118,40	306,20		314,54		127,97	379,50	103,39	
124,75	249,73	442,47		82,88	192,79	334,95	482,61		240,12		118,60	307,70		388,55		130,03	412,75	111,55	
130,95	257,39	457,19		91,27	193,61	342,68	512,11		241,83		125,20	308,70		422,20		132,00	441,79	117,73	
134,00	270,51	460,96		93,14	198,26	345,42	515,02		243,67		136,50	309,50		445,74		134,16		127,22	

134,39	272,39	462,15		94,84	199,44	348,40	515,02		256,70		140,80	317,30		507,00		135,76		128,75	
135,33	283,42	463,79		95,69	203,10	349,37	517,02		267,10		145,20	323,30		526,07		137,67		136,25	
136,42	290,47	466,20		97,70	221,59	349,84	522,46		278,54		147,30	323,70		526,25		167,00		145,17	

Distância até (m)	Bandeirantes			Cianorte			Foz do Iguaçu			Londrina			Maringá			Terra Boa			Umuarama			Global		
	Freq.	Freq. Ac.	Freq. Ac. Rel. (%)	Freq.	Freq. Ac.	Freq. Ac. Rel. (%)	Freq.	Freq. Ac.	Freq. Ac. Rel. (%)	Freq.	Freq. Ac.	Freq. Ac. Rel. (%)	Freq.	Freq. Ac.	Freq. Ac. Rel. (%)	Freq.	Freq. Ac.	Freq. Ac. Rel. (%)	Freq.	Freq. Ac.	Freq. Ac. Rel. (%)	Freq.	Freq. Ac.	Freq. Ac. Rel. (%)
50	13	13	12,04	12	12	7,69	7	7	13,46	12	12	13,33	7	7	15,91	15	15	24,19	16	16	27,12	82	82	14,36
100	6	19	17,59	22	34	21,79	4	11	21,15	14	26	28,89	2	9	20,45	8	23	37,10	9	25	42,37	65	147	25,74
150	18	37	34,26	11	45	28,85	8	19	36,54	8	34	37,78	6	15	34,09	9	32	51,61	8	33	55,93	68	215	37,65
200	8	45	41,67	19	64	41,03	3	22	42,31	8	42	46,67	5	20	45,45	4	36	58,06	3	36	61,02	50	265	46,41

Tabela 3: Número de casos observados, por classes de distância, em cada cidade pesquisada, a frequência em cada classe, a frequência acumulada e a frequência acumulada relativa, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

250	16	61	56,48	10	74	47,44	8	30	57,69	9	51	56,67	4	24	54,55	5	41	66,13	5	41	69,49	57	322	56,39
300	7	68	62,96	10	84	53,85	4	34	65,38	8	59	65,56	1	25	56,82	9	50	80,65	3	44	74,58	42	364	63,75
350	9	77	71,30	15	99	63,46	2	36	69,23	12	71	78,89	2	27	61,36	9	59	95,16	3	47	79,66	52	416	72,85
400	12	89	82,41	12	111	71,15	3	39	75,00	1	72	80,00	1	28	63,64	1	60	96,77	2	49	83,05	32	448	78,46
450	5	94	87,04	9	120	76,92	2	41	78,85	5	77	85,56	2	30	68,18	2	62	100,00	3	52	88,14	28	476	83,36
500	10	104	96,30	7	127	81,41	0	41	78,85	4	81	90,00	0	30	68,18				2	54	91,53	23	499	87,39
600	2	106	98,15	13	140	89,74	4	45	86,54	5	86	95,56	6	36	81,82				1	55	93,22	31	530	92,82
700	2	108	100,00	10	150	96,15	2	47	90,38	2	88	97,78	4	40	90,91				2	57	96,61	22	552	96,67
800				6	156	100,00	2	49	94,23	1	89	98,89	0	40	90,91				1	58	98,31	10	562	98,42
900							2	51	98,08	1	90	100,00	0	40	90,91				0	58	98,31	3	565	98,95
1.000							1	52	100,00				2	42	95,45				1	59	100,00	4	569	99,65
1.100													1	43	97,73							1	570	99,82
1.200													1	44	100,00							1	571	100,00

4.2 ANÁLISE GERAL DO RISCO E AVALIAÇÃO DOS MODELOS MATEMÁTICOS

A utilização de modelos nas ciências é de fundamental importância para o entendimento do comportamento de determinado fenômeno, pois devido às suas arquiteturas, eles possibilitam melhor compreensão, simulação e previsão do fato estudado. Na Geografia o uso de modelos têm sido cada vez mais usual. Podem-se citar, por exemplo, os índices como o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano), criado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) em 1990, para avaliar o nível de desenvolvimento dos países, estados e cidades e o IVS (Índice de Vulnerabilidade Social) e a equação como modelagem para perda de solos dada pela Equação Universal de Perda de Solo (USLE), entre outros.

No caso da presente tese, foi proposto um modelo matemático que vise desvendar o comportamento espacial dos casos de LTA em cidades, baseando-se nas distâncias das ocorrências da doença aos possíveis locais de infecção (matas) e, a partir desse modelo, determinar quais as áreas de maior risco no ambiente urbano. As medidas efetuadas das distâncias dos locais de ocorrência da doença à mata mais próxima foram determinantes para que o modelo fosse idealizado.

Tendo como premissa que 87% de todos os casos da LTA ocorreram até o limite de 500 metros de distância das bordas das matas, foram, então, definidos para este limite os intervalos de classe variando de 50 em 50 metros, totalizando 10 classes até os referidos 500 metros de distância. A partir daí, foram definidos intervalos variando de 100 em 100 metros, totalizando 7 classes após 500 metros e o limite máximo de ocorrência de casos da doença (1.200 metros). Baseado na frequência acumulada dos casos de LTA e no limite superior de cada classe de distância estipulado, foram obtidos os valores do Risco (Equação *viii*) para cada classe determinada. (Tabela 4; Figura 32). Cabe salientar que, pela Equação *viii*, não é possível, matematicamente, determinar o valor do Risco na distância de zero metros das bordas das matas. Para se estabelecer o valor em zero, foi utilizado o modelo matemático para a determinação do índice.

Da totalidade, todos os casos observados em todas as cidades, o Risco apresentou um comportamento exclusivamente decrescente em todas as faixas de distância, desde a origem (borda da mata) até os locais mais distantes. Com essa constatação, buscou-se determinar um modelo matemático que melhor ajustasse o padrão observado de contágio da doença por meio do uso dos valores do Risco.

A visualização gráfica dos valores do Risco (Figura 33), permitiu observar que o modelo exponencial, aparentemente, se ajustava em todos os pontos observados. No entanto,

verificou-se que, somente o modelo exponencial não era suficiente para explicar os casos de doença observados, pois o erro de estimativa do modelo aumentava conforme aumentava a distância⁹. Em suma, o que se detectou é que não havia um modelo único capaz de explicar tal comportamento para os intervalos considerados. Houve a necessidade de fazer o ajuste dos dados por meio de dois modelos, um exponencial e outro linear.

A análise estatística dos dados mostra que a distância de limiar entre esses dois modelos é 500 metros da borda da mata (Figura 34). Até 500 metros, o modelo é exponencial e, após 500 metros, o modelo é linear. Em outras palavras, o Risco R de contaminação até 500 metros da borda é exponencial e após esses 500 metros é linear. Ou seja, esses modelos explicam que quanto mais próximo da mata, maior o Risco de contaminação.

Por meio da aplicação das equações iv, vi e vii, obtêm-se o seguinte modelo exponencial, aplicável para pessoas que estão até 500 metros da borda da mata:

$$R_e^*(d) = 1,6662e^{\frac{-10173}{10^7}d} \quad (\text{para } d \leq 500 \text{ metros})$$

Por meio da aplicação das equações ii e iv, obteve-se o seguinte modelo linear, aplicável para pessoas que estão a mais de 500 metros da borda da mata:

$$R_l^*(d) = 1.3242 - 0.0007398d \quad (\text{para } 500 < d < 1200 \text{ metros}).$$

Utilizando-se essas funções de ajuste dos modelos apresentados, foram obtidos os valores do Risco estimados a partir dos valores de Risco observado para cada faixa de distância (Tabela 6 e Figura 33). Ambos os modelos tiveram um bom ajuste, porém, para mensurar a aceitabilidade de tais ajustes foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson (Equação vi) para cada um dos modelos aplicados.

Para o modelo exponencial, o fator de correlação r de Pearson (Equação v) forneceu o valor $-0,985$, indicando que esses dados estão fortemente inversamente correlacionados por um modelo exponencial (ao aumentar a distância, diminui o risco à infecção). Para o modelo linear, o valor do fator de correlação r de Pearson é $-0,987$, indicando que esses dados estão fortemente inversamente correlacionados por um modelo linear (ao aumentar a distância, diminui o risco à infecção). Isso explica que o risco no intervalo inferior a 500 metros é maior que para o intervalo superior a 500 metros, fato que pode ser observado na Figura 34.

⁹ Ver fator de correlação de Pearson

A análise dos erros em ambos os modelos também foi efetuada (Tabela 6, Figura 34). Como já mencionado anteriormene, na maioria dos casos, eles estão associados com desvios intrínsecos e extrínsecos, por exemplo, devido à carência do controle do ambiente onde o

Tabela 4: Frequência acumulada e o Fator de Risco de Infecção à LTA obtido para cada faixa de distância referente aos casos notificados da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

Classes (d) - m	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
Frequência Acumulada (#casos)	82	147	215	265	322	364	416	448	476	499	530	552	562	565	569	570	571
Fator de Risco Observado (R)	1,640	1,470	1,433	1,325	1,288	1,213	1,189	1,120	1,058	0,998	0,883	0,789	0,703	0,628	0,569	0,518	0,476

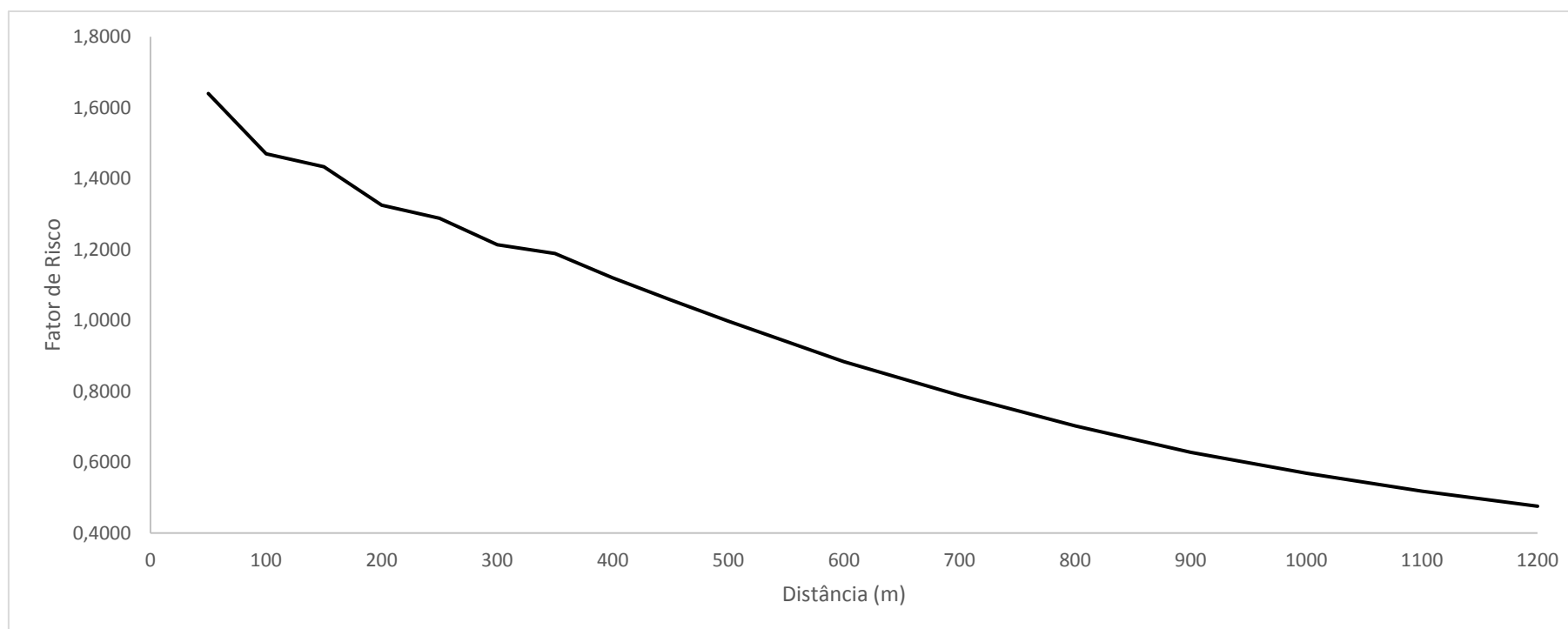


Figura 32: Variação do Fator de Risco de Infecção à LTA em relação às distâncias das bordas das matas referente aos casos notificados da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

Tabela 5: Fator de Risco de Infecção à LTA Observado e Estimado para os modelos exponencial e linear referente aos casos notificados da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

Classes (d) em metros	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
Fator de Risco Observado (R)	-	1,64	1,47	1,433	1,325	1,288	1,21	1,189	1,12	1,058	0,998	0,883	0,789	0,703	0,628	0,569	0,518	0,476
Fator de Risco Estimado Exponencial (R_e^{**})	1,666	1,584	1,505	1,43	1,36	1,292	1,23	1,167	1,109	1,054	1,002							
Fator de Risco Estimado Linear (R_l^*)											0,954	0,88	0,806	0,732	0,658	0,584	0,511	0,437

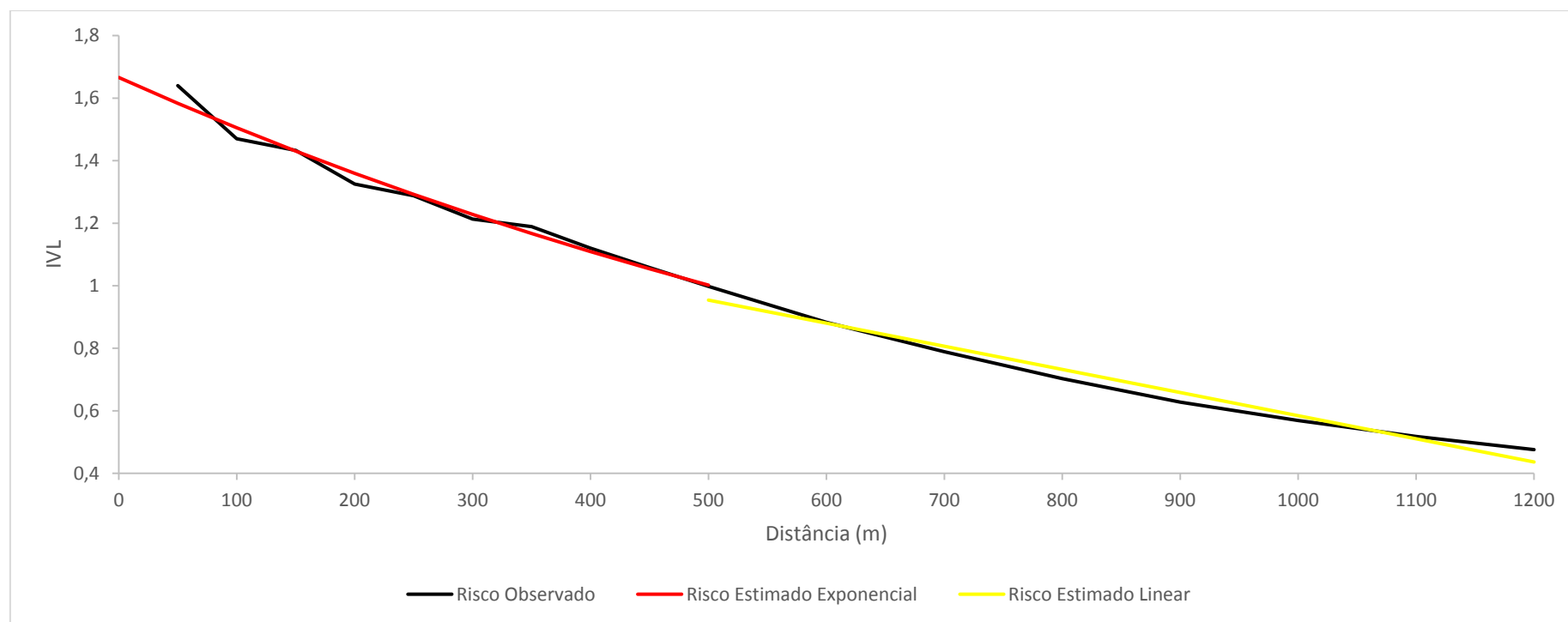


Figura 33: Modelo de ajuste exponencial até a distância de 500 metros e modelo de ajuste linear além dos 500 metros, considerando-se o Fator de Risco obtido referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

experimento é realizado. A Tabela 6 apresenta valores de Erro Relativo, ou seja, a diferença entre o Risco Estimado e o Risco Observado e o Erro Relativo Percentual.

Para o modelo exponencial, o maior erro encontrado foi de $-0,0564$ na primeira classe de distância, o que representa, percentualmente, uma diferença de pouco mais de 3,4% entre o Risco observado e o Risco estimado. Já para o modelo linear, o maior erro encontrado foi na última faixa de distância (1.200 metros), apresentando um erro relativo de 0,0393 o que representa uma diferença entre o Risco Observado e o Risco Estimado de 8,26%, aproximadamente. Na média, o erro percentual para o modelo exponencial ficou em torno de 1,5% e, para o modelo linear, o erro percentual apresentou resultado próximo a 4,7%. A análise desses erros produzidos pelos modelos em conjunto com o fator de correlação r de Pearson mostram que ambos os modelos estão bem ajustados para os valores considerados.

Ao se considerar que um erro médio de 4,7% é aceitável quando o modelo proposto é aplicado aos dados globais, há a instigação de verificar se tal proposta também produz resultados aceitáveis num cenário local. Em outras palavras, o modelo proposto pode ser aplicado a uma única cidade?

Tabela 6: Erros obtidos para os modelos exponencial e linear referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

Modelos	Classes (m)	Fator de Risco		Erro	
		Observado	Estimado	Relativo	Percentual
Exponencial	0	-	1,6662	-	-
	50	1,6400	1,5836	-0,0564	-3,4383
	100	1,4700	1,5051	0,0351	2,3860
	150	1,4333	1,4304	-0,0029	-0,2026
	200	1,3250	1,3595	0,0345	2,6029
	250	1,2880	1,2921	0,0041	0,3156
	300	1,2133	1,2280	0,0147	1,2076
	350	1,1886	1,1671	-0,0215	-1,8078
	400	1,1200	1,1092	-0,0108	-0,9640
	450	1,0578	1,0542	-0,0036	-0,3389
	500	0,9980	1,0019	0,0039	0,3918
Linear	500	0,9980	0,9543	-0,0437	-4,3788
	600	0,8833	0,8804	0,0030	0,3374
	700	0,7886	0,8064	-0,0178	-2,2573
	800	0,7025	0,7324	-0,0299	-4,2548
	900	0,6278	0,6584	-0,0306	-4,8791
	1000	0,5690	0,5844	-0,0154	-2,7118
	1100	0,5182	0,5105	0,0077	1,4918
	1200	0,4758	0,4365	0,0393	8,2598

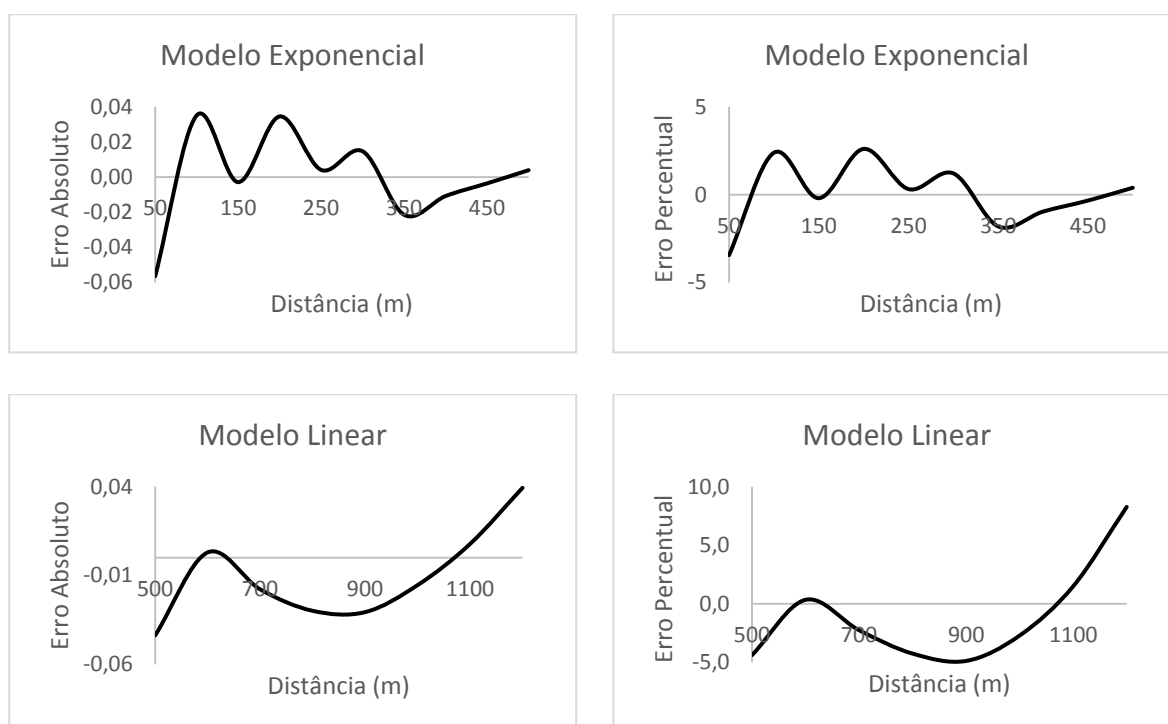


Figura 34: Erros obtidos para os modelos Exponencial e Linear, referente aos casos notificados de LTA nas cidades pesquisadas, no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

Se for aplicável, então pode-se induzir que o modelo proposto está correto. Caso contrário, há a necessidade de se saber porque não houve um bom ajuste dos dados pelo modelo proposto. Há que se considerar que cada paisagem considerada tem as suas nuances próprias (como relevo, clima, etc) que são variáveis distribuídas pela superfície do terreno que não são consideradas pelo modelo proposto neste trabalho.

4.3 ANÁLISE DO RISCO DE INFECÇÃO À LTA PARA CADA CIDADE E AVALIAÇÃO DOS MODELOS APLICADOS

Os dois modelos aplicados a totalidade dos dados apresentaram resultados satisfatórios na estimativa do número de casos de infecção à leishmaniose em função da distância das bordas de matas. No entanto, se esses modelos explicam a relação de casos da doença com a distância desses com as matas em uma consideração global, é de se esperar que os mesmos sirvam para inferir sobre ambientes locais, ou seja, estabelece-se que a distância limiar para aplicação dos dois modelos é 500 metros e que para os primeiros 500 metros o modelo é exponencial e após o modelo é linear.

Para avaliar se o modelo proposto pode ser aplicado em ambientes específicos (uso local), considerou-se neste trabalho que cada cidade constitui um ambiente local. A Tabela 7

apresenta a frequência acumulada nas classes estipuladas e Fator de Risco associados a cada uma destas classes em cada cidade pesquisada. A Figura 35 apresenta o gráfico desses valores de Risco em função dos valores de distância mensurados.

Com exceção de Cianorte e Londrina, nas demais localidades os Riscos observados foram maiores nos primeiros 50 metros de distância dos ambientes florestados. Outro aspecto constatado foi que nos primeiros 200 metros, os valores desse índice tiveram algumas oscilações em Bandeirantes, Cianorte, Foz do Iguaçu, Londrina e Maringá e, a partir daí, tiveram um comportamento decrescente. Cabe salientar ainda que a partir dos 500 metros, com exceção de Terra Boa (para a cidade não houve valores de distância acima de 500 metros, conforme já exposto anteriormente), os gráficos representados na Figura 36, revelam que o modelo linear ajusta os dados com precisão, indicando que apesar das oscilações observadas nos primeiros 500 metros, o valor do limiar que separa os dois modelos continua sendo 500 metros.

As funções de ajuste encontradas para os dois modelos e empregadas para cada cidade estão representadas na Tabela 8. Conforme ocorrido para o modelo geral, a partir dos valores dos Riscos observados não foram calculados os valores deste índice para a origem das distâncias, uma vez que na borda das matas a distância é zero, impossibilitando a utilização da equação i . Desta forma, os valores dos Riscos estimados para a origem (bordas das matas) foram extrapolados a partir das funções de ajuste do modelo exponencial aplicados para cada cidade pesquisada (Tabela 9; Figuras 37 a 43). O valor de cada origem se refere ao valor de coeficiente 'a', uma vez que os expoentes da 'e' se tornam zero em todos os casos, devido a $d = 0$, acarretando no valor do referido coeficiente.

A qualidade do ajuste feito pelos modelos propostos pode ser mensurada pelo coeficiente de correlação de Pearson r (Equação vi) para cada uma das cidades consideradas (Tabela 10). Para o modelo exponencial, somente as cidades de Bandeirantes e Cianorte apresentaram uma correlação negativa relativamente fraca entre o Risco Observado e o Risco Estimado ($-0,433$ e $-0,386$, respectivamente). Para as demais localidades, o fator de correlação de Pearson apresentou resultados que indicam uma correlação negativa altamente significativa acima de $-0,88$ entre os dois Riscos: o observado e o estimado.

No modelo linear, todas as cidades que exibiram valores de Risco para além dos 500 metros, apresentaram fator de correlação negativa altamente significativo acima de $-0,98$ entre os dois Riscos. Cabe destacar a cidade de Cianorte em que o fator de correlação foi igual a $-1,0$, o que indica uma correlação negativa perfeita entre os dois Riscos. Esses valores

mostram que o modelo linear se ajustou quase que perfeitamente ao padrão de comportamento do Risco Estimado. Tais resultados ficam mais evidentes quando os dados dos gráficos apresentados nas Figuras 36 a 42 são analisados. As linhas que representam o comportamento dos Riscos na faixa compreendida pelo modelo linear, praticamente, sobrepõem uma a outra, demonstrando essa performance dada pelos valores do fator de correlação para o referido modelo.

Tabela 7: Fator de Risco mensurado, para cada faixa de distância, nas cidades consideradas, referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

Faixas de Distância (m)	Bandeirantes		Cianorte		Foz do Iguaçu		Londrina		Maringá		Terra Boa		Umuarama	
	Freq. Ac.	Risco	Freq. Ac.	Risco	Freq. Ac.	Risco	Freq. Ac.	Risco	Freq. Ac.	Risco	Freq. Ac.	Risco	Freq. Ac.	Risco
50	13	0,260	12	0,240	7	0,140	12	0,240	7	0,140	15	0,300	16	0,320
100	19	0,190	34	0,340	11	0,110	26	0,260	9	0,090	23	0,230	25	0,250
150	37	0,247	45	0,300	19	0,127	34	0,227	15	0,100	32	0,213	33	0,220
200	45	0,225	64	0,320	22	0,110	42	0,210	20	0,100	36	0,180	36	0,180
250	61	0,244	74	0,296	30	0,120	51	0,204	24	0,096	41	0,164	41	0,164
300	68	0,227	84	0,280	34	0,113	59	0,197	25	0,083	50	0,167	44	0,147
350	77	0,220	99	0,283	36	0,103	71	0,203	27	0,077	59	0,169	47	0,134
400	89	0,223	111	0,278	39	0,098	72	0,180	28	0,070	60	0,150	49	0,123
450	94	0,209	120	0,267	41	0,091	77	0,171	30	0,067	62	0,138	52	0,116
500	104	0,208	127	0,254	41	0,082	81	0,162	30	0,060			54	0,108
600	106	0,177	140	0,233	45	0,075	86	0,143	36	0,060			55	0,092
700	108	0,154	150	0,214	47	0,067	88	0,126	40	0,057			57	0,081
800			156	0,195	49	0,061	89	0,111	40	0,050			58	0,073
900					51	0,057	90	0,100	40	0,044			58	0,064
1000					52	0,052			42	0,042			59	0,059
1100									43	0,039				
1200									44	0,037				

Tabela 8: Funções de ajuste para os modelos exponencial e linear aplicados em cada cidade considerada, referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

Cidade	Função de Ajuste Exponencial Distância ≤ 500m	Função de Ajuste Linear Distância > 500m
Bandeirantes	$R_e^*(d) = 0,23979e^{-\frac{24261}{10^8}d}$	$R_l^*(d) = 0,34079 - \frac{2,6857}{10^4}d$
Cianorte	$R_e^*(d) = 0,30398e^{-\frac{24314}{10^8}d}$	$R_l^*(d) = 0,35159 - \frac{1,9605}{10^4}d$
Foz do Iguaçu	$R_e^*(d) = 0,13978e^{-\frac{93336}{10^8}d}$	$R_l^*(d) = 0,11087 - \frac{6,0255}{10^5}d$
Londrina	$R_e^*(d) = 0,26331e^{-\frac{94049}{10^8}d}$	$R_l^*(d) = 0,23772 - \frac{1,5608}{10^4}d$
Maringá	$R_e^*(d) = 0,12994e^{-\frac{15066}{10^7}d}$	$R_l^*(d) = 0,080934 - \frac{3,796}{10^5}d$
Terra Boa	$R_e^*(d) = 0,27911e^{-\frac{16476}{10^7}d}$	-
Umuarama	$R_e^*(d) = 0,31324e^{-\frac{23147}{10^7}d}$	$R_l^*(d) = 0,15142 - \frac{9,5884}{10^5}d$

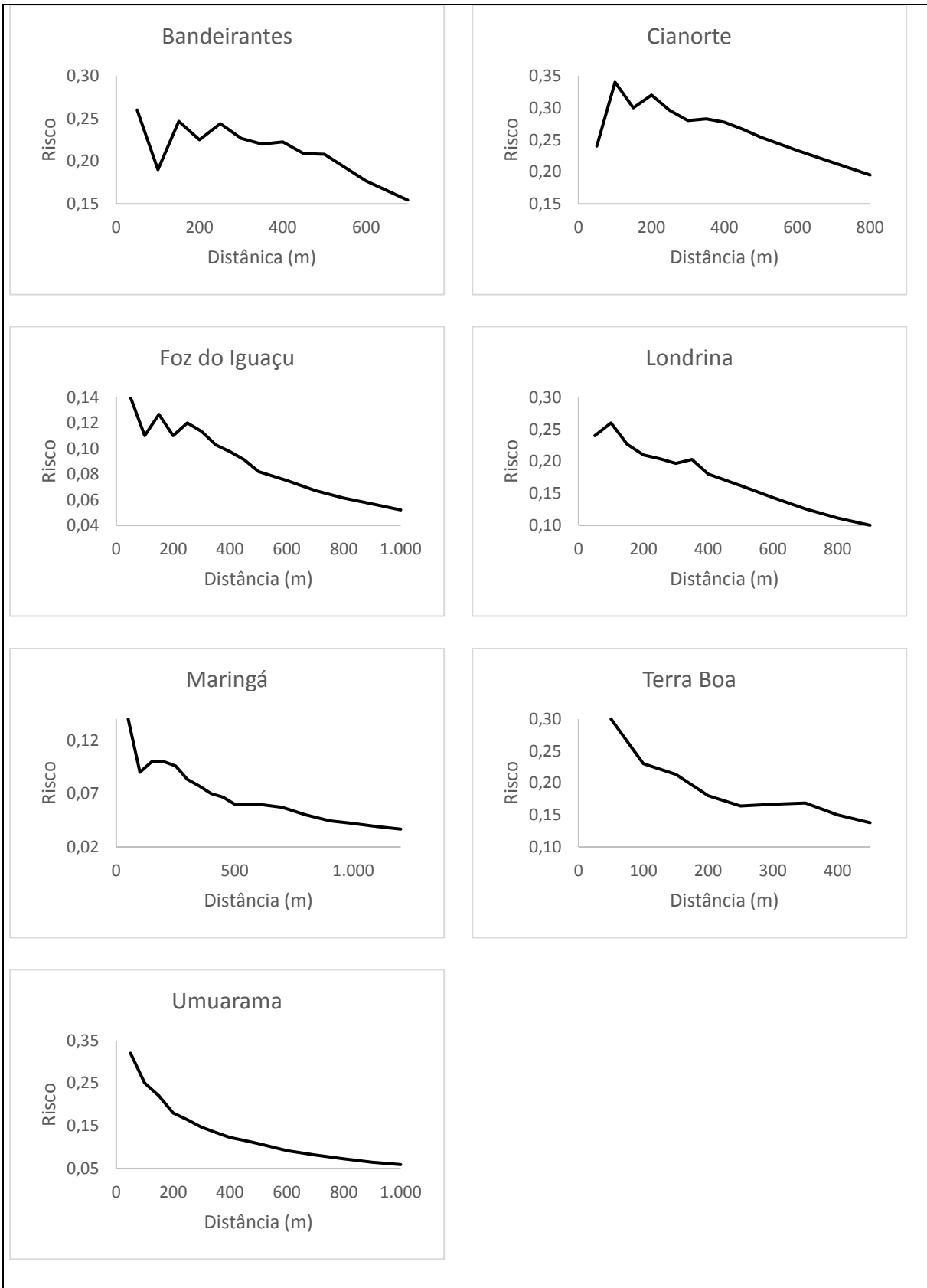


Figura 35: Fator de Risco observado em função dos valores de distância mensurados referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, para cada cidade considerada.

Tabela 9: Fator de Risco de Infecção à LTA, Observado e Estimado, para os modelos exponencial e linear em cada cidade pesquisada referente aos casos notificados no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

Modelo	Faixas de Distância (m)	Bandeirantes		Cianorte		Foz do Iguaçu		Londrina		Maringá		Terra Boa		Umuarama	
		Fator de Risco		Fator de Risco		Fator de Risco		Fator de Risco		Fator de Risco		Fator de Risco		Fator de Risco	
		R	R*	R	R*	R	R*	R	R*	R	R*	R	R*	R	R*
Exponencial	0		0,240		0,304		0,140		0,263		0,130		0,279		0,313
	50	0,260	0,237	0,240	0,300	0,140	0,133	0,240	0,251	0,140	0,121	0,300	0,257	0,320	0,279
	100	0,190	0,234	0,340	0,297	0,110	0,127	0,260	0,240	0,090	0,112	0,230	0,237	0,250	0,249
	150	0,247	0,231	0,300	0,293	0,127	0,122	0,227	0,229	0,100	0,104	0,213	0,218	0,220	0,221
	200	0,225	0,228	0,320	0,290	0,110	0,116	0,210	0,218	0,100	0,096	0,180	0,201	0,180	0,197
	250	0,244	0,226	0,296	0,286	0,120	0,111	0,204	0,208	0,096	0,089	0,164	0,185	0,164	0,176
	300	0,227	0,223	0,280	0,283	0,113	0,106	0,197	0,199	0,083	0,083	0,167	0,170	0,147	0,156
	350	0,220	0,220	0,283	0,279	0,103	0,101	0,203	0,189	0,077	0,077	0,169	0,157	0,134	0,139
	400	0,223	0,218	0,278	0,276	0,098	0,096	0,180	0,181	0,070	0,071	0,150	0,144	0,123	0,124
	450	0,209	0,215	0,267	0,272	0,091	0,092	0,171	0,172	0,067	0,066	0,138	0,133	0,116	0,111
	500	0,208	0,212	0,254	0,269	0,082	0,088	0,162	0,165	0,060	0,061			0,108	0,098
Linear	500	0,208	0,207	0,254	0,254	0,082	0,081	0,162	0,160	0,060	0,062			0,108	0,103
	600	0,177	0,180	0,233	0,234	0,075	0,075	0,143	0,144	0,060	0,058			0,092	0,094
	700	0,154	0,153	0,214	0,214	0,067	0,069	0,126	0,128	0,057	0,054			0,081	0,084
	800			0,195	0,195	0,061	0,063	0,111	0,113	0,050	0,051			0,073	0,075
	900					0,057	0,057	0,100	0,097	0,044	0,047			0,064	0,065
	1000					0,052	0,051			0,042	0,043			0,059	0,056
	1100									0,039	0,039				
	1200									0,037	0,035				

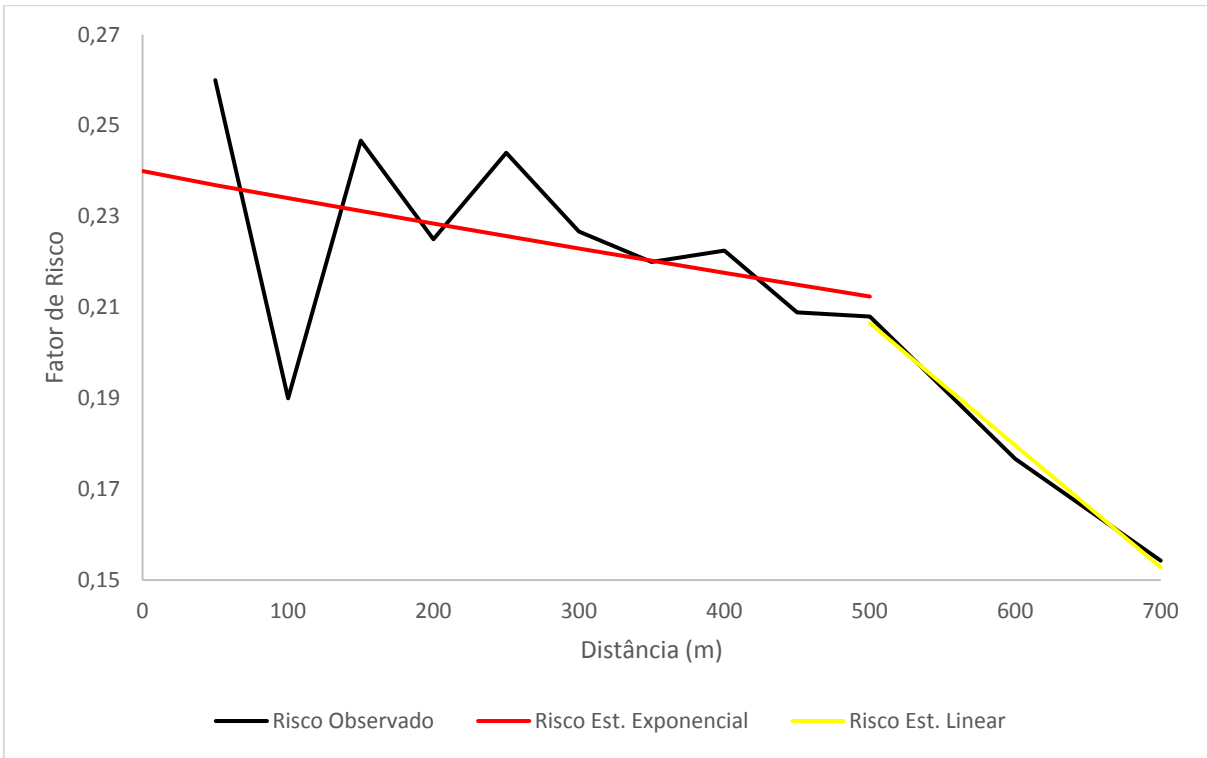


Figura 36: Fator de Risco observado e o seu respectivo ajuste referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 para a cidade de Bandeirantes.

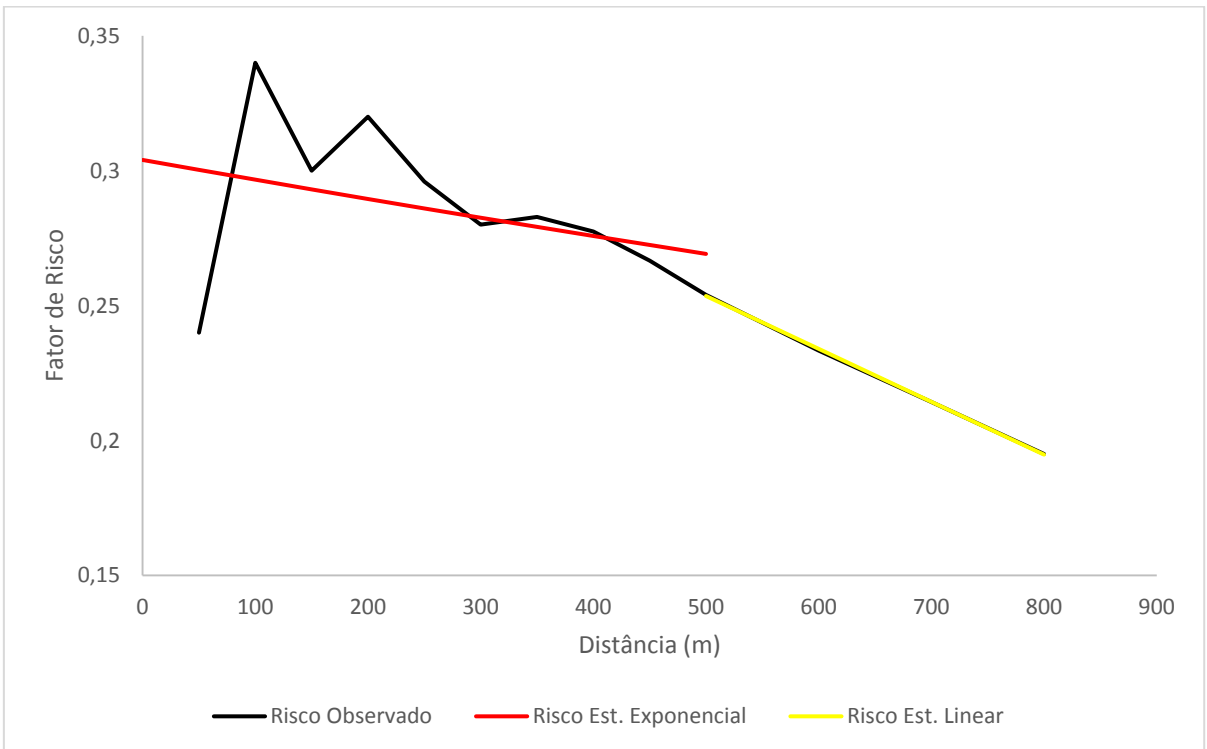


Figura 37: Fator de Risco observado e o seu respectivo ajuste referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 para a cidade de Cianorte.

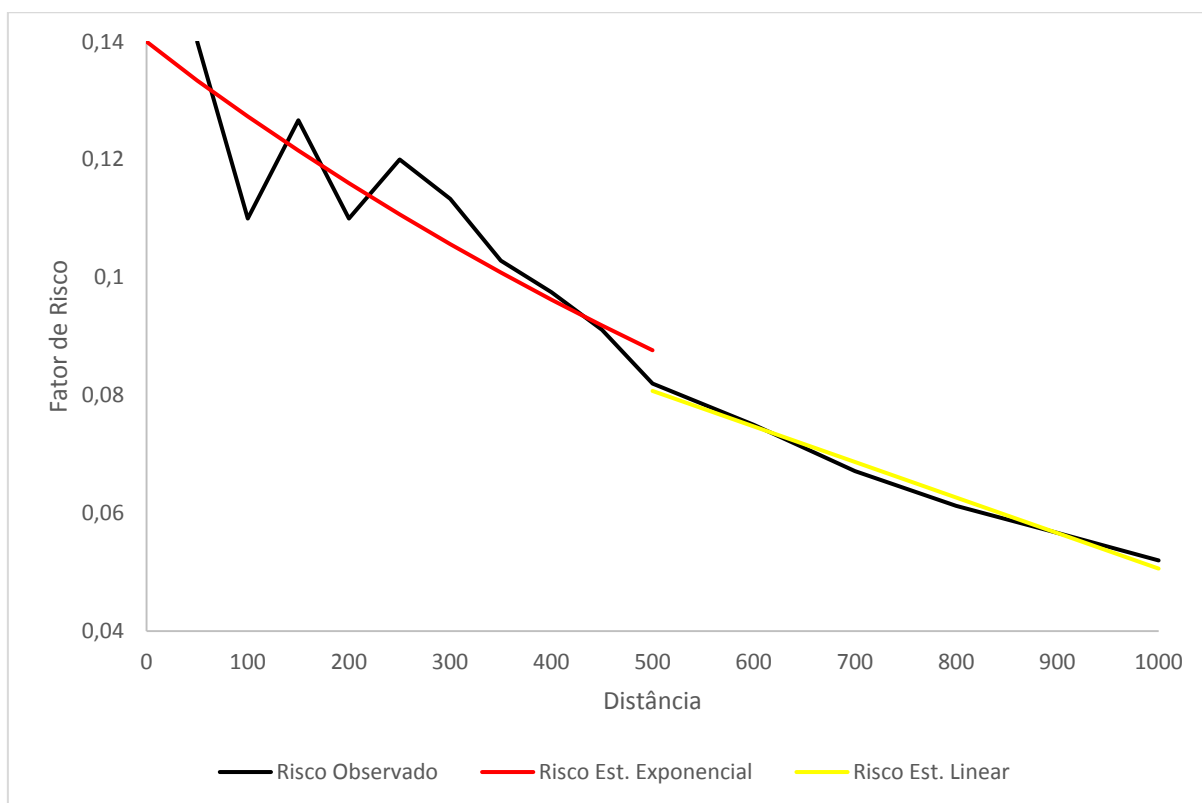


Figura 38: Fator de Risco observado e o seu respectivo ajuste referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 para a cidade de Foz do Iguaçu.

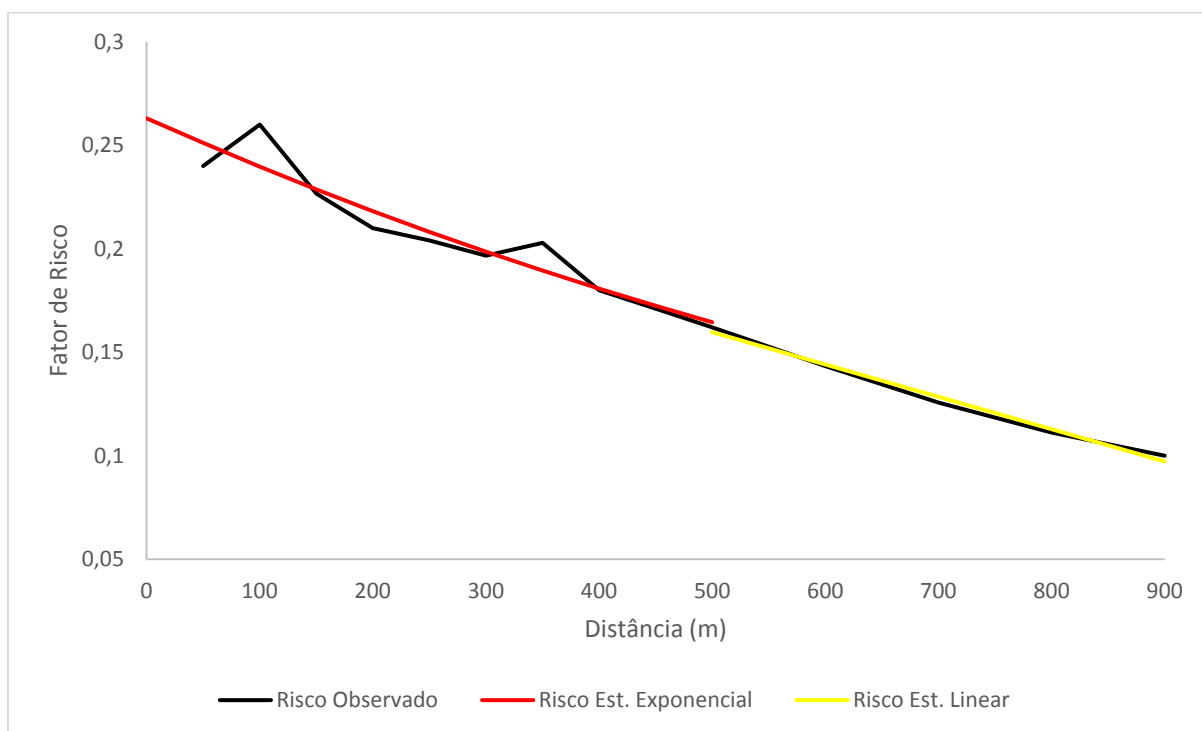


Figura 39: Fator de Risco observado e o seu respectivo ajuste referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 para a cidade de Londrina.

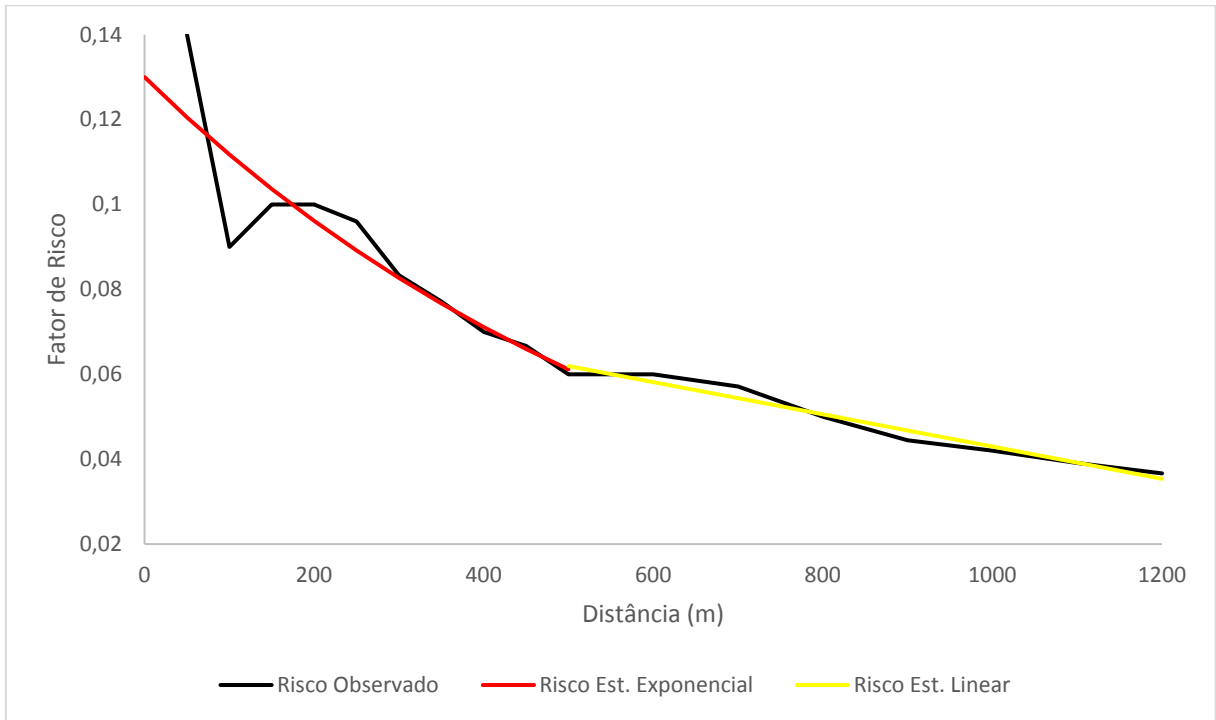


Figura 40: Fator de Risco observado e o seu respectivo ajuste referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 para a cidade de Maringá.

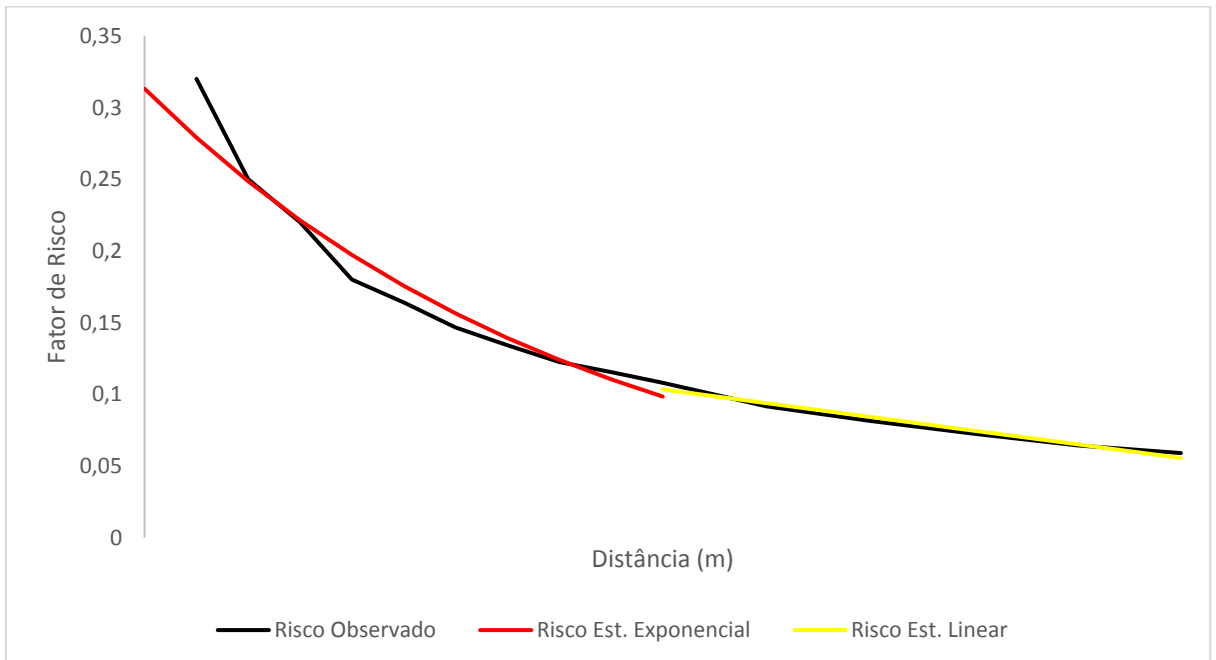


Figura 41: Fator de Risco observado e o seu respectivo ajuste referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 para a cidade de Umuarama.

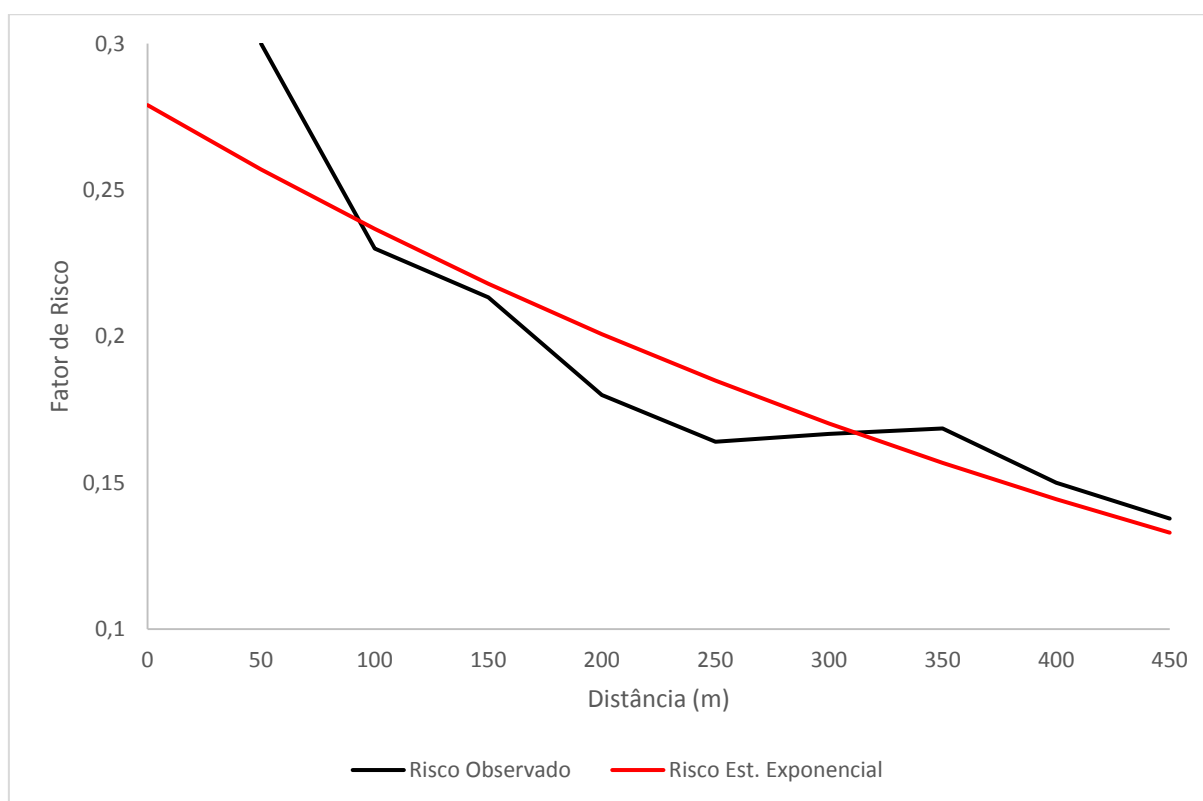


Figura 42: Fator de Risco observado e o seu respectivo ajuste referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 para a cidade de Terra Boa.

Tabela 10: Fator de correlação de Pearson para os modelos exponencial e linear em cada cidade considerada referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

Cidades	Fator de Correlação de Pearson	
	Exponencial	Linear
Bandeirantes	-0,433	-0,995
Cianorte	-0,386	-1,000
Foz do Iguaçu	-0,888	-0,994
Londrina	-0,950	-0,995
Maringá	-0,889	-0,981
Terra Boa	-0,897	-
Umuarama	-0,937	-0,985

Da mesma maneira que a análise realizada com os 571 casos notificados de LTA nas sete cidades pesquisadas, a análise dos erros em ambos os modelos também foi efetuada para cada cidade individualmente (Tabela 11). Conforme esperado já pelos resultados confirmados pelo fator de correlação de Pearson, os maiores erros ocorreram nos primeiros 100 metros de distância das bordas das matas para as cidades de Bandeirantes e Cianorte, na faixa compreendida pelo desenvolvimento do modelo exponencial. Nessa mesma faixa, Maringá

apresentou também erros próximos aos encontrados nas duas referidas cidades. Tais erros são oriundos da oscilação dos valores dos Riscos observados nesses primeiros metros de distâncias nestas localidades. No intervalo entre 100 metros e 500 metros, estes erros foram bem menores, atingindo pouco mais de 10% em Terra Boa e nos demais casos estando abaixo deste percentual.

Possíveis explicações para essas divergências podem estar relacionadas aos casos da doença que ocorreram em bairros periféricos e que estão a distâncias pouco superior a 100 metros do local de infecção. Esses locais de infecção são matas que, na maioria das vezes, estão mais afastadas das áreas urbanizadas e entre essas matas e o local de ocorrência do caso não há praticamente obstáculos, sendo áreas praticamente descampadas.

Em outras palavras, essas ocorrências em bairros periféricos estão altamente correlacionadas com os fragmentos florestais periurbanos, pois são espaços onde as atividades rurais e urbanas se misturam, dificultando a determinação dos limites físicos, resultando da implantação dispersa do povoamento urbano com muitas características de ambiente rural, o que pode ser um facilitador para o deslocamento dos insetos destes fragmentos florestais para estes bairros mais periféricos, uma vez que devido a ocorrência de construções mais esparsas não há obstáculos tão representativos que impeçam o deslocamento dos flebotomíneos como em áreas com um maior adensamento de edificações.



Nesses casos, apesar das distâncias serem superiores a 100 metros, o risco pode ser considerado tão expressivo como em locais onde as residências estão praticamente contíguas às bordas de matas. Esses fatos podem ser percebidos nas regiões nordeste e sudoeste da cidade de Cianorte (Figura 27) e nas regiões norte e sudoeste da cidade de Bandeirantes (Figura 26).

No próximo item são apresentados os resultados e as discussões referentes à espacialização dos modelos que definiram os riscos de infecção à LTA nas sete cidades pesquisadas.

Tabela 11: Erros mensurados para as cidades pesquisadas nos modelos exponencial e linear referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

Distância (m)	Bandeirantes				Cianorte				Londrina				Terra Boa			
	Risco		Erros		Risco		Erros		Risco		Erros		Risco		Erros	
	Observado	Estimado	Relativo	Percentual	Observado	Estimado	Relativo	Percentual	Observado	Estimado	Relativo	Percentual	Observado	Estimado	Relativo	Percentual
0		0,240				0,304				0,263				0,279		
50	0,260	0,237	-0,023	-8,885	0,240	0,300	0,060	25,129	0,240	0,251	0,011	4,671	0,300	0,257	-0,043	-14,323
100	0,190	0,234	0,044	23,179	0,340	0,297	-0,043	-12,741	0,260	0,240	-0,020	-7,819	0,230	0,237	0,007	2,917
150	0,247	0,231	-0,015	-6,263	0,300	0,293	-0,007	-2,303	0,227	0,229	0,002	0,878	0,213	0,218	0,005	2,184
200	0,225	0,228	0,003	1,524	0,320	0,290	-0,030	-9,516	0,210	0,218	0,008	3,886	0,180	0,201	0,021	11,528
250	0,244	0,226	-0,018	-7,508	0,296	0,286	-0,010	-3,361	0,204	0,208	0,004	2,029	0,164	0,185	0,021	12,732
300	0,227	0,223	-0,004	-1,637	0,280	0,283	0,003	0,929	0,197	0,199	0,002	0,971	0,167	0,170	0,004	2,154
350	0,220	0,220	0,000	0,123	0,283	0,279	-0,004	-1,301	0,203	0,189	-0,013	-6,606	0,169	0,157	-0,012	-6,988
400	0,223	0,218	-0,005	-2,198	0,278	0,276	-0,002	-0,609	0,180	0,181	0,001	0,417	0,150	0,144	-0,006	-3,740
450	0,209	0,215	0,006	2,920	0,267	0,272	0,006	2,175	0,171	0,172	0,001	0,783	0,138	0,133	-0,005	-3,484
500	0,208	0,212	0,004	2,115	0,254	0,269	0,015	5,976	0,162	0,165	0,003	1,562				
500	0,208	0,207	-0,001	-0,716	0,254	0,254	0,000	-0,173	0,162	0,160	-0,002	-1,432				
600	0,177	0,180	0,003	1,687	0,233	0,234	0,001	0,270	0,143	0,144	0,001	0,516				
700	0,154	0,153	-0,002	-0,972	0,214	0,214	0,000	0,028	0,126	0,128	0,003	2,188				
800					0,195	0,195	0,000	-0,128	0,111	0,113	0,002	1,438				
900									0,100	0,097	-0,003	-2,757				

Distância (m)	Foz do Iguaçu				Maringá				Umuarama			
	Risco		Erros		Risco		Erros		Risco		Erros	
	Observado	Estimado	Relativo	Percentual	Observado	Estimado	Relativo	Percentual	Observado	Estimado	Relativo	Percentual
0		0,140				0,130				0,313		
50	0,140	0,133	-0,007	-4,707	0,140	0,121	-0,019	-13,921	0,320	0,279	-0,041	-12,809
100	0,110	0,127	0,017	15,745	0,090	0,112	0,022	24,178	0,250	0,249	-0,001	-0,596
150	0,127	0,122	-0,005	-4,066	0,100	0,104	0,004	3,650	0,220	0,221	0,001	0,618
200	0,110	0,116	0,006	5,436	0,100	0,096	-0,004	-3,868	0,180	0,197	0,017	9,533
250	0,120	0,111	-0,009	-7,758	0,096	0,089	-0,007	-7,129	0,164	0,176	0,012	7,085
300	0,113	0,106	-0,008	-6,785	0,083	0,083	-0,001	-0,776	0,147	0,156	0,010	6,648
350	0,103	0,101	-0,002	-1,974	0,077	0,077	0,000	-0,592	0,134	0,139	0,005	3,753
400	0,098	0,096	-0,001	-1,304	0,070	0,071	0,001	1,601	0,123	0,124	0,002	1,306
450	0,091	0,092	0,001	0,801	0,067	0,066	-0,001	-1,059	0,116	0,111	-0,005	-4,344
500	0,082	0,088	0,006	6,895	0,060	0,061	0,001	1,957	0,108	0,098	-0,010	-8,834
500	0,082	0,081	-0,001	-1,537	0,060	0,062	0,002	3,257	0,108	0,103	-0,005	-4,185
600	0,075	0,075	0,000	-0,380	0,060	0,058	-0,002	-3,070	0,092	0,094	0,002	2,424
700	0,067	0,069	0,002	2,303	0,057	0,054	-0,003	-4,867	0,081	0,084	0,003	3,527
800	0,061	0,063	0,001	2,309	0,050	0,051	0,001	1,132	0,073	0,075	0,002	3,051
900	0,057	0,057	0,000	-0,051	0,044	0,047	0,002	5,234	0,064	0,065	0,001	1,055
1000	0,052	0,051	-0,001	-2,667	0,042	0,043	0,001	2,319	0,059	0,056	-0,003	-5,871

 Modelo Exponencial
 Modelo Linear

1100					0,039	0,039	0,000	0,223	
1200					0,037	0,035	-0,001	-3,505	

4.4 MAPEAMENTO DO RISCO DE INFECÇÃO À LTA NAS CIDADES PESQUISADAS

Os mapas de risco produzidos representam espacialmente as áreas de maior e menor propensão de infecção da doença por todo o perímetro urbano das cidades consideradas. Diferentemente do que se observa em um mapa temático convencional, com limites rígidos entre as classes, o mapa gerado a partir da técnica de lógica *fuzzy* evidencia tanto a variação interna a cada classe em forma de um *dégradé* e, além disso, apresenta também uma transição gradativa entre classes.

Para ilustrar melhor esse comportamento da variação do índice com o distanciamento radial em relação às áreas mais propensas a infecção à doença, dando um destaque na variação das tonalidades de cinza intra e entre classes, foi realizado um recorte entre duas reservas florestais na região norte da cidade de Umuarama, juntamente com o perfil de variação dos valores do risco gerados, corroborando com a explicação já realizada. Na Figura 43, devido ao aumento da escala de representação, fica evidente a variação nas tonalidades de cinza, indicando a variação dos valores do Risco.

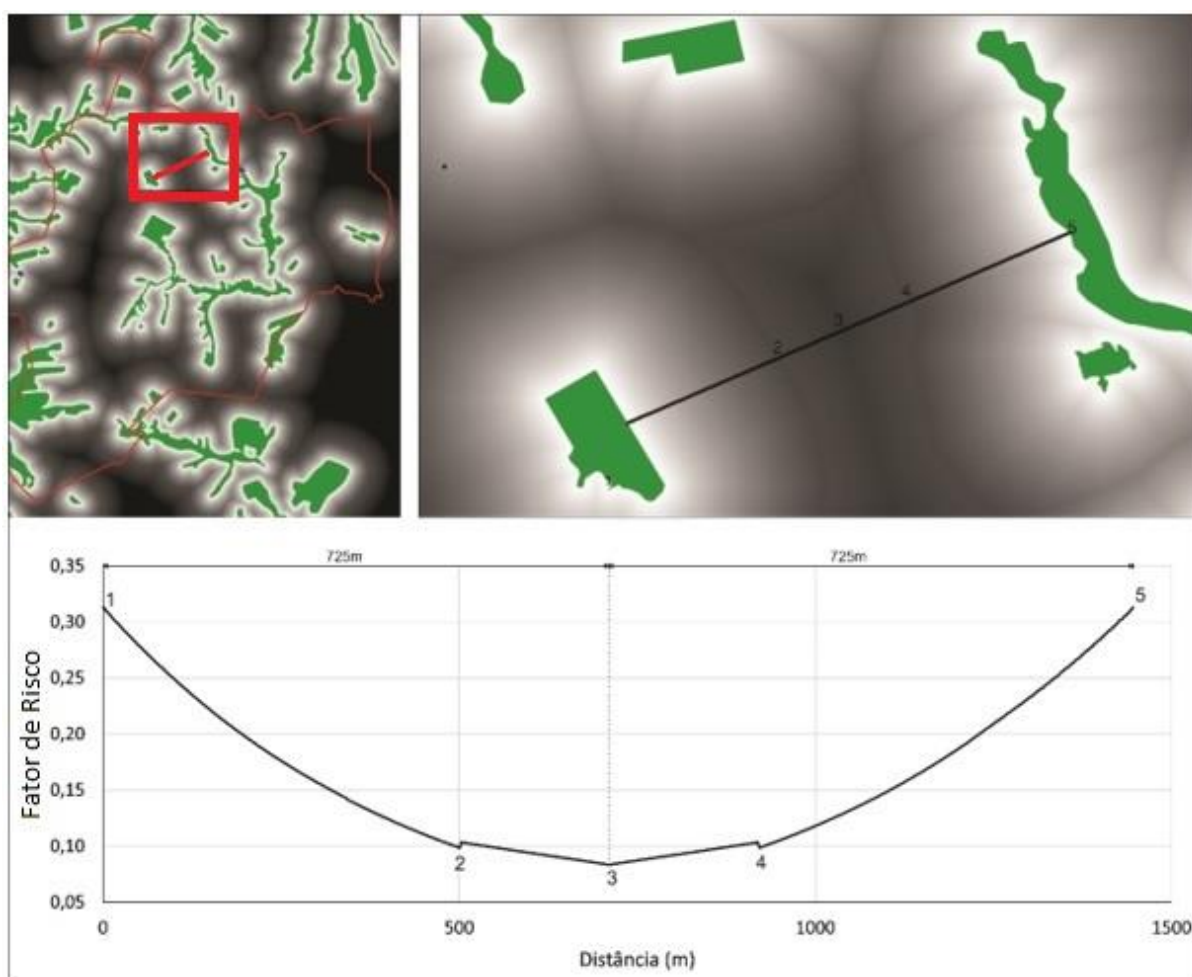


Figura 43: Representação de uma área entre as duas reservas florestais em Umuarama com o transecto a partir do qual foi gerado o perfil da variação do Risco.

Os dois modelos aplicados evidenciam que até os primeiros 500 metros de distância a partir da borda da mata (ponto 1 ao ponto 2 – Figura 43) a curva teve comportamento exponencial. Entre os pontos 2 e 3, devido estarem mais afastados da origem dos criadores e estarem além da distância de 500 metros, a linha gráfica se portou como uma reta decrescente. Entre os pontos 3 e 4, a linha gráfica também se portou como uma reta, porém crescente, uma vez que o ponto 3 é a linha de distância máxima entre as duas reservas consideradas nesse exemplo e à medida que se caminha em direção ao ponto 4, a distância com a outra reserva de mata à leste diminui e, com isso, aumenta o risco à infecção. Novamente a distância a partir do ponto 4 diminui abaixo dos 500 metros e o modelo aplicado é o exponencial. Em suma, nos dois trechos entre os pontos 1 e 2 e entre os pontos 4 e 5, por estar a uma distância inferior a 500 metros das bordas das matas, a curva do Risco é exponencial e no trecho entre os pontos 2 e 4, por estar a uma distância superior aos 500 metros (e inferior a 725 metros), o comportamento da variação do Risco é linear.

Nos mapas (Figuras 44 a 50) as tonalidades mais claras, próximas das matas, apresentam maior valor do Risco, ou seja, os locais com maior propensão à infecção da leishmaniose e as tonalidades mais escuras, mais afastadas dos limites das matas, apresentam menor valor do Risco, o que significa que nessas áreas há uma menor propensão à infecção da doença. Considerou-se então que, nas bordas das matas o Risco é máximo (tendo como índice o maior valor encontrado para cada cidade) e à medida que se distancia desses locais o valor do risco tende a se aproximar de zero, mas lembrando que, mesmo mínimo, ele sempre existe.

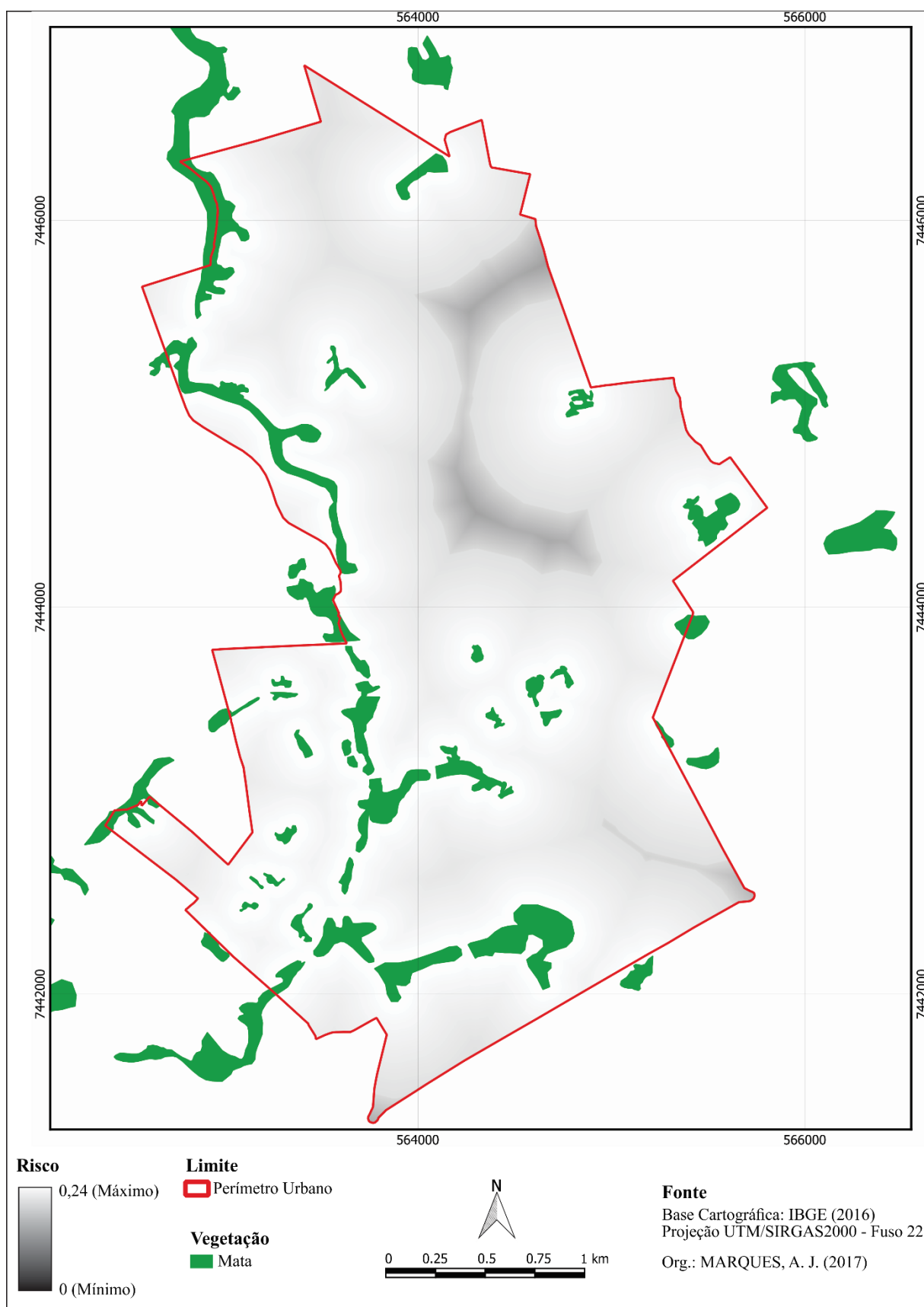


Figura 44: Representação espacial do Fator de Risco de Infecção à LTA, referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Bandeirantes.

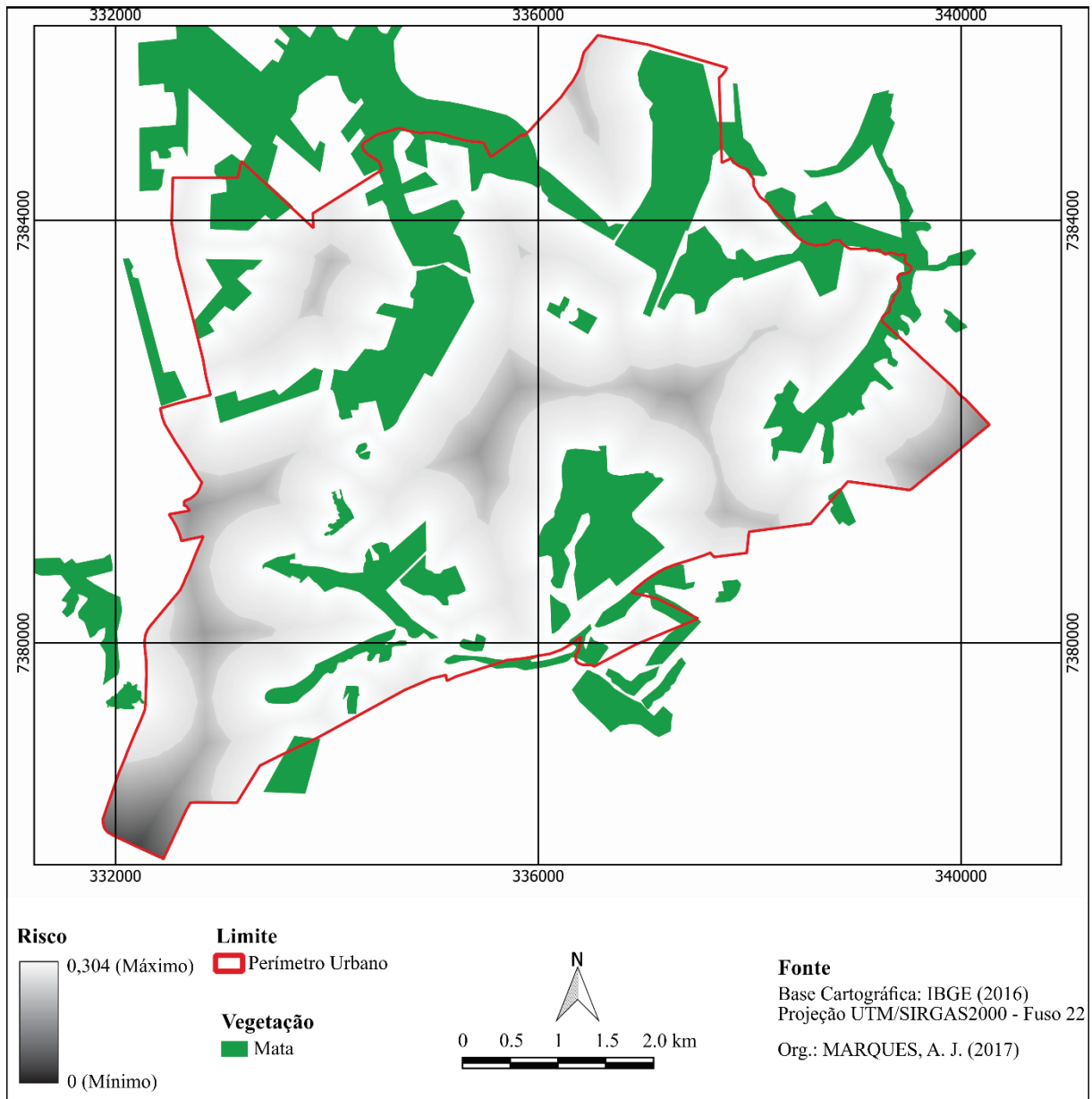


Figura 45: Representação espacial do Fator de Risco de Infecção à LTA, referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Cianorte.

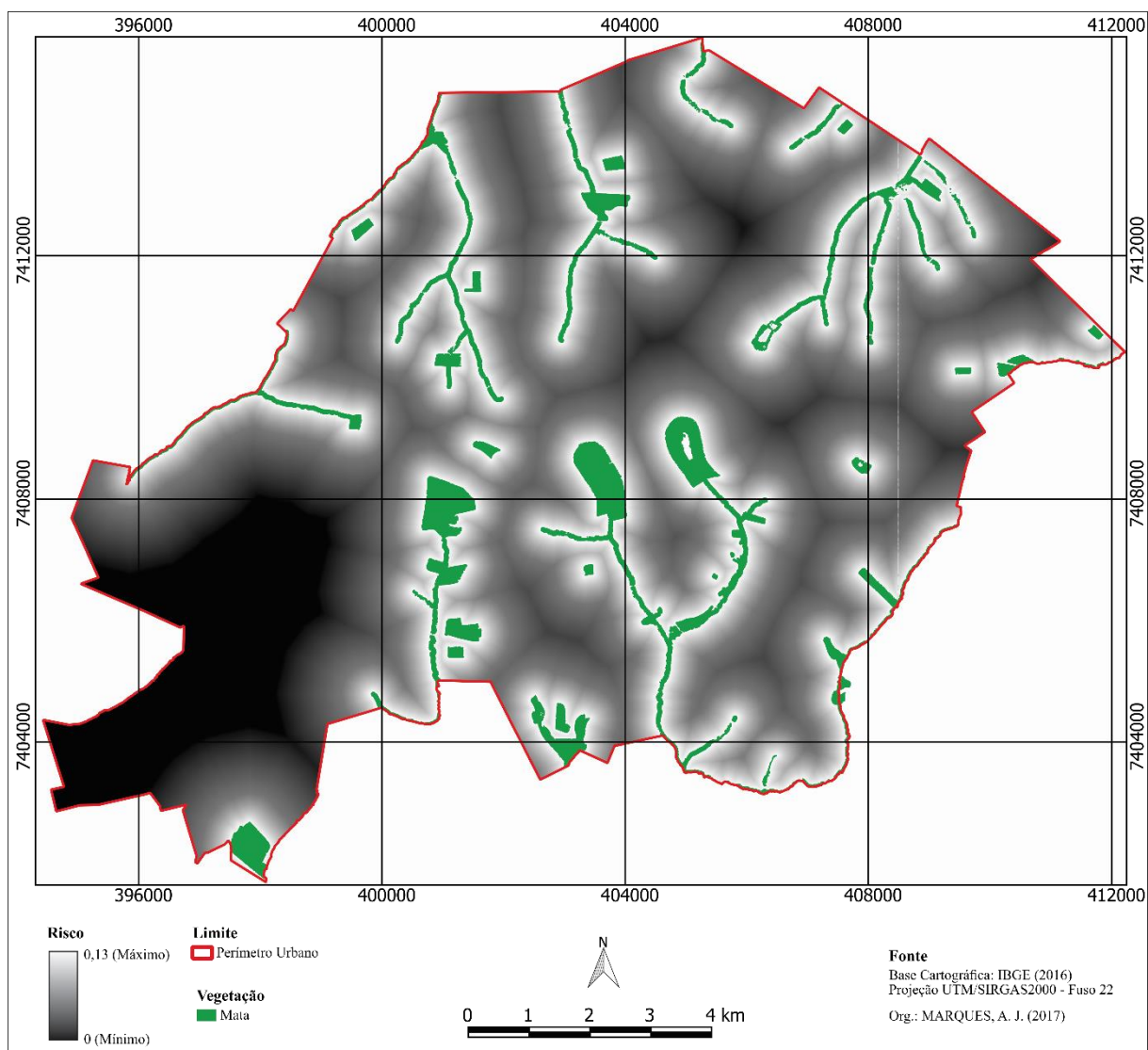


Figura 46: Representação espacial do Fator de Risco de Infecção à LTA, referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Maringá.

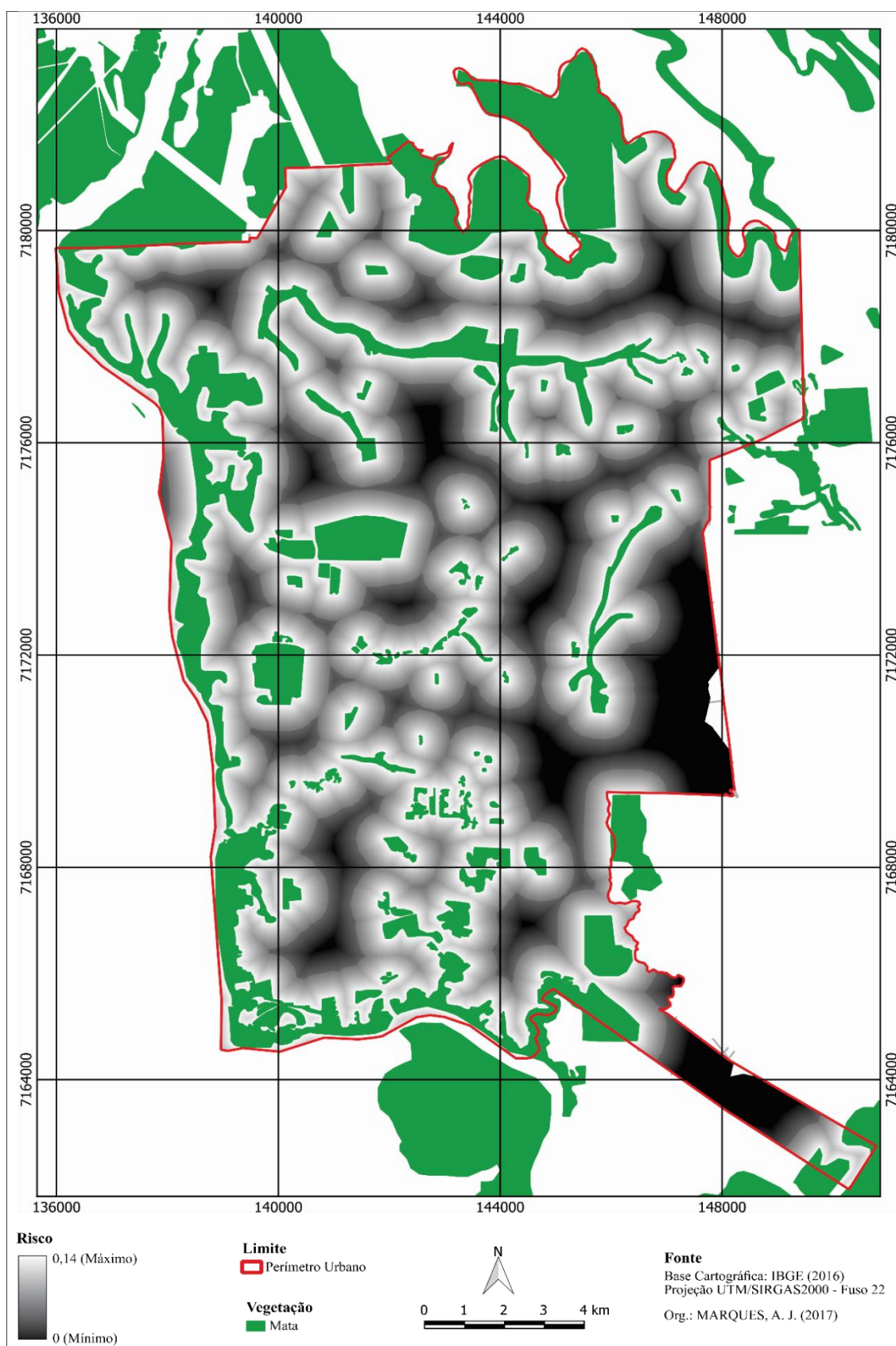


Figura 47: Representação espacial do Fator de Risco de Infecção à LTA, referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Foz do Iguaçu.

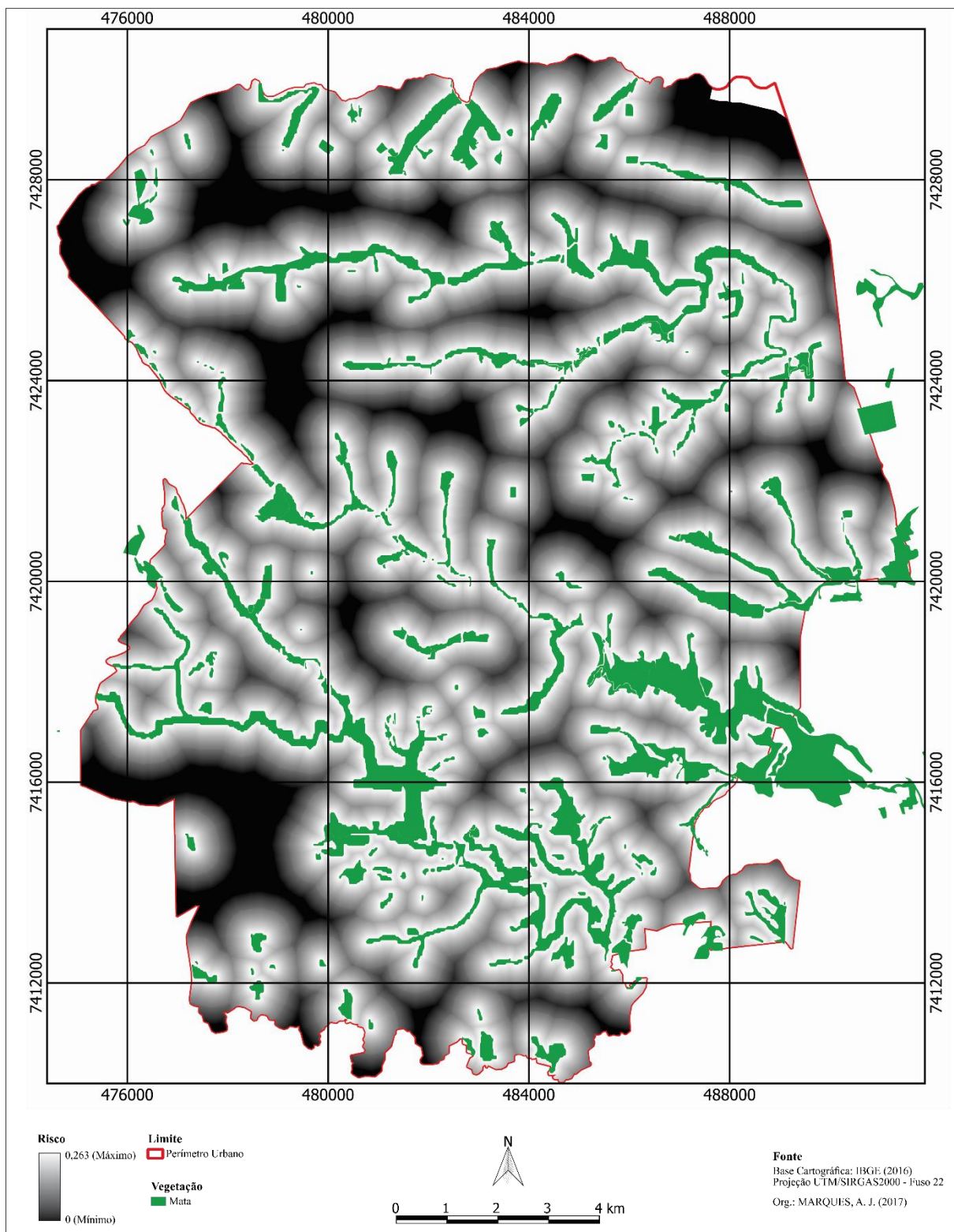


Figura 48: Representação espacial do Fator de Risco de Infecção à LTA, referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Londrina.

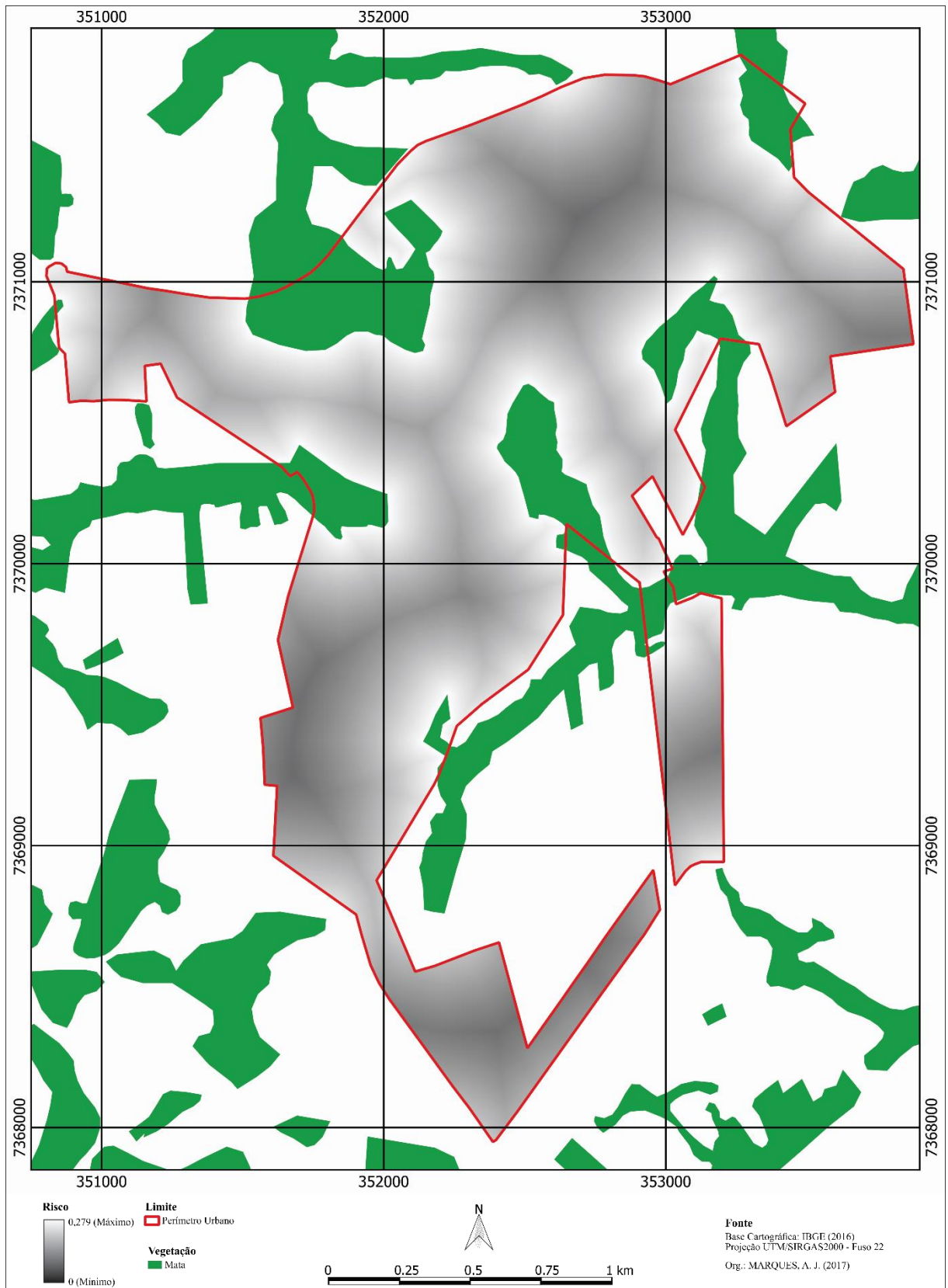


Figura 49: Representação espacial do Fator de Risco de Infecção à LTA, referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Terra Boa.

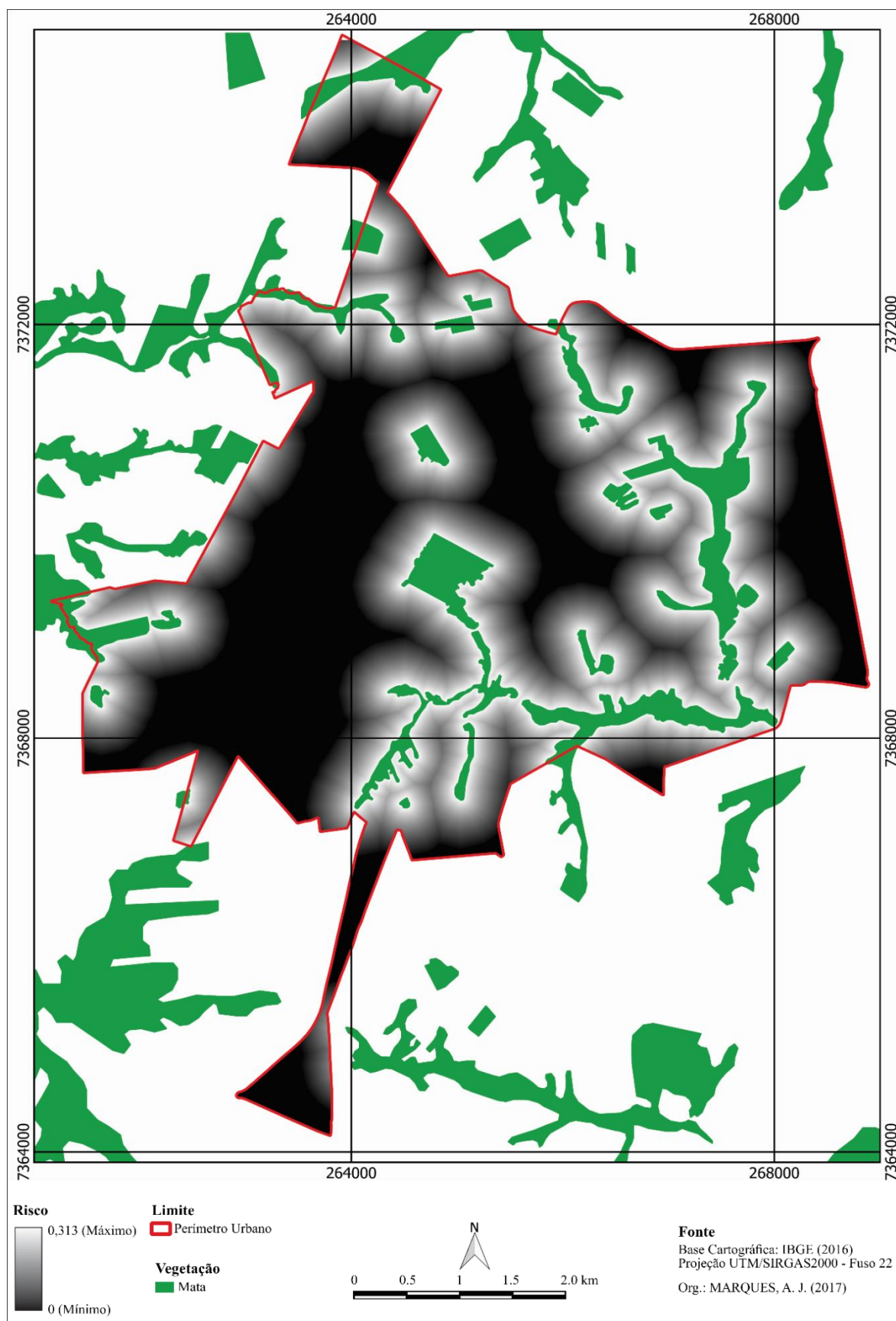


Figura 50: Representação espacial do Fator de Risco de Infecção à LTA, referente aos casos notificados de LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015, na cidade de Umuarama.

O Fator de Risco está diretamente relacionado com o número de casos observados da doença nas cidades e a distância radial de cada um deles em relação às bordas das matas. Sob essa consideração, a quantidade dessas reservas florestais e a sua distribuição intra e periurbana são decisivas na mensuração do índice e na sua espacialização. Se houver uma quantidade significativa de matas no perímetro urbano e sua distribuição ocorrer de forma difusa, ocorrerão mais áreas com maior risco a infecção à doença. As matas que estiverem inseridas no interior da área urbana, serão as responsáveis por promover áreas com maior risco nas áreas mais centrais da cidade, ao passo que as matas existentes nos espaços periurbanos e mais afastados do centro, afetarão os bairros mais periféricos. Quanto maior a ocorrência dessas matas, maior será o Fator de Risco de Infecção à LTA nos bairros mais próximos a elas.

Outro aspecto que deve ser considerado também com relação à quantidade e a distribuição das matas nas cidades é que se houver um número significativo dessas reservas florestais e as mesmas estiverem relativamente próximas uma da outra, o ambiente contido nessas áreas entrematas terá um alto risco de infecção à leishmaniose. Dessa forma, as cidades com pequena dimensão superficial e com muitos fragmentos florestais dispersos pela superfície do terreno são ambientes de grande risco à infecção.

Ao considerar esses fatores e a peculiaridade referente à organização espacial de cada cidade considerada, ou seja, sua geomorfologia e adensamento de construção, a quantidade de matas e a sua distribuição intra e periurbana, cada mapa apresentou um padrão diferente na distribuição das tonalidades de cinza o que indica o quão uma área é mais ou menos vulnerável que outra.

Pelo fato de Terra Boa e Bandeirantes serem as cidades que apresentam as menores áreas urbanas (4,41 km² e 10,19 km², respectivamente) e possuem uma quantidade significativa de áreas de mata (12,02% e 14,13%, respectivamente), conforme dados da Tabela 1, nos mapas que as representam, predominam as tonalidades claras de cinza, considerando, obviamente, os diferentes valores dos Riscos pertinentes a cada uma dessas localidades consideradas (Tabela 12). Assim, a espacialização do Risco nessas áreas urbanas apresentou, proporcionalmente, valores mais próximos do Risco máximo e com isso a maior parte das pessoas que ali vivem são mais propensas a se infectarem. Para Cianorte também o mapa se apresenta com domínio de áreas claras o que representa, uma cidade com o predomínio de altos valores de Risco, propiciado pela farta quantidade de matas que circundam sua área urbana.

Tabela 12: Intervalo entre os valores de Risco obtidos.

Cidade	Fator de Risco	
	Mínimo	Máximo
Bandeirantes	0,15	0,24
Cianorte	0,09	0,31
Foz do Iguaçu	0,00	0,14
Londrina	0,00	0,27
Maringá	0,00	0,13
Terra Boa	0,12	0,28
Umuarama	0,00	0,32

As demais cidades consideradas (Londrina, Foz do Iguaçu, Maringá e Umuarama) apresentam um padrão diferente das outras três cidades referidas anteriormente. Apesar de terem, em termos absolutos, maior superfície de matas em suas respectivas áreas urbanas, elas têm também área superficial urbana maiores, e, as matas estão mais dispersas umas das outras, acarretando em valores de baixos Riscos a altos Riscos distribuídos por todo o perímetro urbano.

É importante frisar que, nesse contexto, a existência das matas urbanas tem um papel agravante na transmissão de doenças, como é o caso da LTA. Porém deve ser levado em consideração os benefícios que as mesmas exercem no espaço urbano, protegendo nascentes e cursos d'água e também promovendo uma melhoria considerável na questão do clima urbano, sendo, desta forma, imprescindíveis nas cidades. Sendo assim, os caminhos para se atenuar os riscos de infecção à LTA devem trilhar na direção do uso de medidas preventivas no combate à transmissão da doença. Para isso, as áreas mais vulneráveis no ambiente urbano devem ser conhecidas.

No próximo capítulo será apresentado o Índice de Risco para Infecção à LTA, obtido a partir do cruzamento dos mapas de risco gerados e a distribuição populacional, por setores censitários, em cada uma das cidades pesquisadas, afim de se determinar as áreas com maior risco para infecção à LTA e definir medidas preventivas no controle de transmissão da doença.

CAPÍTULO V

Índice De Risco Para Infecção À Lta Para Determinação De Áreas Prioritárias Visando Ações Mitigadoras Do Contágio À Doença

Neste capítulo são apresentados os resultados referentes ao Índice de Risco para Infecção à LTA para se averiguar os locais mais de maior propensão em se contrair a doença em cada cidade. Embora o número de casos da doença não tenha sido tão representativo com em outras epidemias (dengue, por exemplo), o Fator de Risco foi significativo nas cidades Pesquisadas. Para se obter, então, o Índice de Risco Para Infecção à LTA (*IR*), o Fator de Risco *R* foi cruzado com número de habitantes, considerando para isso os setores censitários, para se determinar as áreas prioritárias de ação para planejamento de programas de vigilância da LTA em cada cidade pesquisada.

5.1 POPULAÇÃO URBANA E A SUA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

Conforme já se destacou anteriormente, o risco é uma característica intrínseca dos lugares definidos por um conjunto de condicionantes socioambientais, entre eles tem-se o condicionante demográfico, uma vez que, quanto maior o número de habitantes em uma determinada área de risco, maior é o número de pessoas que estarão sujeitas a contraírem a LTA. É importante destacar que existe uma assimetria da distribuição da população no espaço urbano, em que a ocupação e o uso do solo se dão de forma diferenciadas em relação ao contingente populacional. Essa diferenciação se dá devido aos distintos critérios e parâmetros do uso e da ocupação do solo nos ambientes urbanos, de acordo com a lei de zoneamento inerente a cada cidade, com o objetivo de orientar e ordenar o crescimento urbano. Por essas razões, o ambiente urbano se caracteriza por ter áreas com diferentes contingentes populacionais distribuídos irregularmente no seu espaço.

A distribuição espacial da população nos ambientes urbanos é realizada com a utilização de técnicas estatísticas disponíveis em diversos *softwares*. Na presente tese, para a confecção desses mapas, foi utilizado o aplicativo QGIS e a técnica estatística utilizada foi a classificação do número de habitantes por quantil, distribuindo a população em cinco classes temáticas, de acordo com o número de habitantes de cada cidade pesquisada. Os mapas das sete cidades aqui apresentados (Figuras 51 a 57) fazem parte da síntese descritiva dos dados

organizados e sistematizados do banco de dados do censo demográfico de 2010 realizado pelo IBGE, tendo como unidade de representação os setores censitários.

Os mapas foram apresentados em marrom, indicando uma variação do mais claro, para representar os setores censitários com menor número de habitantes, para o mais escuro, para representar os setores censitários com maior contingente populacional. Ao todo, foram espacializados 1796 setores censitários nas cidades pesquisadas, distribuídos da seguinte forma, em ordem decrescente: Londrina com 669 setores, Maringá com 538 setores, Foz do Iguaçu com 320 setores, Umuarama com 114 setores, Cianorte com 92 setores, Bandeirantes com 37 setores e Terra Boa com 26 setores.

De modo geral, é difícil definir um padrão único na distribuição populacional nas cidades pesquisadas. O que se pôde observar é que nas cidades com menor contingente populacional, como é o caso de Bandeirantes (Figura 51) e Terra Boa (Figura 56), os setores censitários mais populosos se concentraram nas áreas periféricas dessas cidades, o mesmo não ocorre nas demais cidades. Nessas, além de alguns setores censitários periféricos terem também um grande contingente populacional, ocorreram setores mais populosos, inclusive, nas áreas mais centrais, devido a verticalização de algumas delas, como o caso de Londrina, Maringá e Foz do Iguaçu.

Na próxima sessão são apresentados os mapas de risco elaborados a partir da correlação entre o número de habitantes, por setor censitário, com os mapas de com o Fator de Risco R elaborados no Capítulo IV (Figuras 44 a 50), dada pela Equação ix.

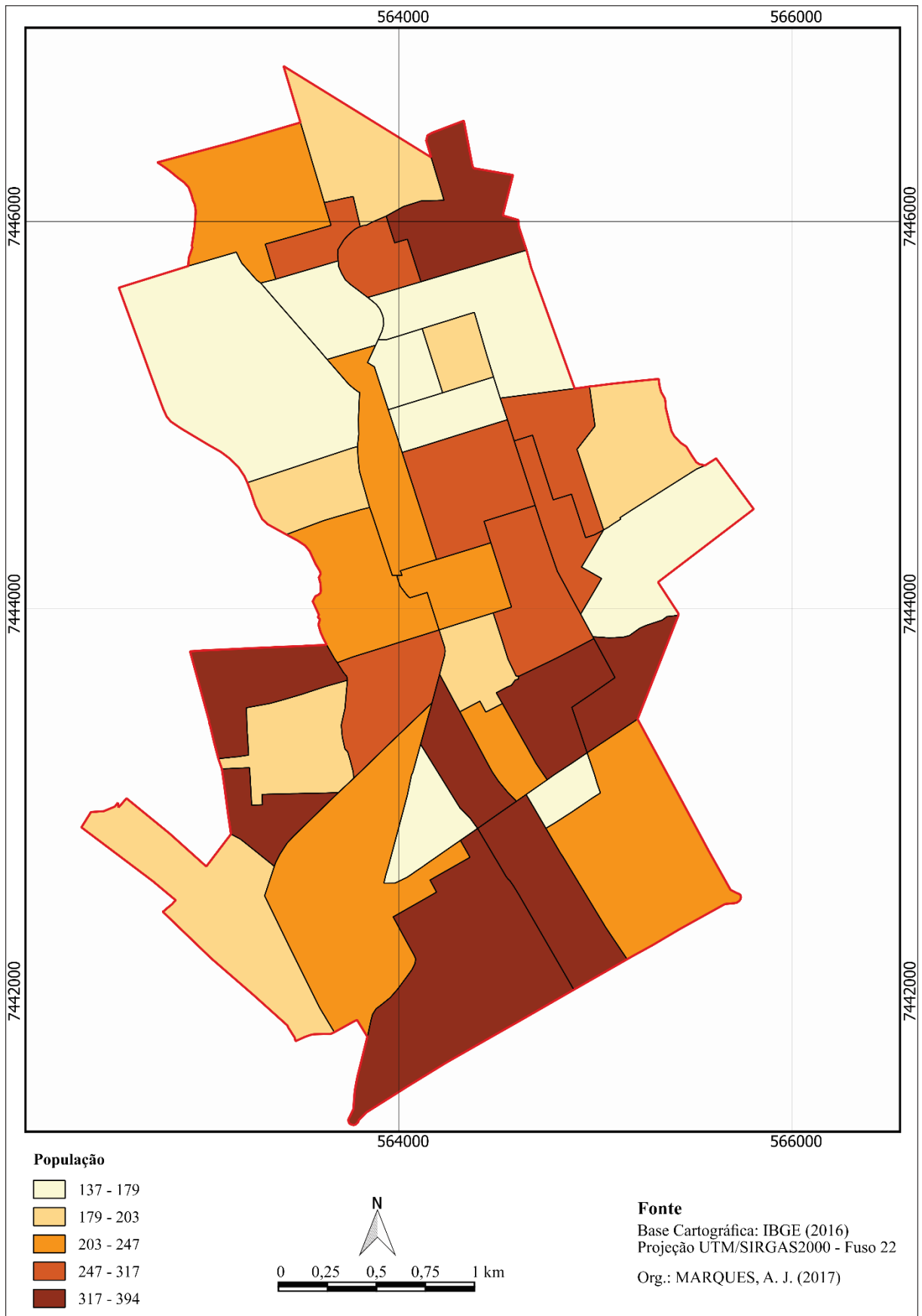


Figura 51: Distribuição populacional, por setores censitários, na cidade Bandeirantes – PR.
Fonte: Censo IBGE (2010).

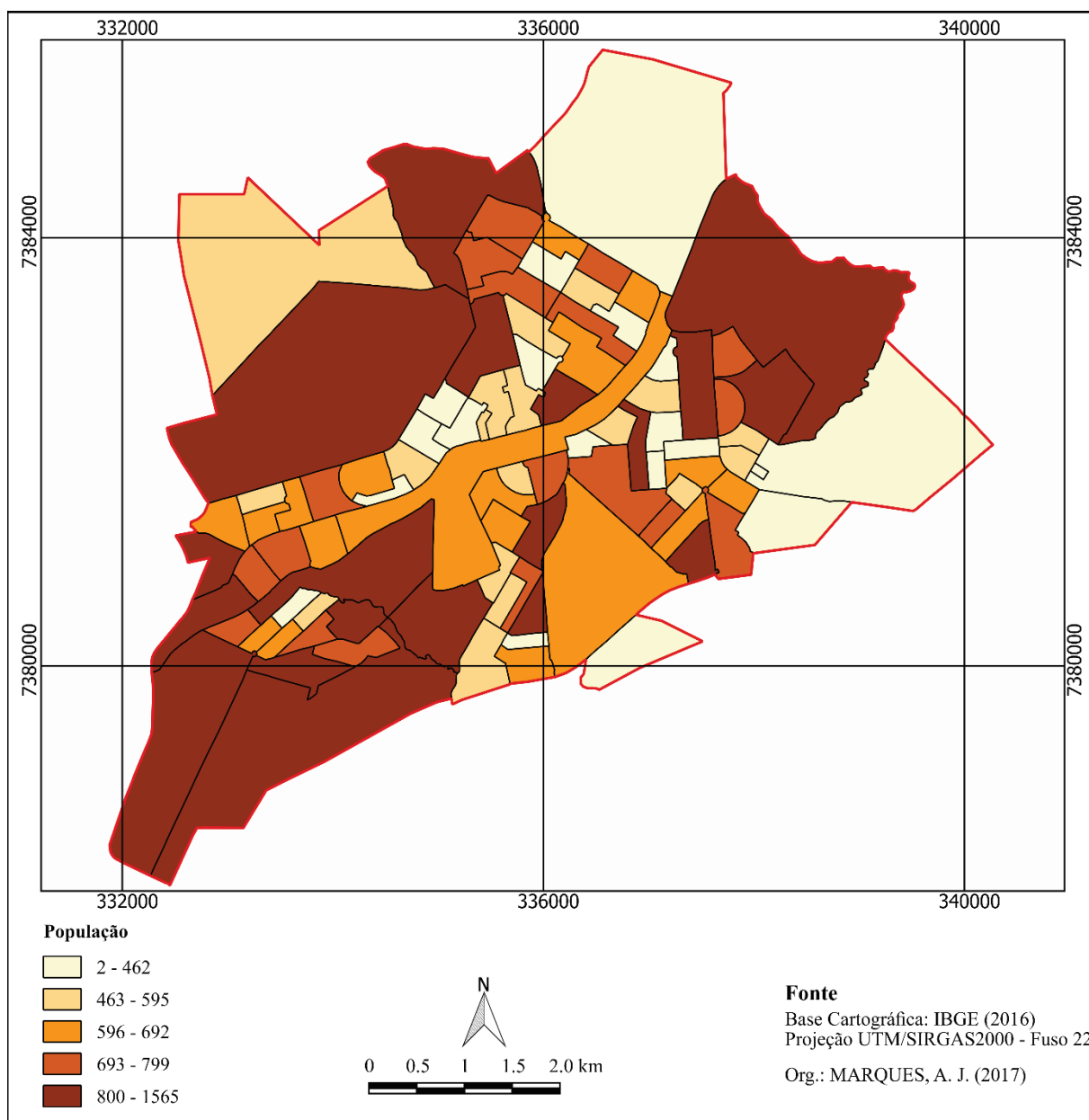


Figura 52: Distribuição populacional, por setores censitários, na cidade Cianorte – PR.
Fonte: Censo IBGE (2010).

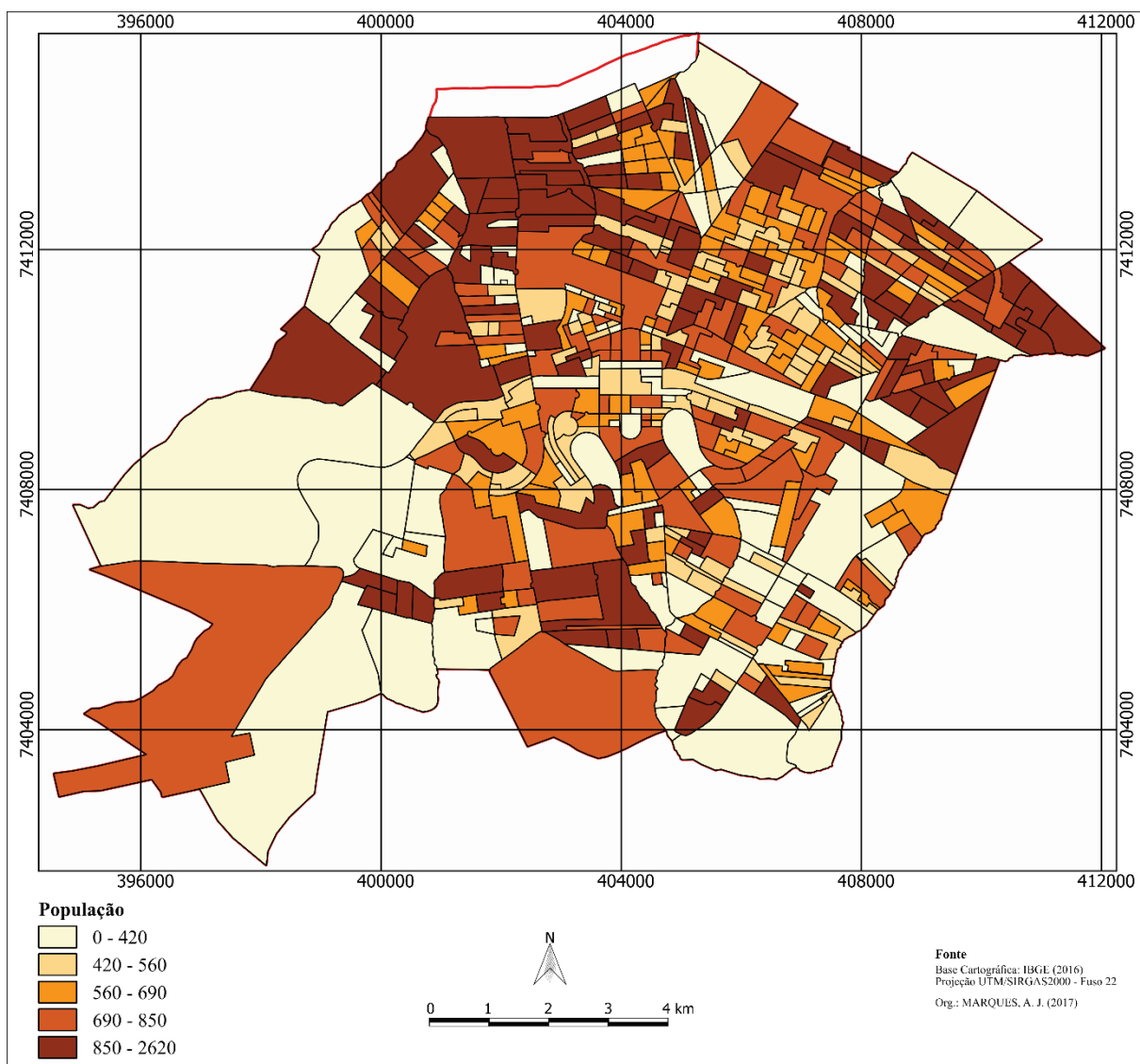


Figura 53: Distribuição populacional, por setores censitários, na cidade Maringá – PR.
Fonte: Censo IBGE (2010).

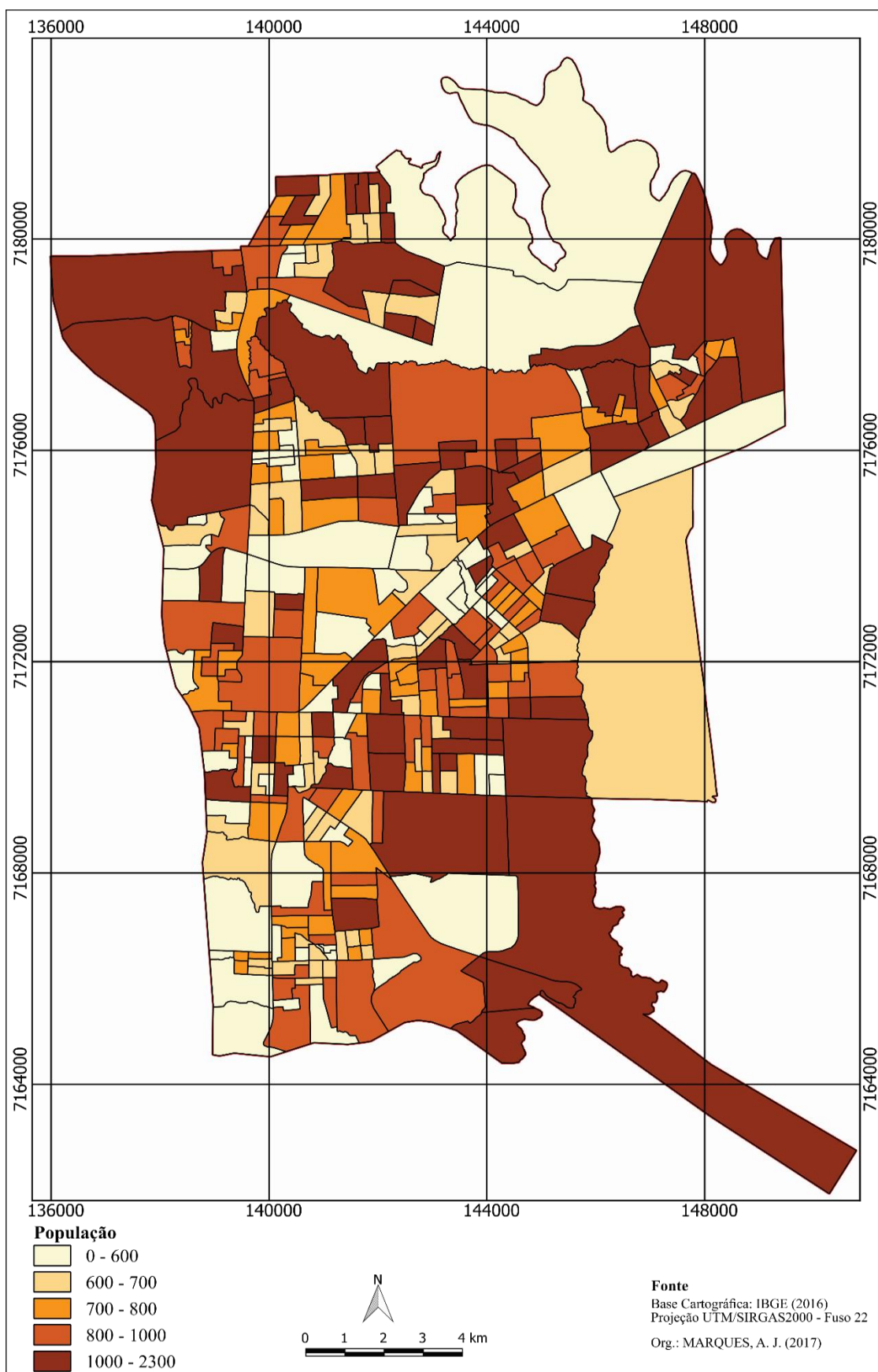


Figura 54: Distribuição populacional, por setores censitários, na cidade Foz do Iguaçu – PR.
Fonte: Censo IBGE (2010).

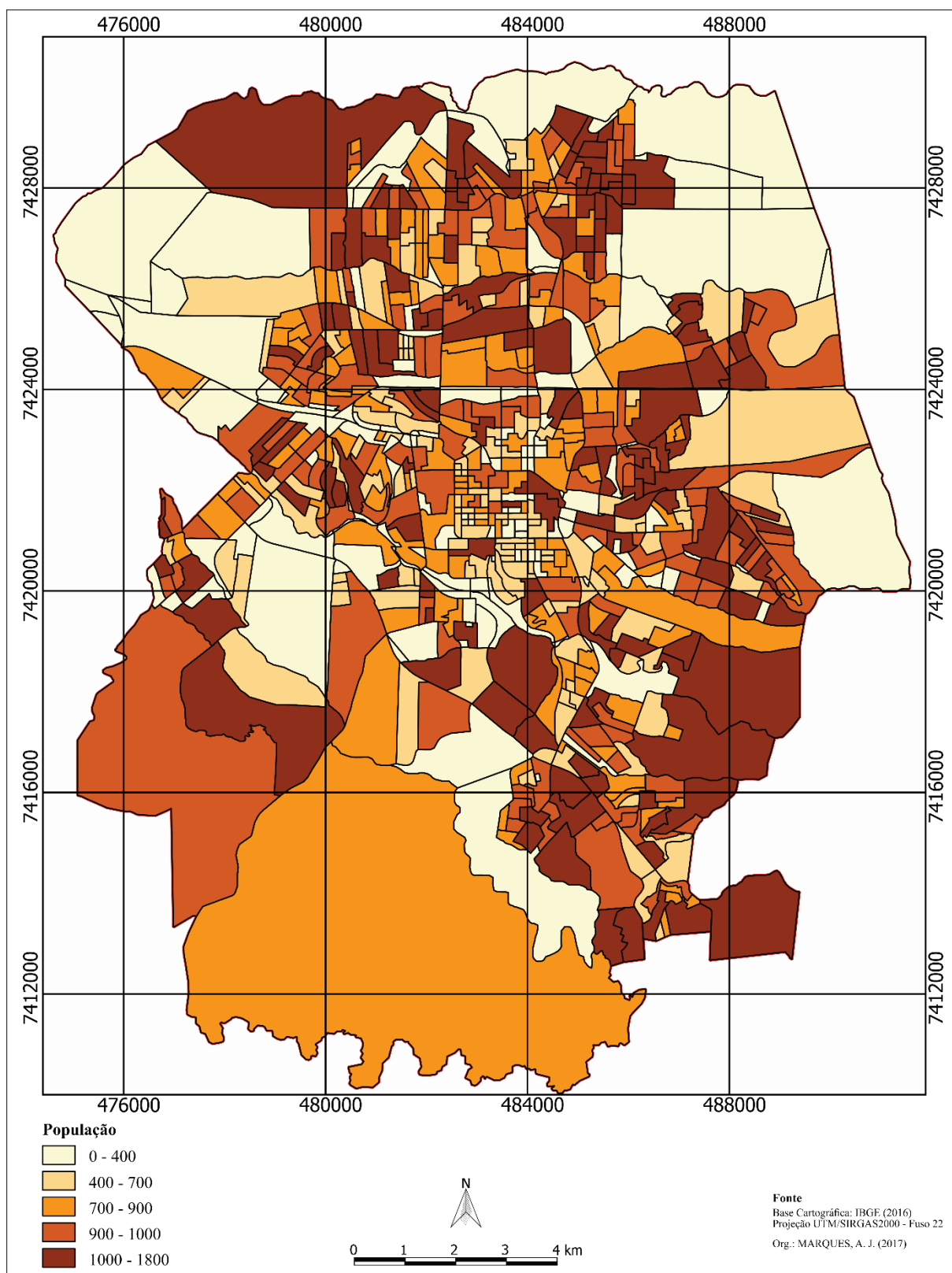


Figura 55: Distribuição populacional, por setores censitários, na cidade de Londrina – PR.
Fonte: Censo IBGE (2010).

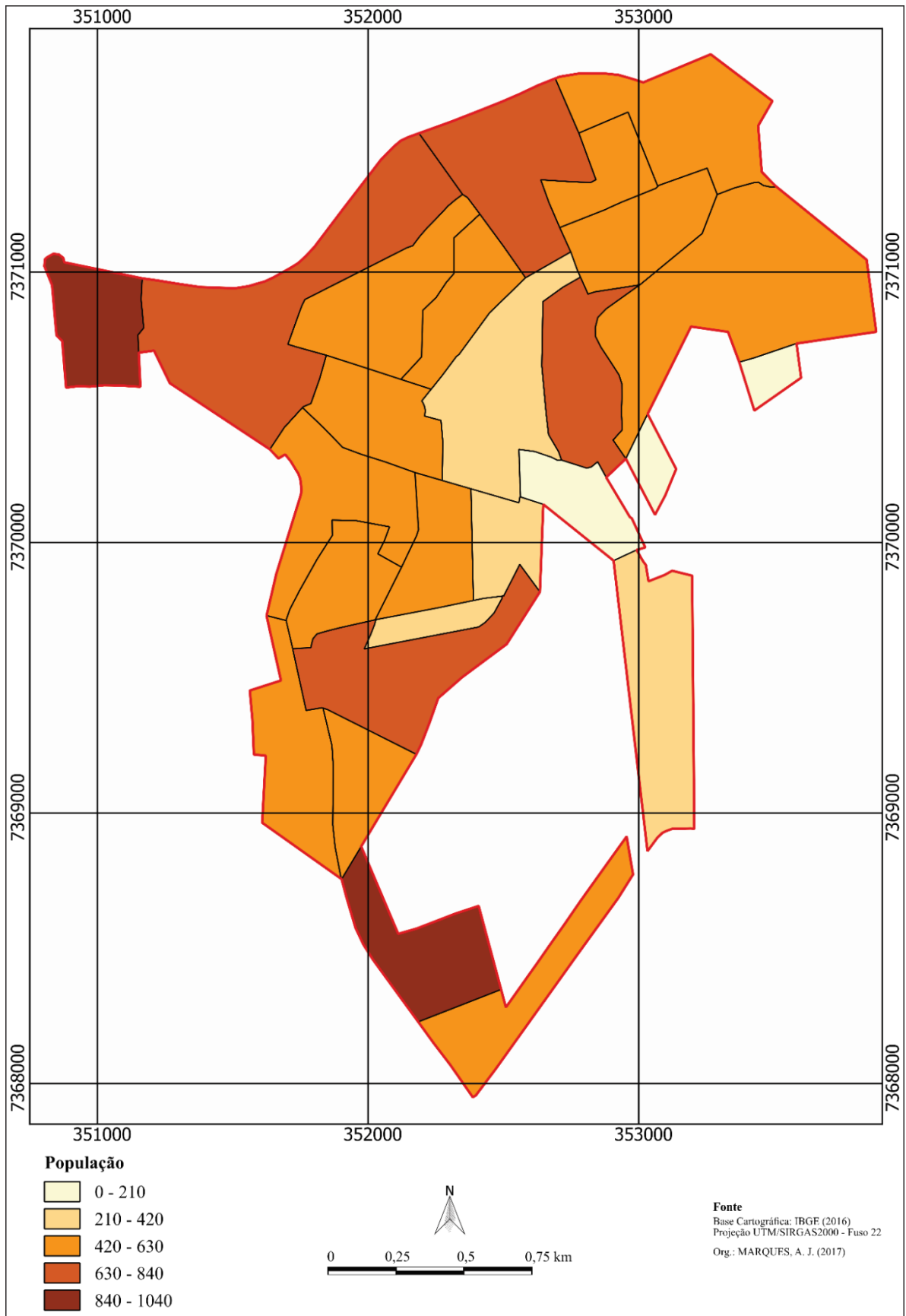


Figura 56: Distribuição populacional, por setores censitários, na cidade de Terra Boa – PR.
Fonte: Censo IBGE (2010).

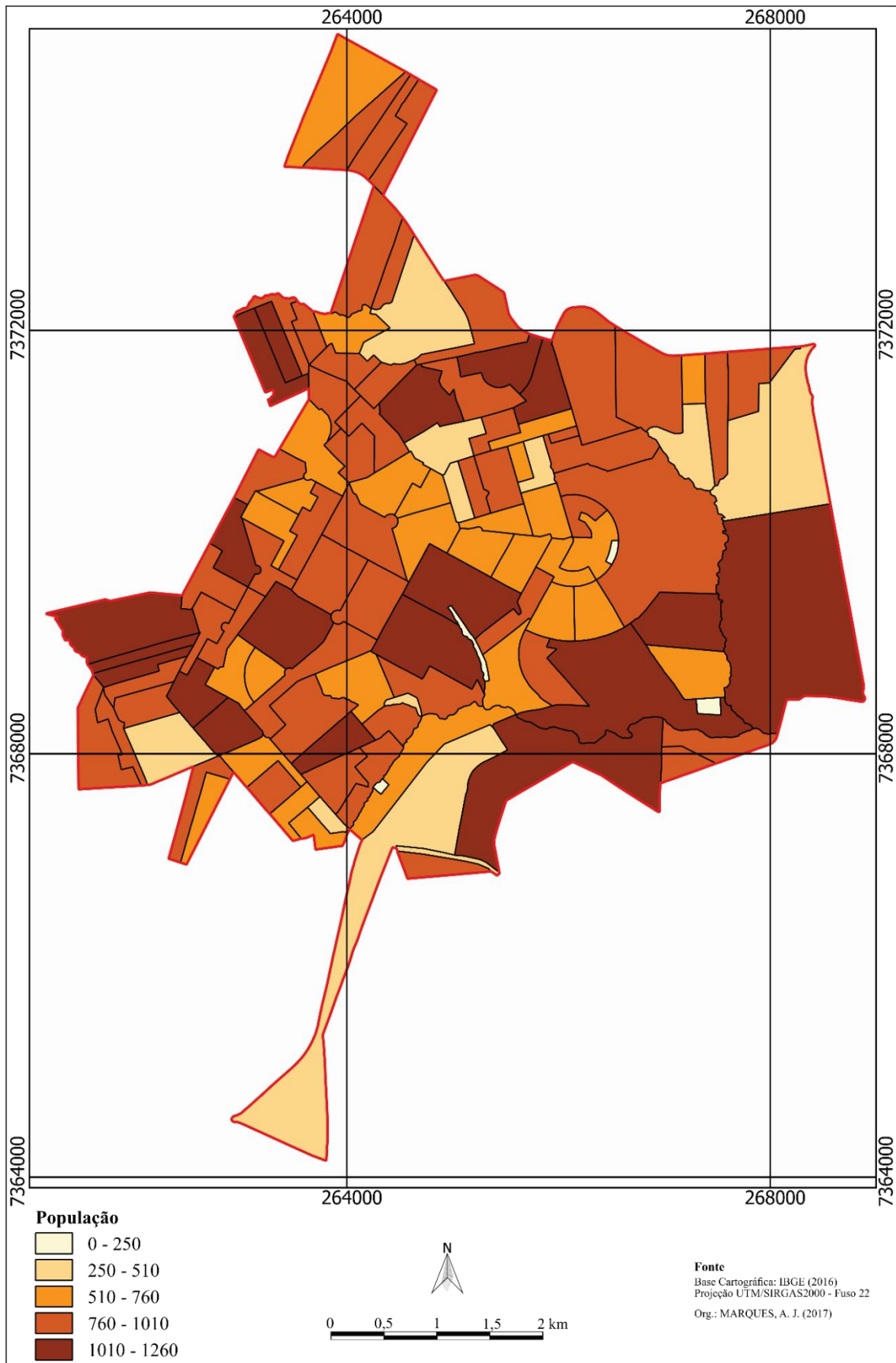


Figura 57: Distribuição populacional, por setores censitários, na cidade de Umuarama – PR.
Fonte: Censo IBGE (2010).

5.2 ÍNDICE DE RISCO PARA INFECÇÃO À LTA (*IR*)

A partir da Equação ix, foram obtidos os valores do *IR* para cada uma das cidades pesquisadas. Para a obtenção destes valores levou-se em conta o fator de risco, a população em cada setor censitário, a população total da cidade e o número de casos notificados em cada uma das cidades. A Tabela 13 apresenta a variação dos valores do *IR* mensurada para cada uma delas.

Tabela 13: Variação dos valores do *IR* das cidades pesquisadas.

Cidades	<i>IR</i>	
	Mínimo	Máximo
Bandeirantes	0,30111	1,15923
Cianorte	0,00152	1,25573
Foz do Iguaçu	0,00000	0,06544
Londrina	0,00000	0,08905
Maringá	0,00000	0,04434
Terra Boa	0,00000	1,22845
Umuarama	0,00015	0,26114

O valor mínimo obtido para cada uma das cidades foi igual zero para Maringá, Foz do Iguaçu, Londrina e Terra Boa, indicando que, nesses locais com este valor de *IR*, a propensão para se contrair a doença é insignificante. Já o valor máximo do mínimo ocorre em Bandeirantes (0,30111), ou seja, nesta cidade, em toda a área superficial urbana, apresentam propensão para se contrair a doença.

Os mais altos valores máximos obtidos foram superiores a 1 para as cidades de Cianorte (1,25573), Terra Boa (1,22845) e Bandeirantes (1,15923). Para as demais cidades os valores ficaram abaixo do valor mínimo encontrado para Bandeirantes. Tal fato faz com que Bandeirantes, em todo o seu perímetro urbano, tenha áreas com risco mais expressivas que as referidas cidades. Essa peculiaridade pode ser um indicativo determinante no valor do índice de detecção obtido para esta cidade (Tabela 1). Mesmo ela não sendo a cidade com o maior número de casos, foi a que apresentou o maior índice de detecção em relação as outras cidades pesquisadas.

A amplitude total dos valores encontrados vai de zero a 1,25573, o que ocorre também em Cianorte. O valor zero para o *IR* está vinculado a várias possibilidades: ou ao fator de risco ser zero em uma determinada posição do mapa de risco, ou aos setores não possuem população, ou, ainda, ambos ocorrendo concomitantemente. Já os valores não nulos possuem, obrigatoriamente, mesmo que mínimo, fator de risco maior que zero e setores censitários com população superior a um habitante.

A interpretação desse índice, então, pode ser pensada como quanto mais próximo de zero for o resultado menor é o risco do local e quanto maior o valor, mais alto é o risco do local. Esta interpretação é realizada, então, considerando o valor mínimo e o valor máximo obtido, tendo em vista os valores referentes a cada cidade pesquisada. Os mapas com os valores do IVL espacializados são representados nas Figuras 58 a 64.

Da mesma maneira que os mapas de risco elaborados no Capítulo IV, os mapas com a espacialização dos valores dos *IRs* também apresentaram uma variação de cinza. As mais claras representam os maiores índices de risco e os mais escuros representam os menores índices de risco. Porém a diferença marcante entre eles está na forma como foram elaborados.

Como os mapas de risco foram construídos em forma de um *dégradé* marcado pelo distanciamento das bordas das matas, eles apresentaram uma superfície contínua de transição entre os maiores e menores valores do risco e, com isso, uma transição gradativa entre as tonalidades de cinza. Já, para os mapas que representaram a espacialização dos *IRs*, o comportamento dessa variação não proporcionou esse mesmo padrão. A correlação efetuada na elaboração desses mapas sobrepõe o Fator de Risco em função da população dos respectivos setores censitários (Equação ix).

A configuração observada nesses mapas mostra uma variação em *dégradé* nas áreas internas ao setor censitário, pois como a grade gerada nos mapas de risco é contínua, é mantida essa variação gradativa, uma vez que a população do setor, o número de casos e a o total da população urbana resultam em uma constante para cada setor censitário. Já na transição de um setor censitário para outro há uma quebra nessa tendência, dado pelo peso referente ao número de habitantes em cada setor censitário do ambiente urbano. Esta distribuição faz com que o mapa se apresente como a união de todos os setores censitários, formando uma espécie de mosaico.

A dificuldade, porém, em analisar mapas como esses é que o ser humano se limita a diferenciar poucas tonalidades de cinza, fazendo com que fique difícil distinguir, em um mesmo mapa, quais são áreas com o mesmo risco. Em outras palavras, como as tonalidades de cinza variam gradativamente, é complicado, a olho nu, caracterizar áreas com mesmo risco, principalmente quando essas áreas ocorrem em diferentes localidades.

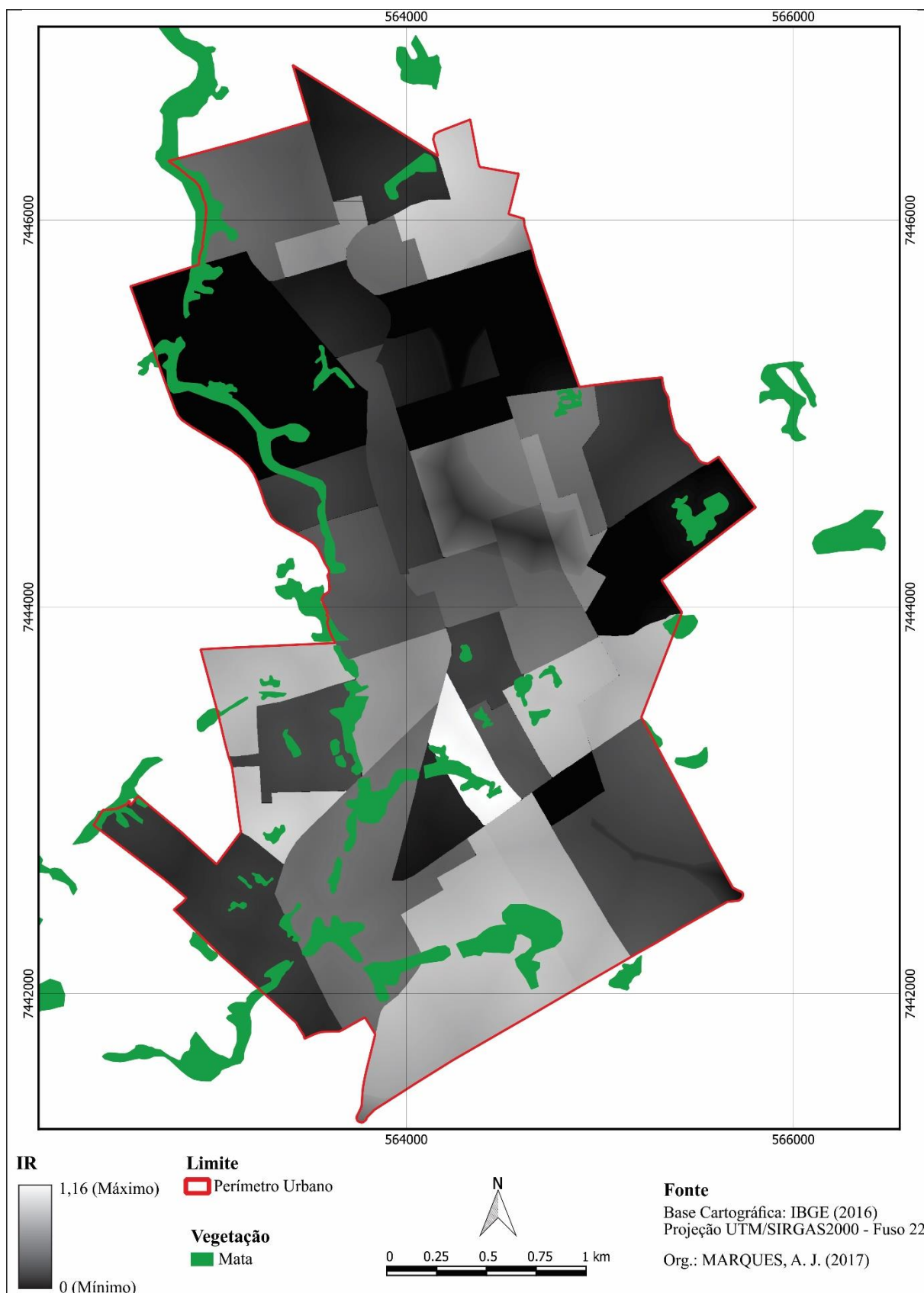


Figura 58: Mapeamento do Índice de Risco para Infecção à LTA em Bandeirantes, considerando o Fator de Risco das ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 e a população do censo de 2010.

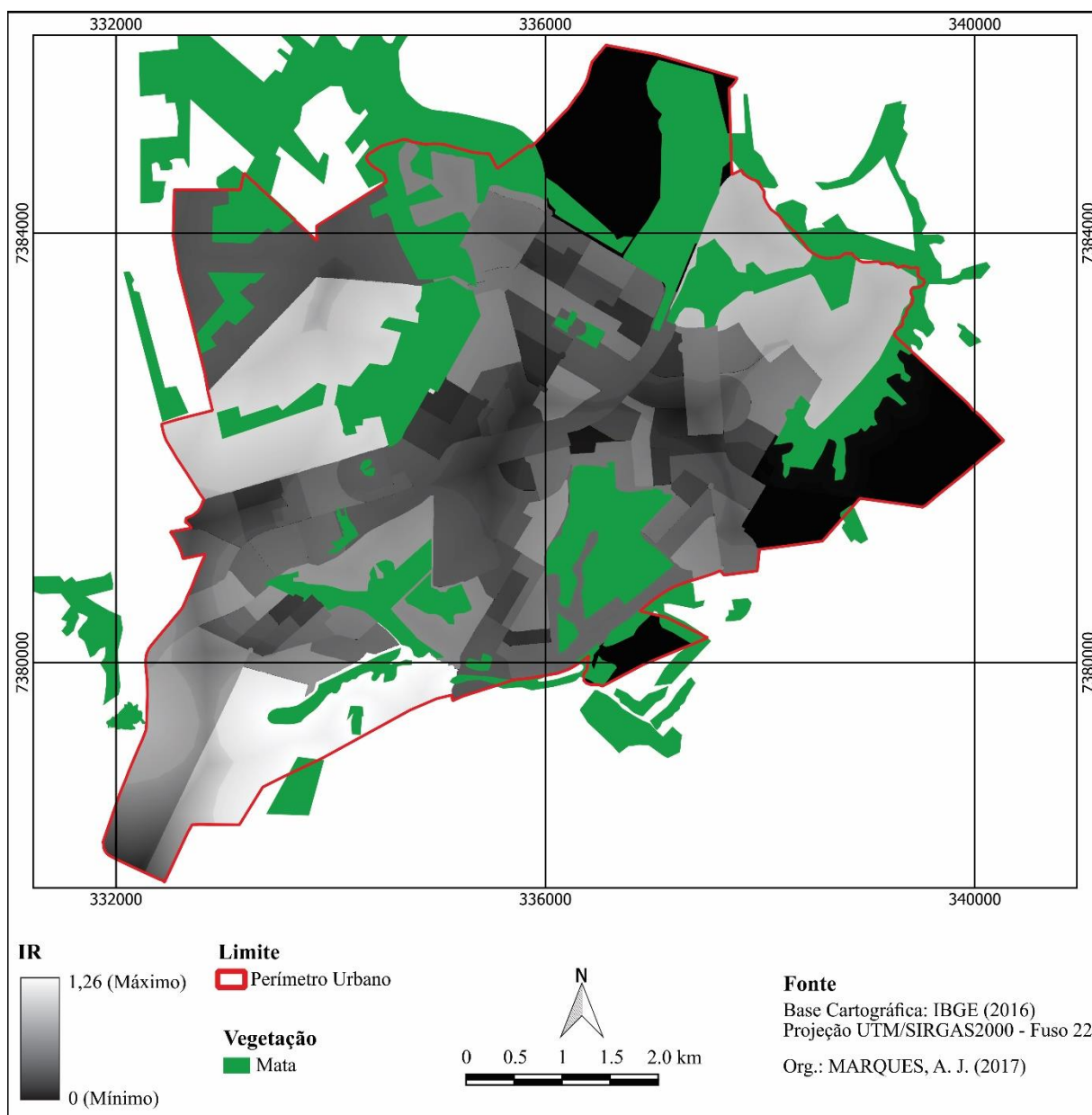


Figura 59: Mapeamento do Índice de Risco para Infecção à LTA em Cianorte, considerando o Fator de Risco das ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 e a população do censo de 2010.

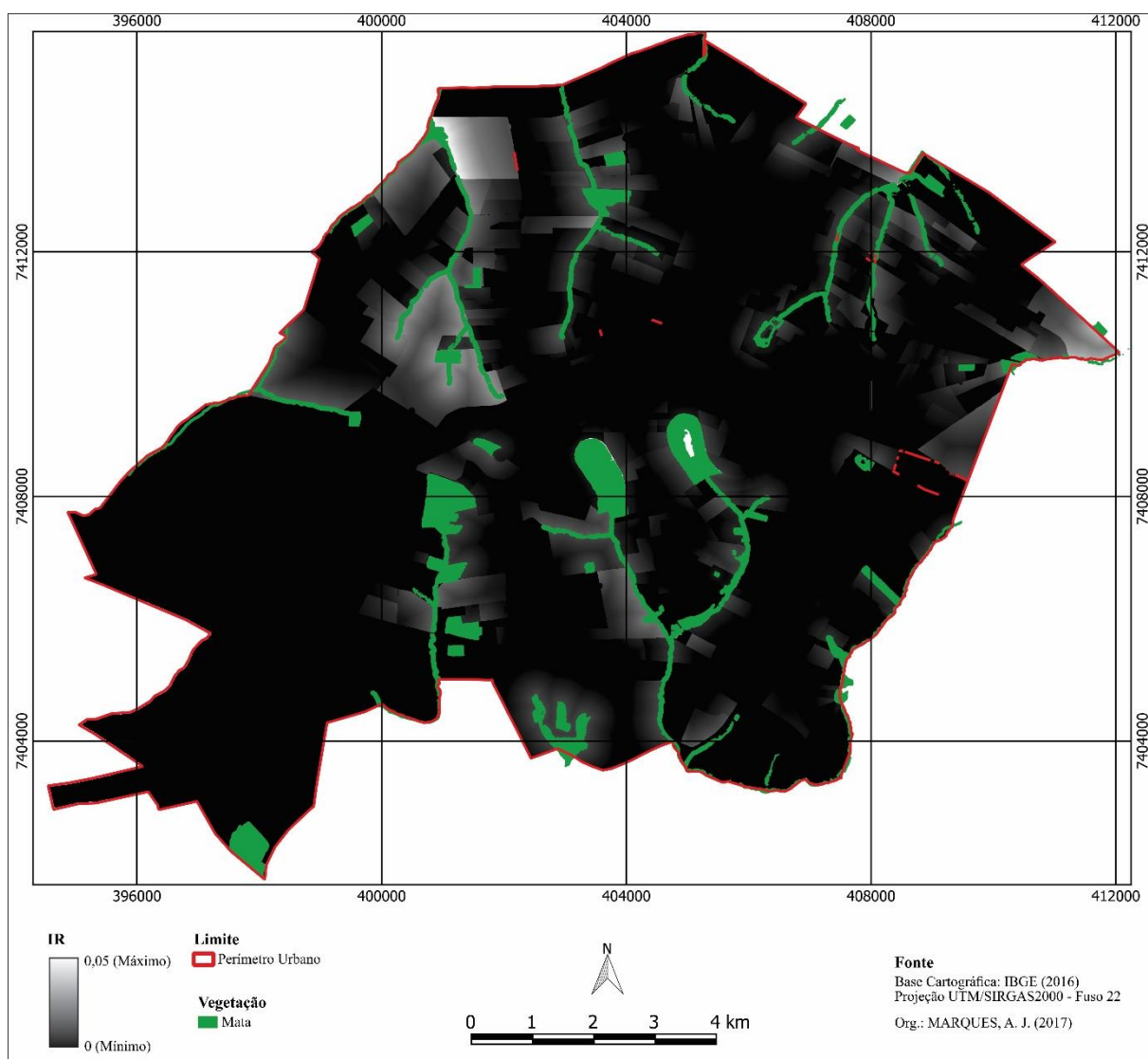


Figura 60: Mapeamento do Índice de Risco para Infecção à LTA em Maringá, considerando o Fator de Risco das ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 e a população do censo de 2010.

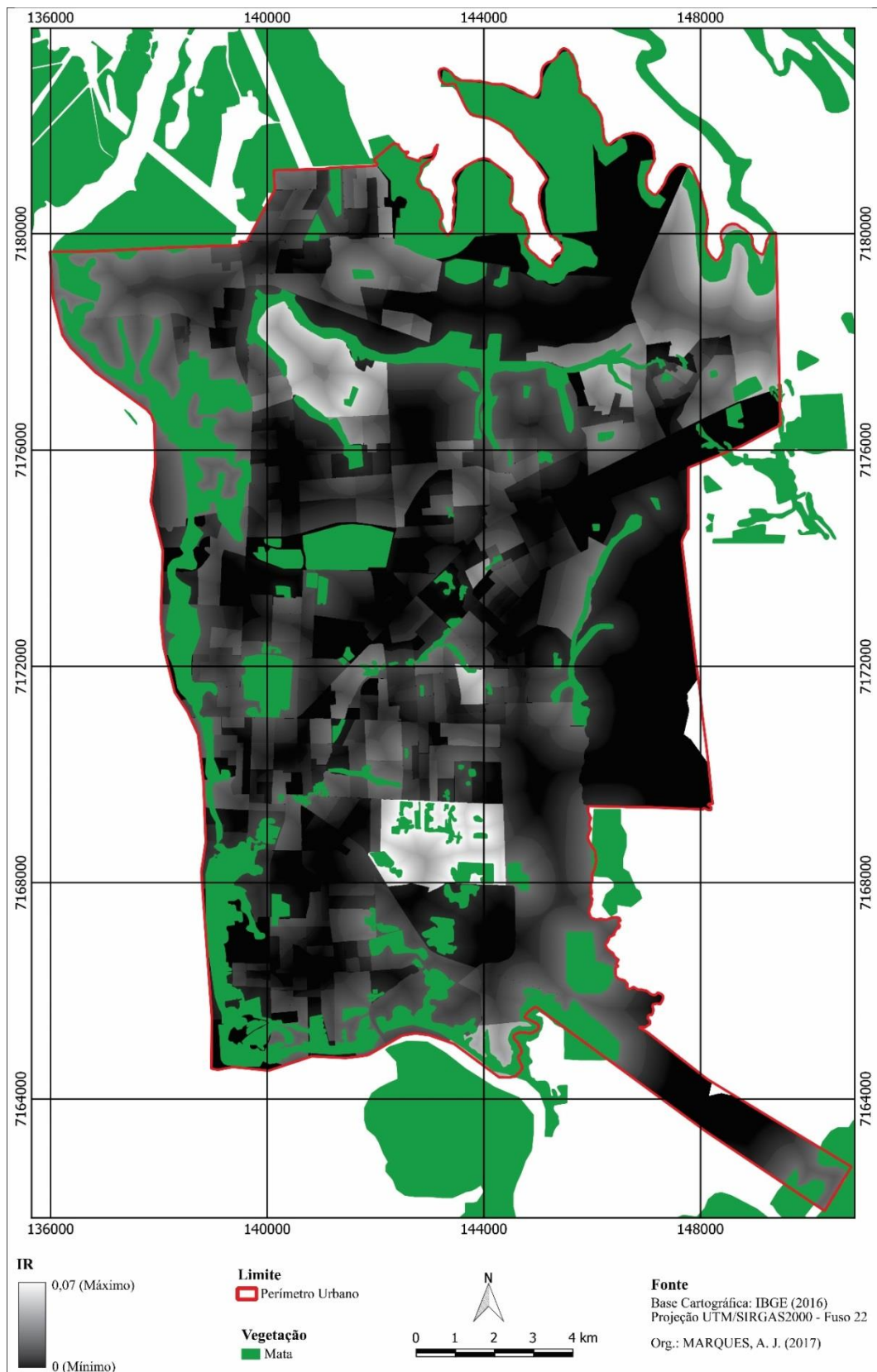


Figura 61: Mapeamento do Índice de Risco para Infecção à LTA em Foz do Iguaçu, considerando o Fator de Risco das ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 e a população do censo de 2010.

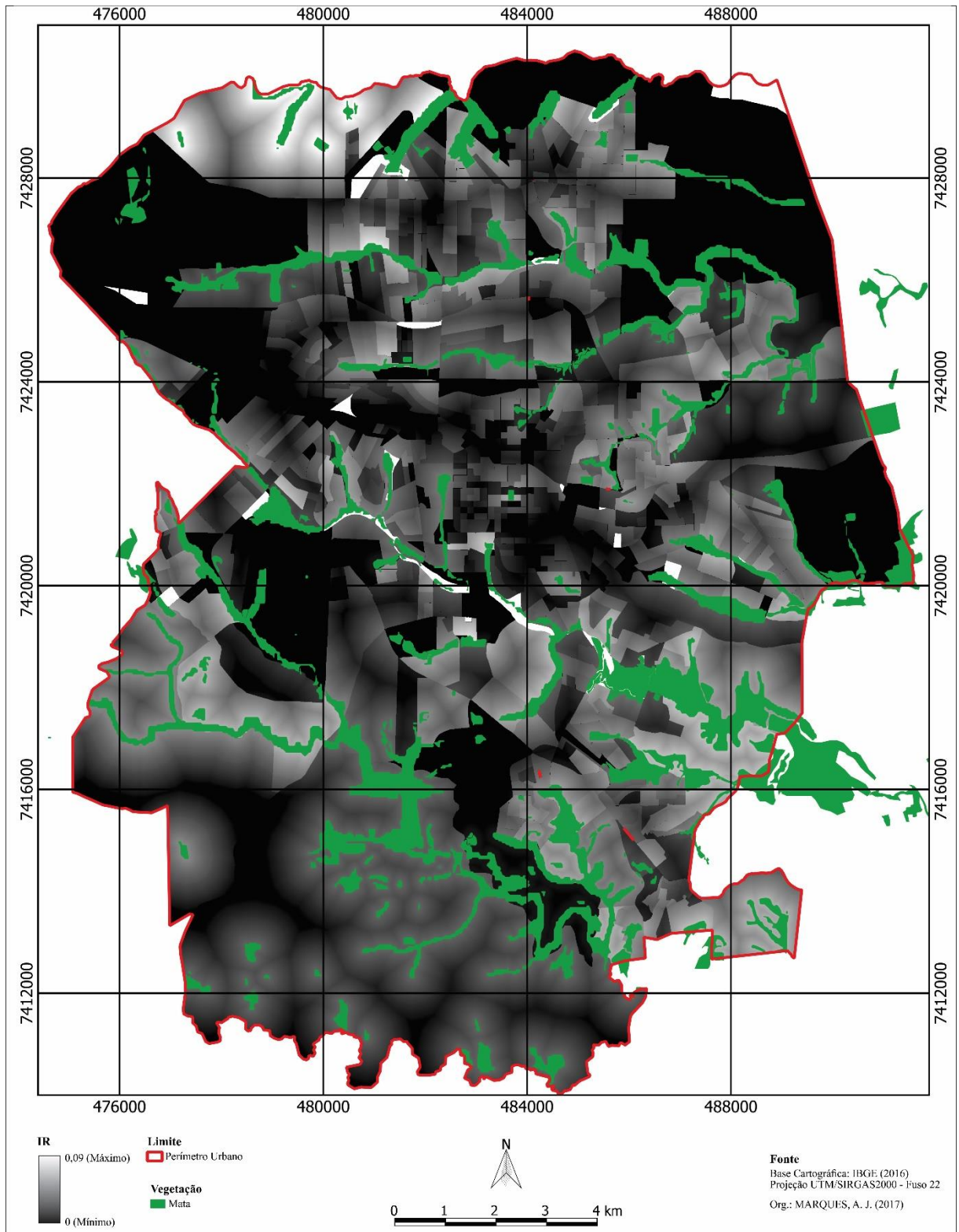


Figura 62: Mapeamento do Índice de Risco para Infecção à LTA em Londrina, considerando o Fator de Risco das ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 e a população do censo de 2010.

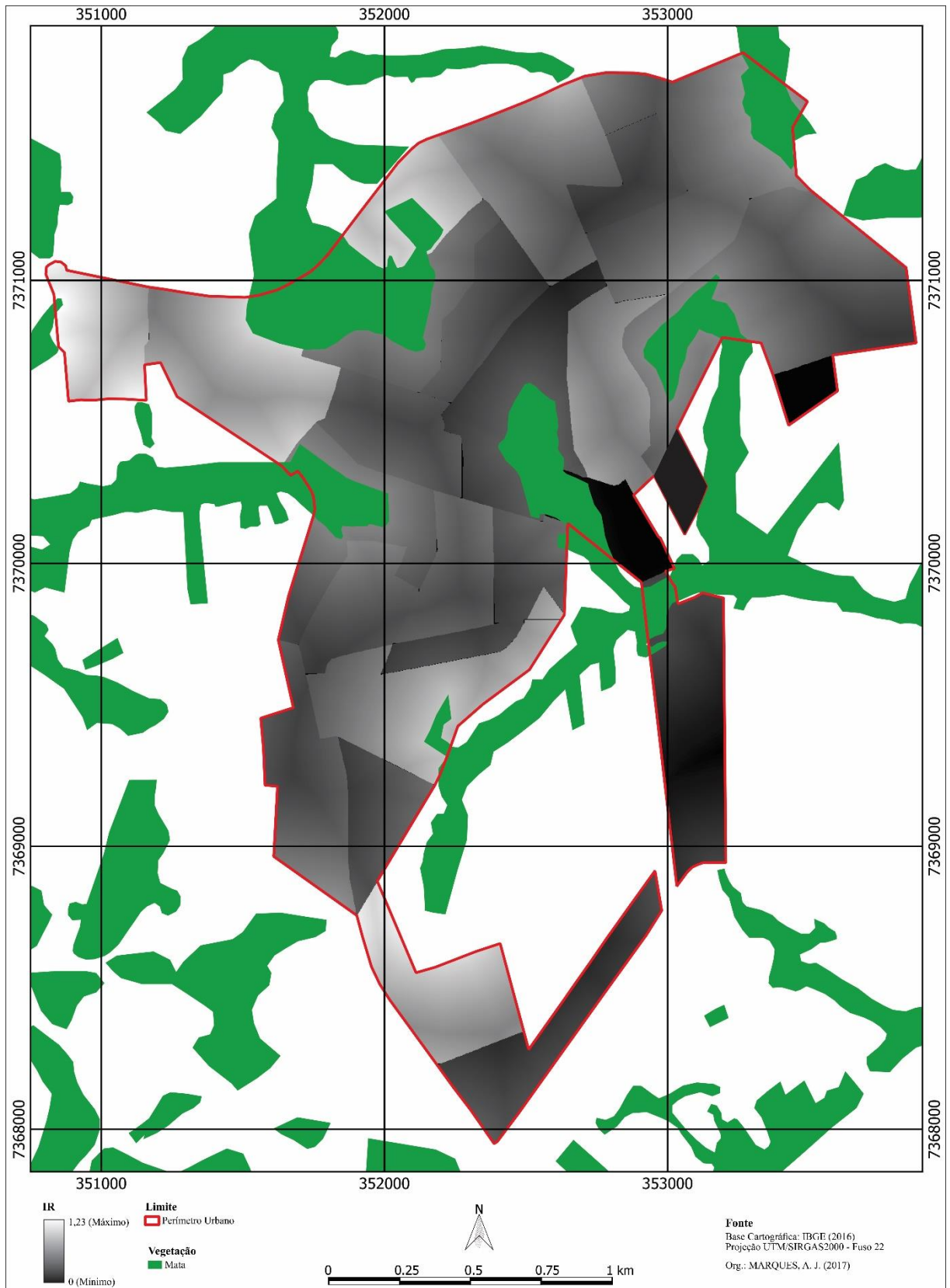


Figura 63: Mapeamento do Índice de Risco para Infecção à LTA em Terra Boa, considerando o Fator de Risco das ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 e a população do censo de 2010.

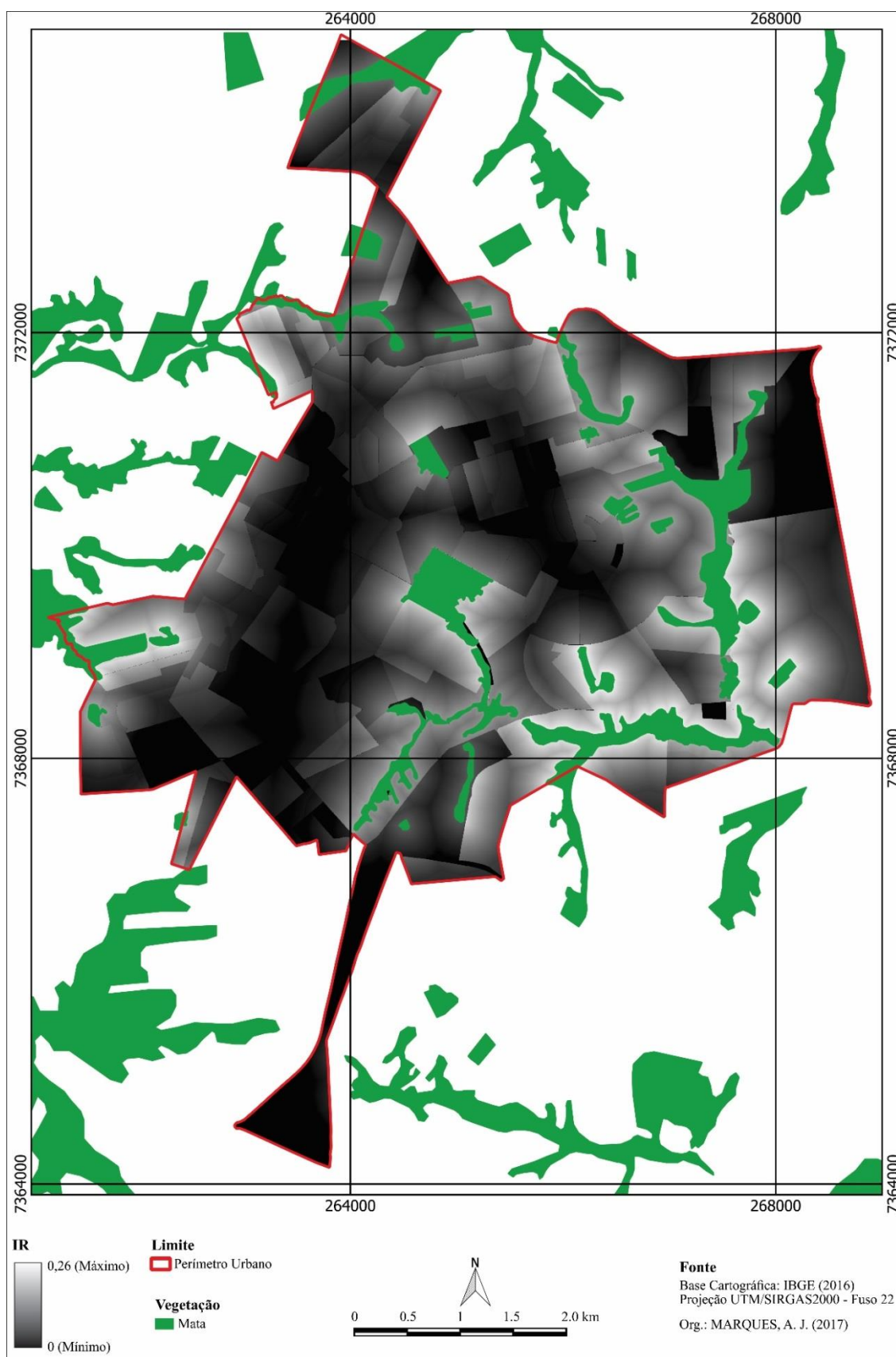


Figura 64: Mapeamento do Índice de Risco para Infecção à LTA em Umuarama, considerando o Fator de Risco das ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 e a população do censo de 2010.

Para se definir áreas com riscos próximos, dentro de intervalos relativos a amplitude da variação em cada cidade, a distinção entre áreas a partir de mapas coropléticos têm uso prático mais efetivo. Sendo assim, na próxima seção serão apresentados os mapas rotulados em classes de risco para a identificação de áreas prioritárias para a aplicação de ações, visando a aplicação de medidas preventivas em ambientes individuais ou coletivos, a fim de se evitar ou de se mitigar os riscos de transmissão da LTA, nas áreas urbanas.

5.3 ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA AÇÕES PREVENTIVAS NA TRANSMISSÃO DA LTA

Com o intuito de definir áreas prioritárias para a tomada de decisões no que tange a determinação de ações preventivas na transmissão da LTA nas cidades pesquisadas, tendo como base a elaboração de mapas temáticos de risco para infecção da doença, alguns aspectos importantes devem ser considerados com relação as análises dos Índices de Risco para Infecção da LTA.

Considerando todas as cidades pesquisadas, os valores do *IR* variaram entre zero e 1,25573, sendo que esse valor máximo foi obtido para a cidade de Cianorte. Se considerada a amplitude total do risco para infecção da doença, cidades como Maringá, Londrina e Foz do Iguaçu apresentariam somente áreas com baixo risco, uma vez que estas cidades apresentaram os menores valores para o *IR* máximo entre todas as cidades pesquisadas.

Nessa ótica, ao adotar como base os valores do *IR* de todas as cidades, ações intervencionistas na mitigação da transmissão da LTA poderiam ser efetuadas no âmbito estadual, direcionando forças para as cidades mais vulneráveis. A partir dos valores do *IR* encontrados, fica evidente que as cidades que deveriam ser priorizadas por ações mais efetivas por parte da Secretaria Estadual de Saúde do Paraná, em parceria com as respectivas secretarias municipais, seriam as cidades de Cianorte, Bandeirantes e Terra Boa por se tratarem das cidades que apresentaram os maiores índices de risco (Tabela 13).

Por outro lado, cidades que, por não terem apresentado um número tão expressivo de casos e, por conseguinte, não exibirem valores do *IR* tão significativos quanto aos índices alcançados nas três cidades mencionadas, mas que, localmente detêm áreas com propensão à infecção à doença e, por esta razão, também devem fazer parte da preocupação por parte dos órgãos públicos responsáveis por ações mitigadoras no que tange à prevenção à infecção da doença. Desta forma, o *IR* ganha um novo contexto de análise, podendo ser considerado na escala urbana, para que órgãos municipais coloquem em prática ações educativas junto às comunidades mais vulneráveis. Por essa razão, optou-se por trabalhar as áreas de risco em

cada cidade particularmente, respeitando a amplitude total dos valores do *IR* em cada cidade pesquisada individualmente.

Utilizando a escala urbana, para definir as áreas mais propensas à infecção da doença, os mapas de risco foram divididos em cinco classes temáticas, com intervalos iguais, considerando o valor mínimo e máximo do *IR* de cada cidade pesquisada. Assim, as classes de risco foram rotuladas, em ordem crescente dos valores do *IR*, como: Muito Baixa (primeiro intervalo partindo do valor mínimo), Baixa, Médio, Alto e Muito Alto. As classes de risco estipuladas a partir dos intervalos do *IR* aferidos para cada cidade (Tabela 13) são apresentados na Tabela 14.

Tabela 14: Intervalos dos valores do *IR* e as Classes de Risco estipuladas para cada cidade pesquisada referente aos casos de LTA registrados no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

Intervalos do IR							Classes de Risco
Bandeirantes	Cianorte	Foz do Iguaçu	Londrina	Maringá	Terra Boa	Umuarama	
0,30111-0,47273	0,00152-0,25236	0,00000-0,01309	0,00000-0,01781	0,00000-0,00887	0,00000-0,24569	0,00000-0,05235	Muito Baixo
0,47273-0,64423	0,25236-0,50320	0,01309-0,02618	0,01781-0,03562	0,00887-0,01774	0,24569-0,49138	0,05235-0,10455	Baixo
0,64423-0,81598	0,50320-0,75405	0,02618-0,03926	0,03562-0,05343	0,01774-0,02661	0,49138-0,73707	0,10455-0,15674	Médio
0,81598-0,98761	0,75405-1,00489	0,03926-0,05235	0,05343-0,07124	0,02661-0,03547	0,73707-0,98276	0,15674-0,20894	Alto
0,98761-1,15923	1,00489-1,25573	0,05235-0,06544	0,07124-0,08905	0,03547-0,04434	0,98276-1,22845	0,20894-0,26114	Muito Alto

A partir dos mapeamentos realizados, foi possível mensurar as áreas relativas de abrangência de cada classe de risco para cada cidade (Figura 65). As cidades de Cianorte, Bandeirantes e Terra Boa apresentam proporcionalmente, em seu perímetro urbano, as maiores áreas de Alto a Muito Alto riscos, representando mais de 18% de suas superfícies. Cianorte e Bandeirantes foram as que apresentaram cenário mais preocupante, ultrapassando os 23%, sendo que na primeira o valor superou os 27% de todo o seu perímetro urbano. Isto indica que, além delas apresentarem os maiores valores do *IR*, elas apresentaram também superfícies relativamente mais significativas, com valores de *IR* próximos do máximo aferido para cada uma destas cidades. Tal fato se justifica por serem cidades que apresentam uma parte significativa da população vivendo em áreas com um alto grau de risco para infecção à doença.

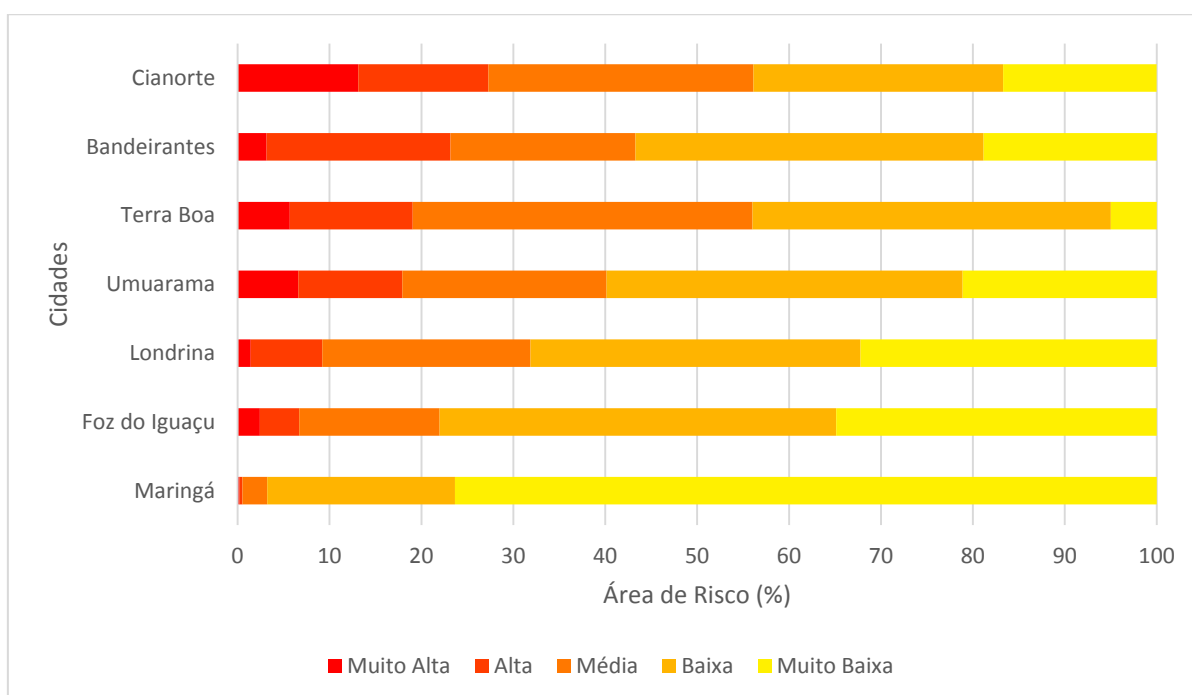


Figura 65: Área relativa de abrangência de cada classe de risco para as cidades pesquisadas referente às ocorrências da LTA no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 e a população do censo de 2010.

Nas cidades de Londrina, de Foz do Iguaçu e de Maringá, o cenário encontrado foi bem menos preocupante, pois além de serem as cidades com os menores valores do *IR*, as classes de Alto risco e Muito Alto risco, juntas, não superaram os 10% em nenhuma delas. Maringá, por exemplo, é a cidade que menor área relativa apresentou com estas características, pouco mais de 0,5% de toda a sua superfície urbana. Nesta cidade, as áreas com Baixo e Muito Baixo riscos atingiram quase 97% de toda sua área.

Esses dados corroboram o que já foi mencionado anteriormente, quando se relatou acerca de ações mitigadoras na transmissão da LTA pela intervenção por parte da Secretaria de Estado da Saúde do Paraná, pois além de serem as três cidades mais vulneráveis por apresentarem os maiores valores para o *IR*, Cianorte, Bandeirantes e Terra Boa também apresentaram, percentualmente, as maiores áreas com cenários negativos quanto à propensão à infecção da doença, sinalizando então prioridade nas intervenções por parte do poder estadual, com ações adequadas de acordo com essa escala de atuação (estadual), para minimizar os riscos de transmissão da enfermidade nestas cidades. Tanto o valor do *IR* quanto o percentual de áreas com os maiores riscos dão ao Estado a possibilidade de reconhecer quais são as cidades com que necessitam de ações prioritárias.

O cálculo do *IR* se mostrou eficiente para a escolha das cidades que apresentam os piores cenários de infecção da LTA, bem como a necessidade de ter planos e ações intervenção a nível estadual e municipal. Porém, para que essas ações sejam realmente postas em práticas, é necessário conhecer o cenário de cada cidade, ou seja, quais áreas que apresentam a necessidade eminente de intervenção. Dessa forma faz-se mister mapear o *IR* para cada cidade, evidenciando as áreas mais problemáticas para a aplicação de ações preventivas. Para tanto, cada cidade foi, então, mapeada de acordo com a divisão em intervalos iguais, considerando a amplitude de cada uma delas, já apresentados na Tabela 14. Os mapas confeccionados são apresentados nas Figuras 66 a 72.

Existem já algumas medidas preventivas estipuladas pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2017) para se evitar os riscos de transmissão da LTA, sendo que muitas dessas medidas podem ser alcançadas pela conscientização, por parte dos agentes de saúde, da população mais vulnerável, como: estimular o uso de repelentes e de mosquiteiros de malha fina e a telagem de portas e janelas; evitar a exposição nos horários de maior atividade dos vetores (crepúsculo e noite); incentivar a limpeza periódica de quintais, de terrenos e dos abrigos de animais domésticos, afim de alterar as condições do meio que propiciem o estabelecimento de criadouros para formas imaturas do vetor; informar quanto ao destino adequado do lixo orgânico, a fim de impedir a aproximação de mamíferos comensais, como marsupiais e roedores, prováveis fontes de infecção para os flebotomíneos; manter os animais domésticos distantes do intradomicílio durante a noite, de modo a reduzir a atração dos insetos transmissores da LTA para este ambiente.

Para que estas medidas de controle da LTA, a partir das atividades educativas enumeradas, sejam mais efetivas em um menor intervalo de tempo, devem ser conhecidas, então, as áreas com maior propensão à transmissão da doença, para que estas áreas sejam atendidas prioritariamente otimizando, dessa forma, o processo para se evitar ou diminuir os riscos de infecção desta doença. Desta forma, cabe destacar as áreas mais vulneráveis de cada cidade pesquisada.

Bandeirantes: A principal reserva florestal na cidade está representada pela mata ciliar que acompanha o rio das Antas (afluente do rio das Cinzas), sentido predominante sul-norte, cortando a área urbana na sua porção oeste, e por alguns de seus subafluentes de primeira ordem, da sua margem direita, que tem suas nascentes ao sul no perímetro urbano. Além dessas, existem matas de diferentes tamanhos distribuídas de maneira difusa nas áreas urbana e periurbana de Bandeirantes.

Apesar de não haver reservas de matas tão representativas nas áreas urbana e periurbana de Bandeirantes, a cidade foi a que apresentou um dos piores cenários com relação à transmissão da LTA entre as demais cidades estudadas. Apesar disto, poucos estudos foram realizados na sua área urbana. Um dos únicos e o mais recente estudo foi efetuado por Cruz (2010) em que um dos objetivos foi a identificação das espécies de flebotomíneos existentes no município, tanto na área urbana como rural.

Na área urbana, Cruz (2010) montou 11 pontos de captura dos insetos nas áreas peridomiciliares e em 9 deles foi detectada a presença do inseto. Na Figura 66, nas áreas em destaque (áreas 1, 2 e 3), está localizado um ponto de coleta em cada uma destas áreas onde houve a captura dos vetores. Esses três pontos de coletas coincidem com as áreas de maior risco da cidade: a Área 1, a oeste, corresponde à Vila Bela Vista; a Área 2, ao sul do centro da cidade, corresponde a Vila Lordani; e a Área 3, à nordeste, corresponde à Vila IBC.

Cabe aqui destacar dois aspectos importantes sobre essas áreas de maior risco na cidade de Bandeirantes. Um deles diz respeito aos pontos de coleta dos vetores. Estes três pontos se localizam fora dos ambientes florestados, perto dos domicílios, em locais com plantação de árvores frutíferas, sendo um indicativo de que os flebotomíneos saem do seu ambiente natural em busca do repasto sanguíneo para sua reprodução e sobrevivência e encontram outros ambientes favoráveis que permitem a sua manutenção no peridomicílio. Neste caso, é importante que ações mitigadoras sejam implantadas para que estes ambientes peridomiciliares não mantenham estas condições apropriadas para a manutenção destes vetores.

Outro aspecto é a distância em que as casas se encontram das matas. Na área 1, por exemplo, o ponto de coleta está relativamente afastado da mata mais próxima e não houve outros pontos de coletas fixadas pela pesquisadora na Vila Bela Vista em pontos mais próximos às áreas florestadas. Se fossem instalados outros pontos nas proximidades da mata ciliar que margeia o rio das Antas em sua margem esquerda, onde as casas estão praticamente conjugadas a essa mata ciliar, possivelmente, os vetores transmissores também seriam capturados. Como um dos determinantes do fator de risco desenvolvido neste trabalho se pauta na distância entre os principais criadouros do vetor e os domicílios, sendo que o risco aumenta com a sua proximidade das matas, estas áreas lindeiras as matas deveriam receber uma atenção especial que mantenha a integridade das florestas e que, ao mesmo tempo, iniba o desenvolvimento dos vetores.

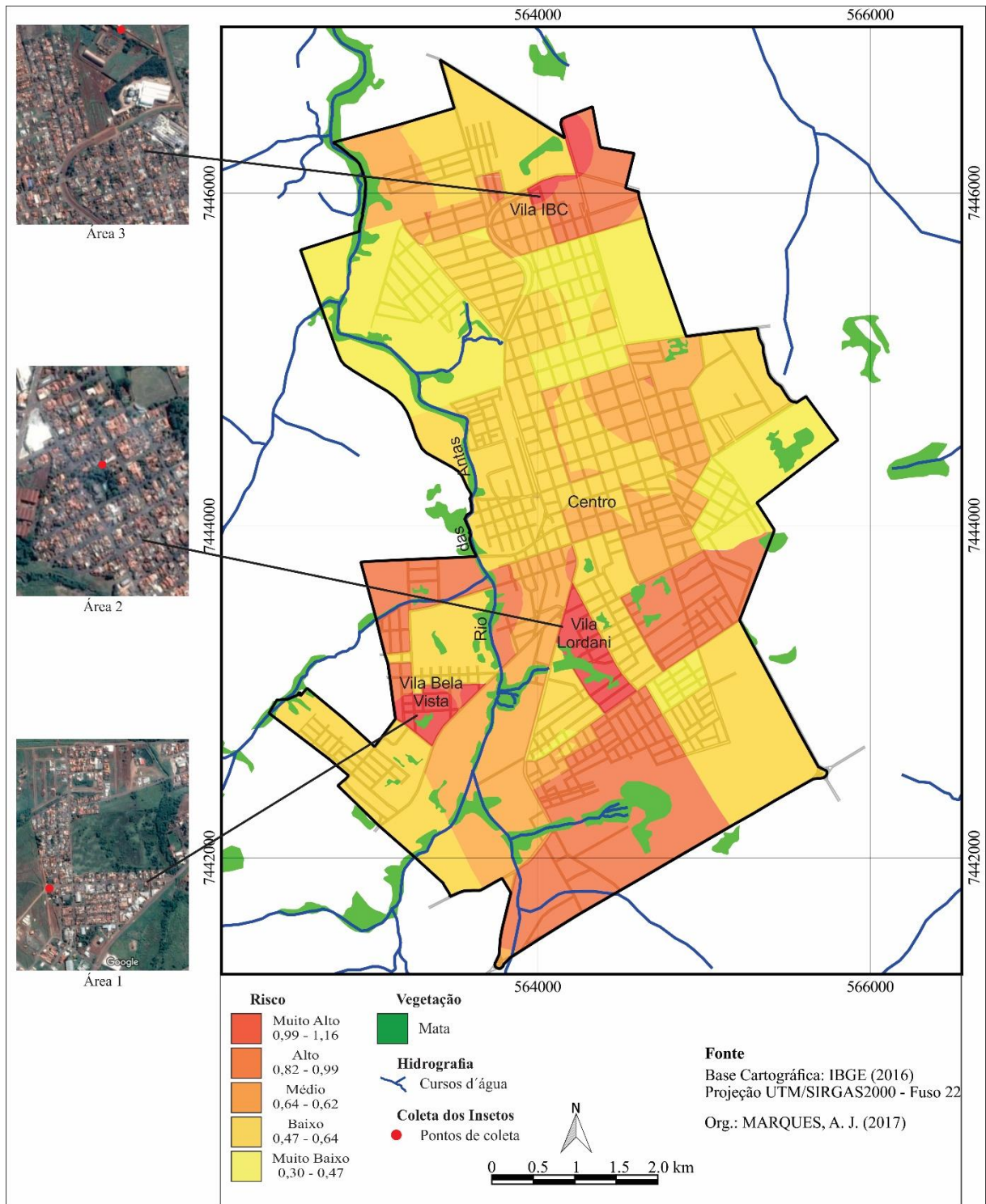


Figura 66: Risco para Infecção á LTA na cidade de Bandeirantes considerando as ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

Cianorte: A cidade é circundada pela segunda maior reserva florestal urbana do País, o parque Cinturão Verde. Este parque, juntamente com outros fragmentos florestais de menor expressão, representam, aproximadamente, 37% de toda área urbana da cidade. Considerando esta distribuição das matas e a população que reside nas proximidades destas, Cianorte apresentou o maior *IR* e também o maior percentual de áreas com Alto e Muito Alto riscos.

De acordo com a distribuição das classes de risco (Figura 67), as áreas central e pericentral da cidade apresentaram concentração das classes de menor risco, aumentando para as áreas mais periféricas. Este comportamento apresentado se deu por Cianorte apresentar os menores valores para o fator de risco na área central, onde há um maior distanciamento da principal reserva florestal da cidade, e, também por ser as áreas com menor contingente populacional. As áreas com valores mais altos de risco são significativas e bem nítidas nas áreas mais periféricas a noroeste (Área 1), nordeste (Área 3) e sudoeste (Área 2) da área urbana, onde a presença da vegetação e o contingente populacional são maiores.

No já mencionado trabalho de Cerino et al (2009), os autores realizaram coleta de flebotomíneos com armadilhas Falcão no interior do parque Cinturão Verde e nos peridomicílios que o circundam. O que mais chama a atenção é que mais de 80% dos vetores foram coletados nos peridomicílios e não no interior da mata. Este fato está ligado as alterações ambientais realizadas ao redor do parque. Das doze armadilhas, seis foram montadas nas áreas peridomiciliares, indicadas na Área 1 e 3 (Figura 67), justamente áreas que possuem Alto risco.

Como Cianorte apresentou o maior percentual de matas e, em valores absolutos, foi também a cidade que apresentou o maior número de casos de LTA no período de estudo, é importante que se apliquem medidas emergenciais que contribuam para evitar o contato do homem com os flebotomíneos, principalmente para a população circundante ao parque. O que se percebe nas três áreas em destaque na Figura 67 é o que já foi relatado para a cidade de Bandeirantes, ou seja, muitas casas que se localizam ao redor do parque Cinturão Verde são, praticamente, lindeiras ao parque, o que aumenta o risco de contaminação da doença.

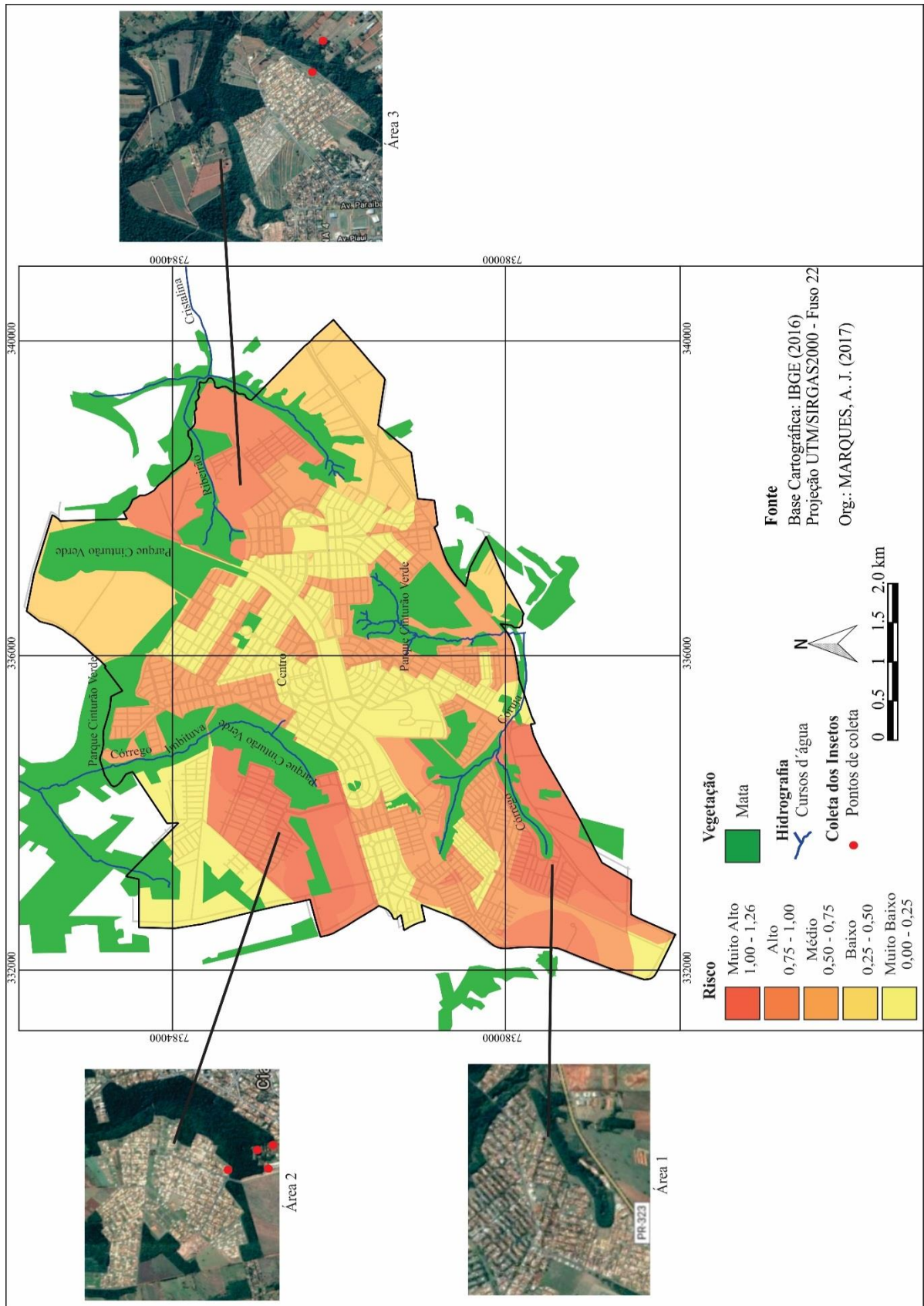


Figura 67: Risco para Infecção á LTA na cidade de Cianorte considerando as ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

Maringá: A cidade de Maringá é reconhecida nacionalmente por apresentar uma farta arborização urbana. Esta característica está vinculada tanto à arborização de ruas, avenidas e praças quanto aos parques urbanos e matas ciliares. Ela é banhada por duas bacias hidrográficas – a bacia do rio Pirapó, ao norte, e a bacia do rio Ivaí ao. O sítio urbano se localiza no divisor d'água entre estas duas bacias. Os cursos d'água ao norte da área urbana são subafluentes do rio Pirapó e os subafluentes ao sul são afluentes do rio Ivaí. Nas áreas de matas existentes nas duas bacias ocorreu a presença do vetor responsável pela transmissão da LTA, conforme corrobora os trabalhos de Teodoro et al (1998) e Kühn et al (2006).

Apesar de sua fama de cidade arborizada, as áreas de matas florestadas (excluindo-se a arborização de ruas, avenidas e praças), proporcionalmente, representam pouco mais de 4% de toda a superfície urbana, o menor percentual entre as sete cidades estudadas. Por esta razão, Maringá foi a cidade que apresentou, predominantemente, classes de Muito Baixo a Baixo risco (Figura 68). Tal fato se justifica por Maringá ter o terceiro maior perímetro urbano e as matas se encontrarem dispersas por toda área urbana, tal dispersão contribui para que o fator de risco seja baixo e, com isso, apresente baixos riscos. As áreas com os maiores riscos foram encontradas em duas áreas de fundo de vale dos afluentes do rio Pirapó, ao norte: uma a noroeste da cidade, na bacia do ribeirão Maringá (Figura 68, Área 1) e a outra no córrego Guaiapó, no extremo leste (Figura 68, Área 2).

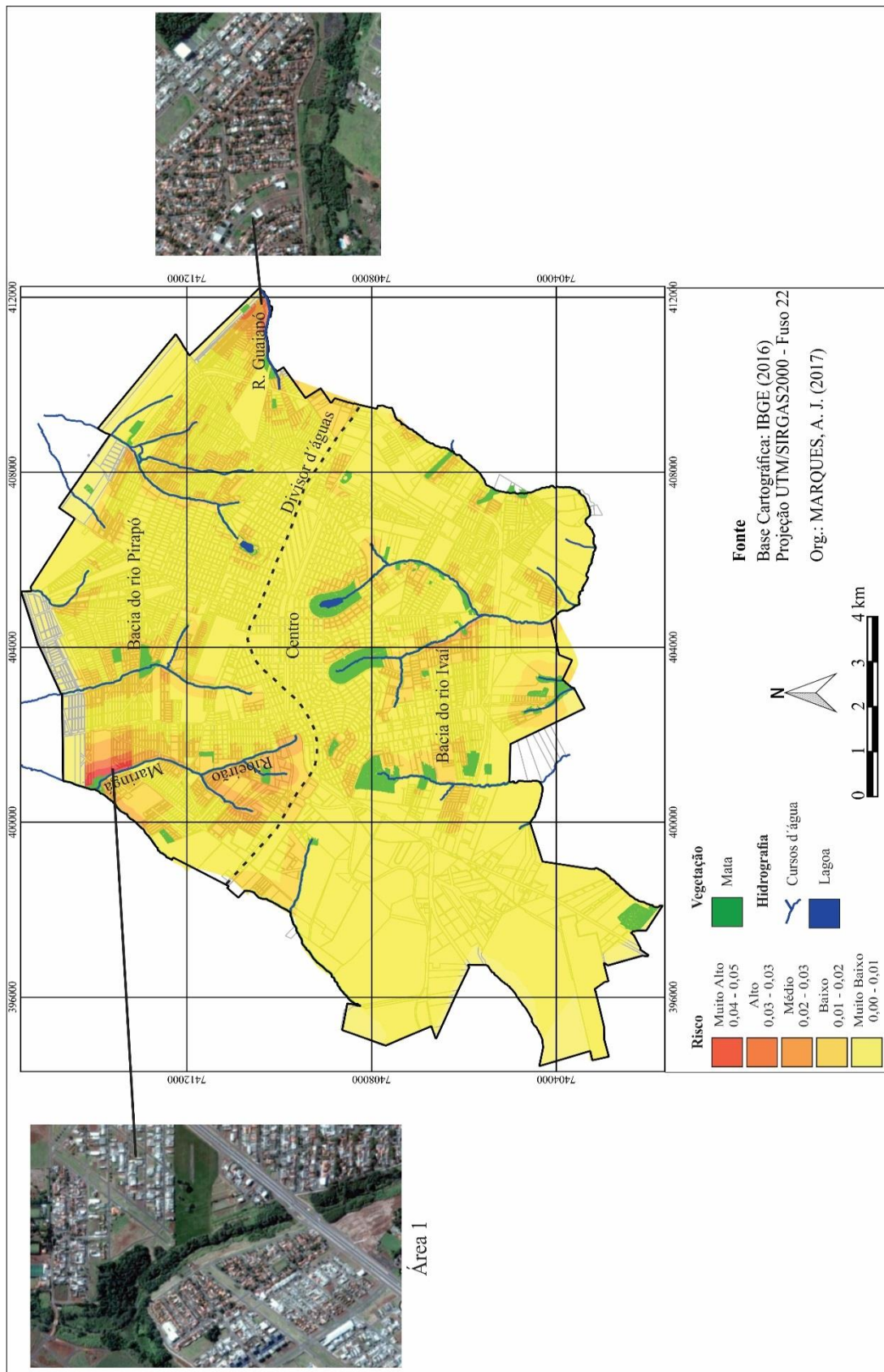


Figura 68: Risco para Infecção á LTA na cidade de Maringá considerando as ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

Foz do Iguaçu: Foz do Iguaçu se localiza no sudoeste do estado do Paraná na divisa com o Paraguai e a Argentina. A cidade é banhada a oeste pelo rio Paraná, ao sul pelo rio Iguaçu e ao norte pela represa de Itaipu. Por ter esta configuração, a cidade apresenta ao sul e oeste, em seus limites urbanos, matas ciliares que acompanham os referidos rios. Ao norte há reservas florestais que se comportam como proteção da represa de Itaipu. Interno ao seu perímetro urbano, a cidade é provida por matas oriundas de matas ciliares que acompanham alguns rios que cortam a cidade em direção ao rio Paraná e também de alguns parques urbanos.

Apesar de ser a cidade que apresentou, em valores absolutos, a maior área de mata em seu perímetro urbano, com 30,2 km² de sua área urbana recoberta por este tipo de vegetação (Tabela 1), Foz do Iguaçu foi a segunda cidade com o melhor retrospecto (sendo superada somente por Maringá) tanto em termos dos valores do *IR* mensurados para ela quanto por apresentar poucas áreas com Alto e Muito Alto riscos. Este fato pode estar relacionado com o estudo realizado por Santos et al (2012). Apesar dos pesquisadores terem direcionado os trabalhos para a coleta de flebotomíneos da espécie *Lu. Longipalpis*, vetor transmissor da leishmaniose visceral, apresentou também a captura de outras espécies, entre elas a espécie *L. whitmani*, principal responsável pela transmissão da LTA no Paraná.

Eles instalaram 61 armadilhas Falcão na área urbana da cidade, sendo que destas, 60 foram instaladas em áreas peridomiciliares nas divisas com o Paraguai e Argentina, no sul da cidade, margeando os rios Paraná e Iguaçu e a outra ao norte da cidade, nas proximidades da represa de Itaipu. Foram capturados apenas 98 exemplares de várias espécies, um número relativamente baixo se pensado na quantidade de armadilhas montadas. Este número reduzido de exemplares coletados na área urbana de Foz do Iguaçu pode ser explicado, talvez, pelo fato da cidade estar muito próxima do Parque Nacional do Iguaçu.

Este parque abriga o maior remanescente de Mata Atlântica (floresta estacional semidecidual) da região sul do Brasil e protege uma riquíssima biodiversidade, constituída por espécies representativas da fauna e flora brasileiras, mantendo dentro de suas bordas características biológicas adequadas à sobrevivência das várias espécies que ele mantém, entre elas, as espécies dos vetores causadores da leishmaniose.

No Perímetro urbano da cidade duas áreas foram representadas pelos maiores riscos. As duas áreas com estas características estão localizadas uma ao norte (Figura 69, Área 1) e a outra no centro-sul da cidade (Figura 69, Área 2). As demais áreas da cidade se mostraram com Médio a Muito Baixo Riscos. Foz possui o segundo maior perímetro urbano e, tal qual

Maringá, possui matas dispersas pela área urbana e, devido a isso, também possui áreas com baixo fator de risco e, conseqüentemente, baixos riscos.

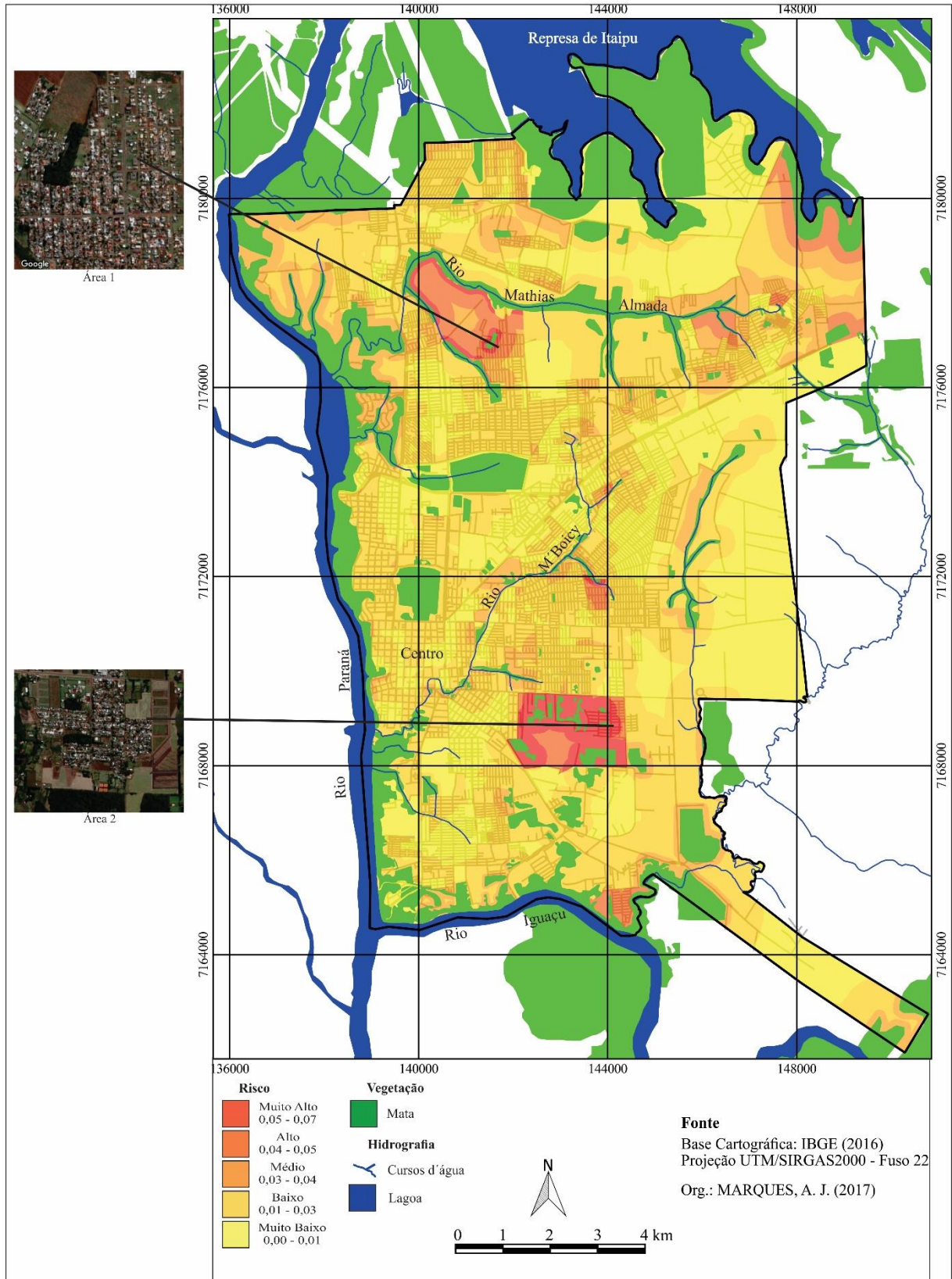


Figura 69: Risco para Infecção á LTA na cidade de Foz do Iguaçu considerando as ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

Londrina: Entre todas as cidades pesquisadas, Londrina é a que apresenta o maior contingente populacional e também a maior área urbana. Ela apresentou o segundo menor coeficiente de detecção, com uma taxa de 1,86 casos por 100.000 habitantes. É cortada em seu perímetro urbano por vários cursos d'água e lagos e, por esta razão, as reservas florestais mais representativas são marcadas pelas matas ciliares que acompanham estes corpos d'água.

Tal qual Maringá e Foz do Iguaçu, Londrina teve seu máximo de *IR* relativamente baixo e também não apresentou grandes áreas com classes de Alto e Muito Alto riscos. Apesar deste retrospecto, pesquisadores e profissionais ligados à área da saúde deveriam direcionar mais suas atenções a estudos que visem a prevenção da doença, uma vez que, em termos absolutos, Londrina foi a terceira cidade com o maior número de casos do Paraná. Um aspecto importante na transmissão da LTA é o conhecimento da fauna de flebotomíneos que há na área urbana. Em levantamento realizado no site do Google Acadêmico, apenas um estudo desta natureza foi efetivado em Londrina e de maneira muito plural e abrangente, porém superficial, pois as coletas de flebotomíneos foram realizadas em 46 localidades distribuídas em 37 municípios do Paraná e na cidade foi montado apenas um ponto de captura no Parque Arthur Tomaz. Essa escassez de trabalhos dificulta ações preventivas no combate à doença.

Pelo fato de Londrina estar localizada, originalmente, na área de abrangência de floresta estacional semidecidual, presume-se que, se foi detectada a presença de exemplares de flebotomíneos no parque levantando, haja também exemplares destes vetores nas demais áreas de matas residuais presentes na cidade, uma vez que anterior à colonização eles estavam dispersos pela mata nativa e que permaneceram confinados nos fragmentos restantes. Como o risco para infecção à LTA diz respeito ao Fator do Risco *R* (e também à presença de pessoas expostas ao risco), infere-se que o Índice de Risco para Infecção à LTA calculado valha para as demais áreas de matas existentes na cidade e que o risco calculado seja consistente.

Posto isto, cabe agora apresentar as localidades prioritárias para ações de combate à doença. As áreas detectadas com Alto e Muito Alto riscos se localizam na região norte da cidade proporcionado pelas matas ciliares do Ribeirão Lindoia e o Rio Jacutinga e, também, por alguns fragmentos isolados de vegetação naquela área (Figura 70), gerando um alto fator de risco. A Área 1 é um local com um grande adensamento populacional e algumas residências se localizam muito próximas às áreas de matas, aumentando ainda mais a propensão de transmissão da doença.

As áreas 2 e 3 estão inseridas em um único setor censitário. Apesar de ser um setor urbano e pelo fato de ser periférico e abarcar uma área censitária grande, ele corresponde a um espaço onde as atividades rurais e urbanas se misturam. Por estas razões, a tendência que houvesse um risco menor, no entanto, este é o setor censitário mais populoso de Londrina e a população se encontra bastante concentrada em alguns conjuntos residenciais que existem neste setor censitário, o que fez com que o risco nesta área fosse Muito Alto.

Apesar de não ser a ênfase deste trabalho, porém um aspecto que chama atenção é que, de acordo com Barros (2015), estas três áreas apresentaram os piores índices de vulnerabilidade social e também uma carência de infraestrutura urbana, o que potencializa ainda mais o cenário negativo nestas áreas destacadas e, por esta razão, há necessidade eminente de aplicação de ações mitigadoras para a prevenção da doença.

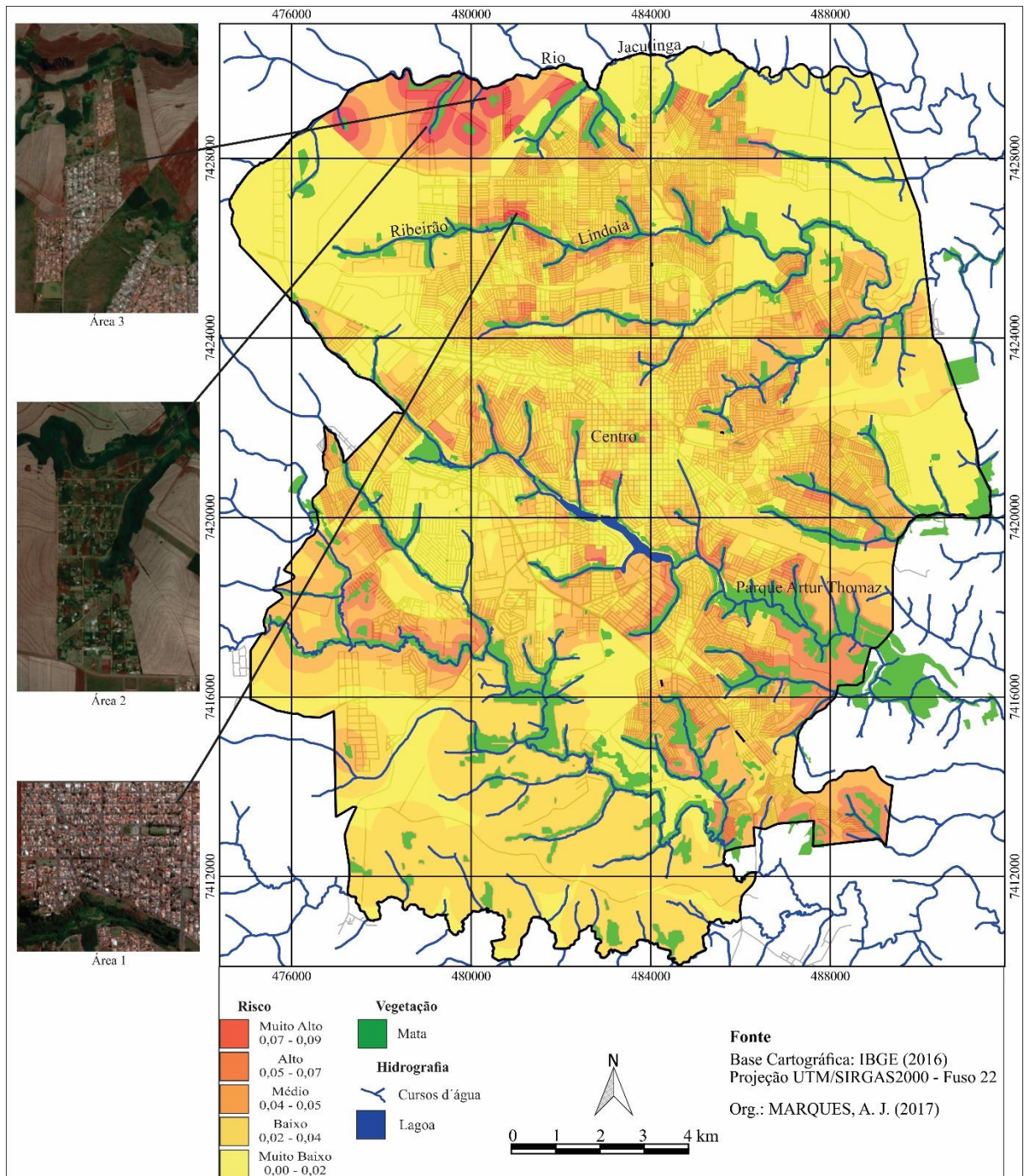


Figura 70: Risco para Infecção á LTA na cidade de Londrina considerando as ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

Terra Boa: Dentre as cidades pesquisadas, Terra Boa é a que possui a menor área urbana, e, foi a que apresentou o segundo maior Coeficiente de Detecção, com 47,74 casos por 100.000 habitantes. Apesar disto, não existem trabalhos realizados nas matas nativas modificada de preservação permanente no seu perímetro urbano, sendo desta forma, desconhecida a fauna de flebotomíneos na cidade.

Por se situar em uma área de topo, possui várias nascentes inseridas em seu perímetro urbano, fluindo para as áreas mais baixas de forma radial, até atingirem os cursos do ribeirão Cananéia, ao norte, do córrego da Embula, a oeste, e do córrego Guatambu, a sudeste. Isto faz com que ela tenha como áreas florestadas as matas que protegem as suas nascentes e os seus cursos d'água. Apesar destas áreas não serem, absolutamente, tão representativas, mas devido ao perímetro urbano ser diminuto, elas abarcam uma área considerável da cidade, representando mais de 12% da área urbana. Por conta disto, a cidade foi a que apresentou, proporcionalmente, as menores áreas com Baixo e Muito Baixo riscos e também foi a única em que as ocorrências de LTA não ultrapassaram os 500 metros da possível fonte de infecção.

De acordo com a Figura 71, os locais prioritários para ações preventivas de controle na transmissão da LTA, ou seja, as áreas que apresentaram as classes de Alto a Muito Alto Riscos somaram aproximadamente 20% de toda a cidade, localizadas predominantemente na periferia do perímetro urbano, a oeste (Área 1) e a sul (Área 2). Na Área 1, pela proximidade dos domicílios com os encaves de mata, o risco de infecção dos habitantes se torna elevado, já que flebotomíneos infectados provenientes dos refúgios alcançam facilmente os domicílios e o peridomicílio neste conjunto residencial. Na Área 2, nas proximidades do fragmento de mata referente à mata ciliar do córrego Guatambu, existe um conjunto residencial com construções esparsas e, mais ao sul desta área, conjugado a ele, um conjunto mais adensado, pressupondo uma heterogeneidade na distribuição das residências no mesmo setor censitário.

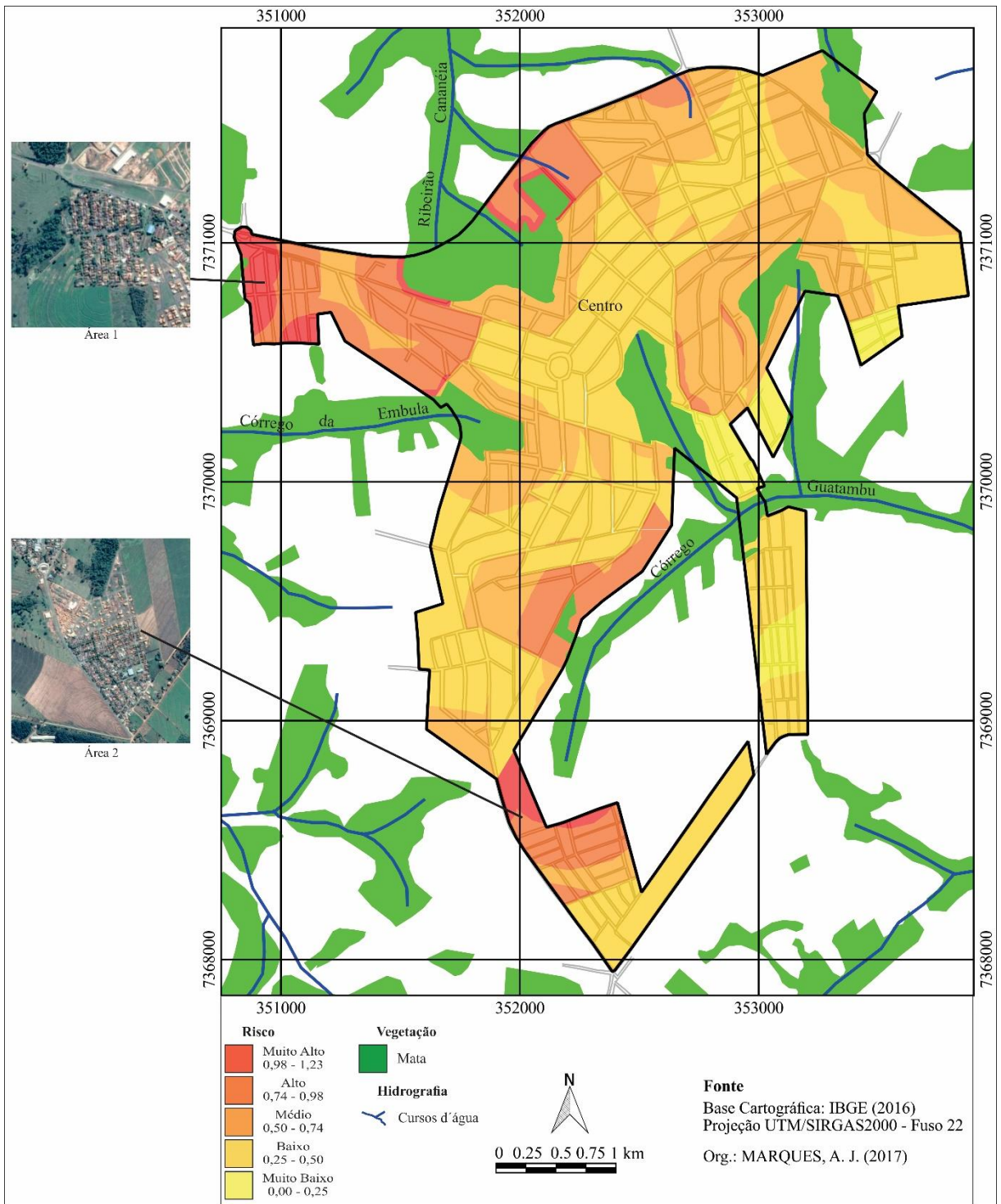


Figura 71: Risco para Infecção á LTA na cidade de Terra boa considerando as ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

Umuarama: a vegetação da área urbana de Umuarama é composta basicamente por dois bosques de matas nativas no centro da cidade (Bosque Uirapuru e Bosque dos Xetás) e pelas matas ciliares que protegem o córrego Figueira e seu afluente, a leste, o córrego Pinhalzinho Segundo, a sul, e o córrego do Veado, a oeste da cidade, representando pouco mais de 8% da superfície urbana.

Apesar da presença destes bosques no centro da cidade, foram as áreas periféricas nas regiões próximas as áreas de matas ciliares que apresentaram os maiores riscos. A Figura 72 apresenta as quatro áreas que mereceram destaque devido ao Muito Alto risco nestas áreas. A Área 1 é cercada, ao norte, pela mata ciliar que margeia o córrego do Veado e pela mata ciliar que protege as águas de seu afluente, ao sul. Os maiores riscos se localizam principalmente nas residências que estão nas proximidades com as duas matas ciliares. A Área 2 refere-se ao Jardim Dom Pedro que circunda a reserva de mata no conjunto residencial, potencializando o risco na área.

Na região sudeste da cidade, duas áreas merecem destaque: as Áreas 3 e 4. A primeira se refere a um conjunto residencial margeado por um pequeno fragmento florestal. O destaque para esta área é a região noroeste desta mata, onde as casas são conjugadas a ele, o que faz com que essa região lindeira a esta área de mata apresente os maiores riscos. A Área 4, nas proximidades dos córregos Figueira e Pinhalzinho Segundo também apresentou Muito Alto Risco por se tratarem de áreas com alto Fator de Risco e com os setores censitários com maior contingente populacional, determinado pela presença de vários conjuntos residenciais na área.

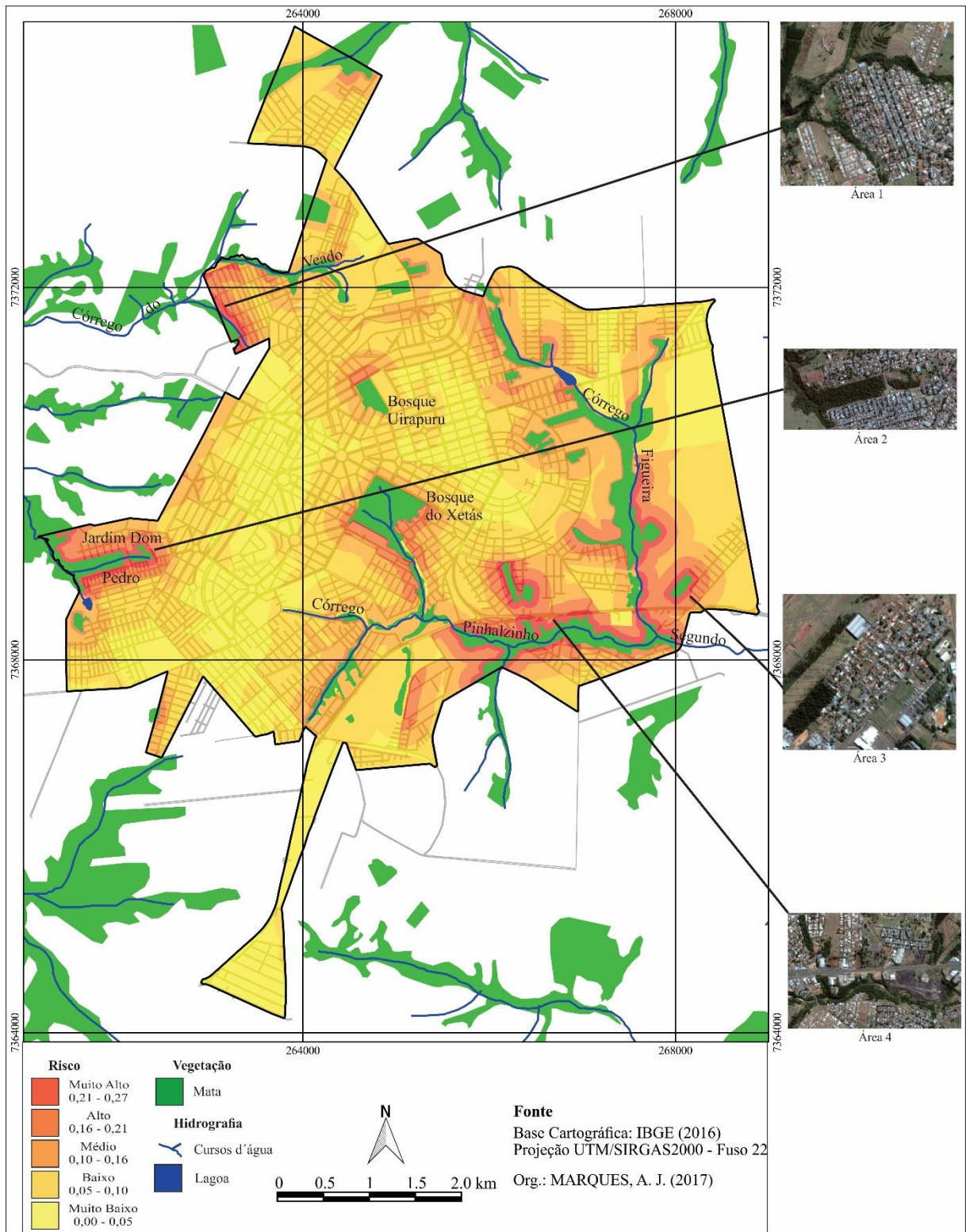


Figura 72: Risco para Infecção á LTA na cidade de Umuarama considerando as ocorrências da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015.

Apesar das várias abordagens dadas ao risco por vários pesquisadores, o interesse particular da presente tese se pautou na dimensão ambiental relacionada a este tema, procurando destacar no ambiente urbano a existência das matas e a proximidade das pessoas em relação elas. O *IR* proposto na presente tese possibilita duas formas de interpretação. Pode-se considerar o valor do máximo *IR* de cada cidade, pensando em ações mais direcionadas do poder estadual. Neste caso, o *IR* serviria como um instrumento, por exemplo, para balizar a distribuição de recursos por parte do Estado para as cidades que apresentam os piores cenários.

Outra forma de interpretação é a nível urbano e na espacialização de seus valores por toda malha urbana e com isso potencializar seu uso como ferramenta de avaliação mais ampla da ação pública municipal. O mapeamento do risco e a definição das áreas prioritárias ao combate da doença em cada cidade podem ser considerados de suma importância para que ações mais direcionadas dentro do ambiente urbano sejam aplicadas, dando-se prioridade às áreas maior risco. De uma maneira geral, o que pôde ser percebido com relação às áreas de maior risco é que, com algumas exceções, elas se localizaram, predominantemente, nas áreas mais periféricas das cidades.

Outro aspecto importante em relação ao uso do *IR* a nível urbano é que, com o mapeamento realizado, foi possível também detectar áreas com menores riscos e, obviamente, que a posição de alerta também deve ser mantida nestas áreas, pois mesmo que nelas o risco não tenha sido tão representativo, em menor grau ele foi computado e devem também, ainda que secundariamente, receber atenção com relação à prevenção da doença.

É importante ressaltar que para se alcançar resultados positivos na prevenção da infecção por LTA devem estar envolvidos tantos os órgãos públicos de onde emanam as ações mitigadoras no enfrentamento do combate à doença como também a participação das comunidades mais expostas ao adoecimento. Em outras palavras, a participação popular é um elemento fundamental na luta para se evitar o adoecimento e cabe ao poder público, através dos profissionais de saúde, atuar de forma propositiva no sentido de sensibilizar a população a ter uma participação efetiva nas ações preventivas contra o adoecimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Geografia e a Epidemiologia, historicamente, não caminharam juntas desde o início, mesmo se considerado os estudos realizados por Hipócrates 400 anos a.C., que talvez tenha sido um dos idealizadores dessa simbiose. O caminho trilhado para se chegar hoje ao que se conhece como Geografia da Saúde foi longo e cheio de episódios que impediam a união entre estes dois ramos do conhecimento.

A princípio, atribuíam como causa do adoecimento o castigo divino, ou seja, a saúde era dádiva e a doença punição dos deuses. Posteriormente, o adoecimento foi visto como sendo exclusivamente causado por bactérias e a ênfase dada foi na concepção biológica da doença, relegando a outras ciências o estudo das relações com o meio ambiente socialmente construído. A partir de meados do século XX é que o diálogo entre Geografia e Epidemiologia se tornou mais produtivo e as causas do adoecimento foram direcionadas para os fatores sociais, considerando a influência dos lugares e do ambiente na saúde, em uma dimensão mais coletiva que individual, dando corpo à Geografia da Saúde.

Apesar dos avanços teóricos alcançados nos últimos anos, pouca atenção ainda tem sido dada à produção científica relacionadas a esse campo da Geografia da Saúde. Muitos dos estudos citados no presente trabalho foram publicados em revistas especializadas da área da saúde e muito pouco tem sido dada a ênfase geográfica da doença. Os estudos têm um caráter mais voltado ao diagnóstico das doenças que a ênfase na prevenção.

Sendo assim, é importante ressaltar a necessidade de maiores estudos entre Geografia e as ciências da saúde visando criar um corpo teórico, principalmente, para a Geografia da Saúde pelo fato de sua visão integrada dos elementos que constituem o espaço geográfico. Outro aspecto interessante que deve ser destacado é a importância desse ramo da Geografia travar novos diálogos inclusive com outras áreas do conhecimento, como por exemplo, com as ciências exatas, para a elaboração de modelos que possam explicar o comportamento espacial de determinadas doenças, para que os estudos tenham um caráter mais preventivo que curativo, com o intuito de suscitar novas demandas e soluções para os estudos das endemias e epidemias.

Mesmo com estas deficiências ainda existentes na Geografia da Saúde, ocorreram várias conquistas ao longo do tempo e, atualmente, tanto os fatores sociais quanto a questão ambiental ganham destaque nas causas das enfermidades, seja para as chamadas doenças modernas seja para as doenças que acompanham a humanidade desde os seus primórdios, tais

como as doenças infecciosas. Os fatores sociais criam situações e condições próprias na vida moderna que, silenciosamente, comprometem a saúde humana. O ambiente se comporta como meio pelo qual as doenças infecciosas que afetam a saúde dos seres vivos são disseminadas. A existência de ambientes que colaboram para a transmissão de determinadas enfermidades, como por exemplo aquelas ligadas a ambientes de mata, colocam em risco a população que vivem em contato com esses ambientes.

As áreas de mata existentes tanto no ambiente urbano como no ambiente rural são reflexo dos processos históricos de uso e ocupação do solo, que particionaram e isolaram a mata nativa em pequenos remanescentes. No caso do primeiro, o processo de urbanização verificado nas cidades desde a colonização e planejamento inadequado de suas áreas verdes acarretou vários problemas de ordem ecológica que afetam a população direta e indiretamente e, em consequência disso, consolida o aparecimento de novas doenças nos ambientes urbanos, pois além de eliminarem habitats importantes para a sobrevivência de várias espécies silvestres, também rompem com a cadeia ecológica para a manutenção de vários seres vivos.

Tal fato é a principal causa da urbanização da Leishmaniose Tegumentar Americana nas cidades porque os flebotomíneos, que são os insetos que transmitem a doença tinham, a princípio, os ambientes de mata como seu habitat natural e, a partir do momento que o ser humano desmata determinada área para expansão dos limites urbanos, os mamíferos silvestres (principais reservatórios do protozoário *leishmania*) das proximidades morrem ou migram, deixando os flebotomíneos sem suas fontes alimentares naturais. Como consequência, as vetoras transmissoras da LTA não tiveram em seu habitat natural, condições necessárias para a sua sobrevivência. Com isso, tiveram que sair dos seus refúgios em busca do repasto sanguíneo necessário para manter seu processo de reprodução e, por conseguinte, invadiram as áreas urbanizadas e dessa forma o sangue humano passa a servir de alimento para o inseto, e o homem, por esta razão, a fazer parte do seu ciclo epidemiológico e a ser acometido pela doença.

No Paraná, principalmente nas áreas que originalmente eram recobertas pela Floresta Estacional Semidecidual, os flebotomíneos eram encontrados de forma endêmica e, apesar de na época do início da colonização desta área a doença não ser de notificação obrigatória, já havia relatos de sua ocorrência. Pessoas que entravam em contato com as florestas virgens para desbravar a área eram muitas vezes acometidas pela doença. Neste momento, o ciclo da doença era silvestre e o homem participava ocasionalmente por invadir as áreas naturais dos insetos. Entre 1932 a 1955, inúmeros casos da doença foram registrados em trabalhadores que

faziam a derrubada das árvores para o plantio do café. Neste período, a LTA se comportava como uma doença profissional, pois afetavam basicamente adultos do sexo masculino que desenvolviam suas atividades de trabalho em contato direto com os ambientes florestados.

Posteriormente, com a implantação das cidades e a urbanização que fragmentou estas áreas naturais, isolando vários fragmentos de mata dentro do perímetro urbano, fez com que ocorresse a urbanização da LTA e a adaptação dos insetos também aos ambientes peridomiciliares e, trazendo para perto do cidadão o risco eminente de contaminação.

Diferentemente do que ocorre em outros estados brasileiros, no Paraná, o maior número de casos registrados da doença no período de 01 de janeiro de 2006 a 31 de dezembro de 2015 (escala temporal do presente trabalho) ocorreram nos ambientes urbanos. Por essa razão, conhecer a distribuição espacial dos casos da doença nesse ambiente e a sua distância com os locais prováveis de infecção, no caso as matas residuais que se encontram nas áreas urbanas e periurbanas, foi de fundamental importância para se determinar o padrão de ocorrência da doença nas cidades estudadas.

Nesse primeiro momento, então, houve a necessidade de sair do universo das bases conceituais da Geografia e da Epidemiologia que alicerçam a Geografia da Saúde e entrar no universo da Matemática e Estatística, buscando uma abordagem transdisciplinar ao tema, procurando respostas para identificar qual é a relação entre a distribuição espacial dos casos da doença e a sua distância radial aos possíveis criadouros dos insetos transmissores para posteriormente determinar os locais com maior potencial de risco no ambiente urbano. Para tanto, a utilização de modelos matemáticos teve um papel impar na identificação no comportamento das distâncias aferidas, uma vez que eles conseguiram reproduzir uma relação bem próxima da realidade, mesmo não considerando todo o universo de variáveis embutido no processo de transmissão da LTA.

Em outras palavras, pode-se dizer que os modelos matemáticos aqui inferidos são confiáveis, apesar de não considerar inúmeras variáveis relacionadas ao processo de infecção à enfermidade, tais como: a geomorfologia e os tipos de edificação existentes na cidade que podem ou não servir como obstáculos para o inseto; a população de animais domésticos infectados com o protozoário leishmania; a fauna dos flebotomíneos; a mobilidade dos reservatórios e hospedeiros; entre outras. Uma recomendação para trabalhos futuros é a inserção destas ou outras variáveis não enumeradas que possam enriquecer e deixar o modelo apresentado ainda mais robusto.

Em um segundo momento foi realizado o cálculo do Índice de Risco *IR* levando em consideração o cruzamento entre os valores do Fator de Risco obtidos e a população residente nos setores censitários. Um complicador encontrado no cálculo do *IR* foi a utilização do setor censitário como unidade de análise para o computo da distribuição da população nas áreas urbanas. Os setores censitários divergem em muito em relação a sua dimensão, sendo menores na área central e maiores nas áreas mais periféricas, principalmente nas maiores cidades. Com isto, um setor periférico acaba mesclando áreas não construídas e conjuntos residenciais onde a população se encontra bastante concentrada. Com isto ele acaba detectando áreas com altos riscos mesmo onde não há habitações, porém não deixa de mostrar áreas que apresentem alta concentração de pessoas, cabendo aos técnicos usuários dos mapas gerados bom senso na análise dos resultados obtidos.

A partir da análise dos mapas de risco gerados, verificou-se um comportamento padrão para as cidades pesquisadas. Com algumas exceções referentes à localização das áreas mais vulneráveis nas cidades de Bandeirantes, que apresentou uma área com Muito Alto risco próximo a região central, e Foz do Iguaçu, que também apresentou igual classe de risco próximo ao centro, as áreas periféricas foram as que tiveram os cenários mais preocupantes.

Historicamente, são estas áreas que são menos assistidas pelo poder público, acarretando, com isto, em áreas com infraestrutura deficitária que compromete a saúde das pessoas que ali vivem. Estes ambientes, comumente degradados, criam condições adequadas para a transmissão da doença. Muitas vezes ações educativas simples estimulando, por exemplo, o acondicionamento adequado do lixo; a manutenção da limpeza dos quintais; a poda de árvores no interior do lote para aumentar a insolação no terreiro e diminuir a umidade destes locais; a manutenção dos animais domésticos distantes do intradomicílio, principalmente durante a noite, minimizariam as chances de atrair os flebotômíneos para estes ambientes e contribuiriam significativamente para diminuir os riscos de infecção da LTA. Desta forma, este trabalho poderá contribuir para que as ações preventivas do poder público municipal sejam direcionadas para as áreas de maior risco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO M. A.; ARRIVILLAGA J. **Eco-epidemiologia de flebovirus (Bunyaviridae, Phlebovirus) transmitidos por flebótomos (Psychodidae, Phlebotominae)**. Boletín de Malariología y Salud Ambiental, Maracay, v. 48, n. 1, p. 13-16, 2008.
- AGUIAR, G. M.; MEDEIROS, W. M. **Distribuição regional e habitats das espécies de flebotomíneos do Brasil**. In: RANGEL, E. F.; LAINSON, R. (Org.). *Flebotomíneos do Brasil*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2003. cap. 3, p. 207-255.
- ALEXANDER, B. **Sampling Methods for phlebotomine sandflies**. Medical and Veterinary Entomology, 14, 109-122, 2000.
- ALEXANDER, B.; YOUNG, D. G. **Dispersal of phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in a Colombian focus of Leishmania (Viannia) brasiliensis**. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, v. 87, n. 3, p. 397-403, 1992.
- ALMEIDA FILHO, N.; ROUQUAYROL, M. Z. **Introdução à epidemiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S/A, 2002.
- ALMEIDA, P. S. et al. **Espécies de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) coletadas em ambiente em municípios com transmissão de Leishmaniose Visceral do Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil**. *Revista Brasileira de Entomologia* (Impresso), v. 54, p. 304-310, 2010.
- ALVAR, J.; CANAVATE, C.; MOLINA, R.; MORENO, J.; NIETO, J. **Canine leishmaniasis**. *Advances in Parasitology*, London, v. 57, n. 1, p. 1-88, 2004.
- ANDRADE, A. R. O. **Fauna Flebotomínea e Leishmaniose Visceral Americana em Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, Linha de Fronteira Brasil/Paraguai**. 2012. Tese (Doutorado em Epidemiologia) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul/Faculdade de Medicina Dr. Hélio Mandetta – Campo Grande – MS.

APPARICIO, P.; CLOUTIER, M. **The Case of Montreal's Missing Food Deserts: Evaluation of Accessibility to Food Supermarkets.** *International Journal of Health Geographics*, 6 (1), 4-17, 2007.

ATLASBRASIL. **Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil.** Disponível em <<http://www.atlasbrasil.org.br>>, 2013.

AYRES, J. R. C. M. **O Conceito de Vulnerabilidade e as Práticas de Saúde: Novas Perspectivas e Desafios.** In CZERESNIA, D.; FREITAS, C. M (Org.). *Promoção de saúde: conceitos, reflexões, tendências.* Rio de Janeiro: Fiocruz, p.117-140, 2003.

AZEVEDO, P. C. B. et al. **The effect of fragmentation on phlebotomine communities (Diptera: Psychodidae) in areas of ombrophilous forest in São Luís, state of Maranhão, Brazil.** *Neotropical Entomology*, Londrina, v. 40, n. 2, p. 271-277, 2011.

BARCELLOS, C. Debate Sobre o Artigo de Dina Czeresnia & Adriana Maria Ribeiro. *Cad. Saúde Pública* vol.16 n.3 Rio de Janeiro July/Sept. 2000

BARCELLOS, C. **Problemas Esmergentes da Saúde Coletiva e a Revalorização do Espaço Geográfico.** In: MIRANDA, A. C. et al (Org.). *Território, Ambiente e Saúde.* Rio de Janeiro: Editora Fiocruz. p. 43-56, 2008.

BARCELLOS, C.; MACHADO J. H. M. **A Organização Espacial Condiciona as Relações entre Ambiente e Saúde: o Exemplo da Exposição ao Mercúrio em uma Fábrica de Lâmpadas Fluorescentes.** *Ciênc Saúde Coletiva*, 3:103-13, 1998.

BARROS, O. N. F. **Disparidades Educacionais de Londrina-PR: o que os Mapas nos Revelam?.** *Geosul*, Florianópolis, v. 23, n. 46, p 197-218, jul./dez. 2008.

BASANO, S. A.; CAMARGO, L. M. A. Leishmaniose tegumentar americana: histórico, epidemiologia e perspectivas de controle. *Rev. bras. epidemiol.* vol.7, no.3, São Paulo: Sept. 2004

BONAMIGO, R. R. et al. **Leishmaniose tegumentar americana: primeiros casos autóctones notificados no Rio grande do Sul desde 2001 e revisão da literatura.** *Revista AMRIGS*, Porto Alegre, v. 49, n.3, p. 165-170, 2005.

BRASIL. **Epidemiologia das doenças negligenciadas no Brasil e gastos federais com medicamentos.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 2011.

BRASIL. **Manual de Controle da Leishmaniose Tegumentar Americana.** Organização: Gerência Técnica de Doenças Transmitidas por Vetores e Antropozoonoses. - Coordenação de Vigilância Epidemiológica - Centro Nacional de Epidemiologia – Fundação Nacional de Saúde - Ministério da Saúde, Brasília, 62 p, 2000.

BRASIL. **Manual de Vigilância da Leishmaniose Tegumentar Americana.** Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – 2. ed. atual. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2010.

BRASIL. **Manual de Vigilância da Leishmaniose Tegumentar Americana.** Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – 1. ed. atual. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2017.

BRASIL. **Manual de Vigilância da Leishmaniose Tegumentar Americana.** Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – 2. ed. – Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2007.

BRASIL. **Terminologia Básica em Saúde.** Brasília, Centro de Documentação do Ministério da Saúde, 1985.

BRAZIL, R. P.; BRAZIL B. G.; **Biologia de flebotomíneos do Brasil**, In: RANGEL, E. F.; LAINSON, R. (Org.). *Flebotomíneos do Brasil*. Rio de Janeiro: Fiocruz, p.257-274, 2003.

BRITTEZ, R. M. et al. **Deposição Estacional de Serapilheira e Macronutrientes em uma Floresta de Araucária, São Mateus do Sul, PR.** In: Congresso Nacional Sobre Essências Nativas, 2., 1992, São Paulo: Revista do Instituto Florestal, v. 4, p. 766-772, 1992.

CALDEIRA, M. V. W. et al. **Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa**. Ciências Agrárias, Londrina, v. 29, n. 1, p. 53-68, jan./mar. 2008.

CÂMARA, G, MONTEIRO, A. M. V. **Análise Espacial e Geoprocessamento**. INPE, 1998.

CÂMARA, G. et al. **Introdução à Ciência de Geoinformação**. INPE, 2002.

CÂMARA, G. et al. **SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling**. *Computers and Graphics*, vol.15, n.6, pp.13-22, July 1996.

CÂMARA, G.; CARVALHO, M. S. **Análise Espacial de Eventos**. INPE, 2002.

CAMARGO L. M. A.; Barcinski, M.A. Leishmanioses, Feridas Bravas e Kalazar. *Cienc. Cult.*, vol.55, no.1, São Paulo: Jan./Mar 2003

CARFAN, A. C. et al. **Leishmaniose Tegumentar Americana: o caso do conjunto residencial Inocente Vila Nova Júnior no município de Maringá, Estado do Paraná, 2001-2004**. *Acta Scientiarum. Health Sciences*, Maringá, v. 26, no. 2, p. 341-344, 2004.

CARPANEZZI, A. A. **Banco De Sementes e Deposição de Folhedo e seus Nutrientes em Povoamentos De Bracatinga (Mimosa Scabrella Bentham) na Região Metropolitana de Curitiba-PR**. 1997. 177 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1997.

CASTRO, E. A. et al. **Estudo das características epidemiológicas e clínicas de 332 casos de leishmaniose tegumentar notificados na região norte do Estado do Paraná de 1993 a 1998**. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 35(5): 445-452, set-out, 2002.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. **Principles of epidemiology**. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, 2nd ed., 1992.

CERINO, D. A. et al. **Sand Flies (Diptera: Psychodidae) in the Urban Area of the Municipality of Cianorte, Paraná State, Brazil.** *Neotropical Entomology*, 38(6):853-858, 2009.

CHANIOTIS, B. N.; TESH, R. B.; CORREA, M. A.; JOHNSON, K. M. **Horizontal and vertical movements of phlebotomine sandflies in a Panamanian rain forest.** *Journal of Medical Entomology*, Honolulu, v. 11, n.3, p. 369-375, 1974.

CMNP – Companhia Melhoramentos Norte do Paraná. **Colonização e Desenvolvimento do Norte do Paraná.** São Paulo: “Ave Maria” Ltda., 1975.

COLACICCO-MAYHUGH, M. G. et al. **Ecological niche model of Phlebotomus alexandri and P. papatasi (Diptera: Psychodidae) in the Middle East.** *International Journal of Health Geographics*, London, v. 9, n. 2, p.1-9, 2010.

COSTA, M. C. L. **A Cidade e o Pensamento Médico: Uma Leitura do Espaço Urbano.** *Mercator - Revista de Geografia da UFC*, ano 01, número 02, 2002

CRUZ, C. F. R. **Leishmaniose Tegumentar Americana (LTA) no Município de Bandeirantes – Paraná, entre 2000 e 2009.** Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Universidade de São Paulo/Faculdade de Saúde Pública. 2010.

CURTI, M. C. M. et al. **Aspectos epidemiológicos da Leishmaniose Tegumentar Americana na região Noroeste do Estado do Paraná.** *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, v. 30, p. 50-55, 2009.

CZERESNIA, D.; RIBEIRO. A. M. **O conceito de espaço em epidemiologia: uma interpretação histórica e epistemológica.** *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 16(3):595-617, jul-set, 2000.

DA SILVA, A. M. **Diversidade, distribuição e abundância de flebotomíneos (Diptera: Psychodidae) no Paraná.** *Neotropical Entomology*, 37(2):209-225, 2008.

DESJEUX, P. **Leishmaniasis: current situation and new perspectives**. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, Oxford, v.27, n. 5, p. 305–318, 2004.

DESJEUX, P. **The increase in risk factors for leishmaniasis worldwide**. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*. 95, 239-243, 2001.

EMBRAPA. **Atlas da Região Sul do Brasil: Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Brasília-DF: Embrapa, 2012.

FERREIRA, H. et al. **Uma Experiência de Desenvolvimento Metodológico para Avaliação de Programas: O Modelo Lógico do Programa Segundo Tempo**. Texto para discussão 1369. Brasília: IPEA, 2009.

FERREIRA, M. C. **Iniciação à Análise Geoespacial: Teoria, Técnicas e Exemplos para Geoprocessamento**. São Paulo: Editora Unesp, 1ª ed. 2014.

FERREIRA, M. U. **Epidemiologia e Geografia: o Complexo Patogenico de Max. Sorre**. *Cadernos de Saúde Pública* (FIOCRUZ), v. 7. p. 82-89, 1991.

FERRO, C. et al. **Spatial Distribution of Sand Fly Vectors and Eco-Epidemiology of Cutaneous Leishmaniasis Transmission in Colombia**. PLOS ONE. October 2, 2015.

FIGUEIREDO FILHO, A. et al. **Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma floresta ombrófila mista localizada no sul do Estado do Paraná**. *Ciência Florestal*, v.13, p.11-18, 2003.

FILHO, H.; GARCIA-ZAPATA, M. T. **Correlação das Leishmanioses humanas com o bioma cerrado no Estado de Goiás**. *Univ. Ci. Saúde*, Brasília, v. 2, n. 1, p. 1-151, jan./jun. 2004.

FIOCRUZ. **Gestão de Saúde: Curso de Aperfeiçoamento para Dirigentes Municipais de Saúde: Programa de Educação à Distância**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ; Brasília: UnB, 1998.

FIOCRUZ. **O Território e o processo saúde-doença**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ; Brasília: UnB, 2005

FIRMEZ, C. et al. **Canine American cutaneous leishmaniasis: a clinical and immunology study in dogs naturally infected with *Leishmania (Viannia) braziliensis* in an endemic area of Rio de Janeiro, Brazil**. *Amer J Trop Med Hyg.*, 38:52-8, 1988.

FONSECA, R. M. G. S. **Espaço e Gênero na Compreensão do Processo Saúde-Doença da Mulher Brasileira**. *Rev.latino-am.enfermagem*, Ribeirão Preto, v. 5, n. 1, p. 5-13, janeiro 1997.

FORATTINI, O. P. **Entomologia médica: Psychodidae**. São Paulo: Ed. Univ. São Paulo, v. 4, 180 p, 1973.

FRANÇA, M. A. G. et al. **Ressignificando o conceito de risco nas pesquisas e práticas voltadas à infância contemporânea**. *O Social em Questão*. Ano VI, Nº 7, Primeiro semestre de 2002.

FUJIKAVA, R. **Geografia do extermínio e povoamento do norte do Paraná: a violência necessária na franja pioneira paulista (1930-1960)**. 2013. Mestrado (Dissertação) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

GALATI, E. A. B. et al. **Estudo de flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em foco de leishmaniose visceral no Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil**. *Revista de Saúde Pública*, 31: 378–390, 1997.

GENARO, O. **Leishmaniose Visceral**. In: NEVES, D. P. et al. *Parasitologia Humana*. 10. Ed. São Paulo: Editora Atheneu, p. 56-72, 2000.

GOMES, A. C. **Perfil Epidemiológico da Leishmaniose Tegumentar no Brasil**. *Revista Brasileira de Dermatologia* 67:55-60, 1992.

GONÇALVES, M. **Geossistema, Território e Paisagem Aplicados à Análise do Risco de Ocorrência de Desastres Naturais no Estado Do Paraná**. 2016. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina/Programa de Pós-graduação em Geografia.

GONDIM, G. M. M. **Do Conceito de Risco ao da Precaução: entre Determinismos e Incertezas**. In: Fonseca, Angélica Ferreira; Corbo, Anamaria D'Andrea (Org.). O território e o processo saúde-doença. Rio de Janeiro, EPSJV/Fiocruz, p.87-119, 2007.

GONDIM, G. M. M. **Espaço e Saúde: uma (inter)ação provável nos processos de adoecimento e morte em populações**. In: MIRANDA, A. C. et al (Org.). *Território, Ambiente e Saúde*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz. p. 57-75, 2008.

GONDIM, G. M. M. **Termo de Referência para Formação Profissional em Vigilância à Saúde**. EPSJV/ Fiocruz. 1999

GONTIJO, B.; CARVALHO, M. L. R. **Leishmaniose Tegumentar Americana**. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 36(1):71-80, jan-fev, 2003.

GOUVEIA, N. **Saúde e Meio Ambiente nas Cidades: os Desafios da Saúde Ambiental**. *Saúde e Sociedade*. 8(1): 49-61, 1999.

GUBERT FILHO, F. A. **O Desflorestamento do Paraná em um Século**. In: Reforma Agraria e Meio Ambiente. 2010.

GUIMARÃES, R. B. **Geografia e saúde**. In: Saúde: fundamentos de Geografia humana [online]. São Paulo: Editora UNESP, 2015, pp. 17-39.

GUIMARÃES, R. B.; PICKENHAYN, J. A.; LIMA, S. C. **Geografia e Saúde sem Fronteiras**. Uberlândia (MG): Assis Editora.160 p. 2014.

HANSLUWKA, H. E. **Measuring the health of populations, indicators and interpretations**. *Social Science e Medicine*, 20 (12): 1207-1224, 1985.

HERMANN, M. L. P., ROSA, R. **Relevo**. In: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Geografia do Brasil: Região Sul. Ed. IBGE, Rio de Janeiro. 1990.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>, Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Clima do Brasil**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>, Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Clima do Brasil**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>, Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Biomas e de Vegetação**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>, Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Relevo do Brasil**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br>, Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

IPARDES. **Indicadores_2013**. Disponível em http://www.ipardes.pr.gov.br/biblioteca/docs/indicadores_2013.pdf. Acesso em 10 mar. 2016.

JACKSON, M. L. et al. **Clinical Modalities, Diagnosis and Therapeutic Approach of the Tegumentary Leishmaniasis in Brazil**. *Gaz. méd. Bahia*. 79 (Supl.3):70-83, 2009.

JANNUZZI, P. M. **Indicadores Sociais no Brasil: Conceitos, Fonte de Dados e Aplicações**. Campinas: Alínea, 2001.

KASSEM, H. A. et al. Environmental factors underlying spatial patterns of sand flies (Diptera: Psychodidae) associated with leishmaniasis in southern Sinai, Egypt. *Acta Trop.* 123(1):8-15, Jul/2012.

KÜHL, A. M. et al. **Flebotomíneos (Diptera, Psychodidae) em Área Urbana do Município de Maringá, Estado do Paraná, Brasil**. *Anais da 58ª Reunião Anual da SBPC*, Florianópolis, SC - Julho/2006.

LACAZ, C. S; BARUZZI, R. G.; SIQUERIA JR, W. **Introdução à Geografia Médica no Brasil**. São Paulo: Edgard Blücher, Ed. da Universidade de São Paulo. 1972.

LAINSON, R.; SHAW, J. J. **New World leishmaniasis**. In: Cox F. E. G., J. P. Kreier & D. Wakelin, eds. *Topley & Wilson's Microbiology and Microbial Infections, Parasitology*. Arnold, London, Sydney, Auckland; 313–349 p, 2005.

LAISON, R.; RANGEL, E. F. **Ecologia das leishmanioses**. In: *Flebotomíneos do Brasil*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2003

LAWSON, C.L.; HANSON, R. J. **Solving Least Squares Problems**. Prentice-Hall, Chapter 23, p. 161, 1974.

LEITE, P.; KLEIN, R. M. **Vegetação**. In: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Geografia do Brasil: Região Sul*. Ed. IBGE, Rio de Janeiro. 1990.

LEITHOLD, L. **O cálculo com geometria analítica**. vol. 1. 3.ed. São Paulo, Harbra, 1994.

LESSA, M. M. Leishmaniose mucosa: aspectos clínicos e epidemiológicos. *Rev. Bras. Otorrinolaringol.* vol.73,, no.6, São Paulo, Nov./Dec. 2007

LEWIS, D. J. **The biology of Phlebotomidae in relation to leishmaniasis**. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 19, p. 363-384, 1974.

LIMA, A. P. **Distribuição da leishmaniose tegumentar por imagens de sensoriamento remoto orbital, no Estado do Paraná, Brasil**. *An bras Dermatol*, Rio de Janeiro, 77(7):681-692, nov./dez. 2002.

LIMA, A.P. et al. **Distribuição da leishmaniose tegumentar por imagens de sensoriamento remoto orbital, no Estado do Paraná, Brasil**, *An bras Dermatol*, Rio de Janeiro, 77(6):681-692, nov./dez. 2002.

LONARDONI, M. V. C. et al. **Nota sobre Leishmaniose Canina no Noroeste do Estado do Paraná, Sul do Brasil**. *Rev. Saúde Pública*, v.27, n.5, p.378-379, 1993.

LONGLEY, P. A. et al. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**, 2013.

LUZ, F. **O Fenômeno Urbano numa Zona Pioneira: Maringá**. Maringá: A prefeitura, 1997.

MAIA, C. S. et al. **Análise Espacial da Leishmaniose Visceral Americana no Município de Petrolina, Pernambuco, Brasil**. *Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde: Hygeia*, 10 (18): 167 - 176, Jun/2014.

MARANDOLA JR, E.; HOGAN, D. J. **Vulnerabilidade do Lugar vs. Vulnerabilidade Sociodemográfica: Implicações Metodológicas de uma Velha Questão**. *R. bras. Est. Pop.*, Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, p. 161-181, jul./dez. 2009.

MARINHO JÚNIOR, J. F. **Infecção natural por Leishmania spp. em pequenos mamíferos silvestres e sinantrópicos envolvidos na manutenção da leishmaniose tegumentar americana em área endêmica da Zona da Mata Norte de Pernambuco, Brasil**. Dissertação (Mestre em Saúde Pública). Fundação Osvaldo Cruz/Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães. Recife-PE: 2010.

MENDONÇA, L. B.; BARROS, M. V. F. **Mapeamento da Vegetação de Fundo de Vale da Cidade de Londrina – PR, a partir de Imagens Etm Landsat 7**. *Geografia Londrina*. V.11, n. 1, 2002.

MIRANDA, C. et al. **Análise da Ocorrência de Leishmaniose Tegumentar Americana Através de Imagens Obtidas por Sensoriamento Remoto Orbital em Localidade Urbana da Região Sudeste do Brasil**. *Revista Saúde Pública*, v. 30, n. 5, p. 433-437, 1996.

MONBEIG, P. **As Estruturas Agrárias da Faixa Pioneira Paulista**. *Boletim Geográfico*, v.11, n.116, p. 455-465, 1953.

MONDARDO, M. L. **A Dinâmica Migratória do Paraná: o Caso da Região Sudoeste ao Longo do Século XX**. *R. bras. Est. Pop.*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, p. 103-131, jan./jun. 2011.

MONKEN, M. et al. **O Território na Saúde: Construindo Referências para Análises em Saúde e Ambiente**. In: MIRANDA, A. C. et al (Org.). *Território, Ambiente e Saúde*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz. p. 23-41, 2008.

MONTEIRO, C. C. **O papel da microbiota intestinal na competência vetorial do *Lutzomyia longipalpis* para a *Leishmania (Leishmania) infantum chagasi* e a transmissão do parasito ao vertebrado pela da picada.** 2012. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Centro de Pesquisa René Rachou, Belo Horizonte.

MONTEIRO, W. M. Distribuição geográfica e características epidemiológicas da leishmaniose tegumentar americana em áreas de colonização antiga do Estado do Paraná, Sul do Brasil. *cad. Saúde Pública*. vol.24, no.6, Rio de Janeiro, June /2008.

MOON, G.; KEARNS, R. **À la Recherche d'une Nouvelle Géographie de la Santé.** In: FLEURET, S; THOUÉZ, J. P (Org.). *Géographie de la Santé: un Panorama*, 2007.

MORAES, A. C. R. **Geografia: Pequena Historia Critica.** São Paulo: Hucitec, 1994.

MORELLATO, L. P. C. **Nutrient Cycling in two South-East Brazilian Forest. I Litterfall and Litter Standing Crop.** *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, v. 8, n. 1, p. 205-215, 1992.

NEGRÃO, G. N. **Circuitos espaciais da leishmaniose tegumentar americana abrangendo os estados do Sul do Brasil e Mato Grosso do Sul e os países fronteiriços.** Tese [Doutorado em Geografia]. Universidade Estadual de Maringá/Programa de Pós-graduação em Geografia. 2013.

NEGRÃO, G. N. **Leishmaniose Tegumentar Americana: Aspectos Geográficos Intervenientes na Ocorrência da Enfermidade em Maringá, Paraná.** Dissertação [Mestrado em Geografia]. Universidade Estadual de Maringá/Programa de Pós-graduação em Geografia. 2009.

NEGRÃO, G. N.; FERREIRA, M. E. M. C. **Considerações Sobre a Leishmaniose Tegumentar Americana e Sua Expansão no Território Brasileiro Revista.** *Percurso – NEMO*, Maringá, v. 6, n. 1 , p. 147- 168, 2014.

NETO, W. J. S. et al. **Sistemas de Indicadores ou Indicadores Sintéticos: do que Precisam os Gestores de Programas Sociais?**. Trabalho apresentado no XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais, realizado em Caxambu- MG – Brasil, de 29 de setembro a 03 de outubro de 2008

NEVES, D. P. **Parasitologia humana**. São Paulo: Editora Atheneu, 2000.

NIMER, E. **Clima**. In: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Geografia do Brasil: Região Sul. Ed. IBGE, Rio de Janeiro. 1990.

OLIVIERA, C. C. G. **Changing Epidemiology of American Cutaneous Leishmaniasis (ACL) in Brazil: a Disease of the Urban-Rural interface**. Acta Tropica, v.90, p.155- 162, 2004.

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Documentos básicos**. 26.ed. Genebra: OMS, 1976

OMS. Organização Mundial da Saúde. **Estabelecendo um Diálogo sobre Riscos de Campos Eletromagnéticos**. Genebra: OMS, 2002.

PEARSON, R. D. et al. **Leishmania Species: Visceral, Cutaneous and Mucosal Leishmaniasis**. In: MANDELL, D.; BENNETT, S. Principles and Practice of Infectious Diseases. 5. Ed. W. B. Saunders, 2000.

PEREHOUSKEI, N. A.; BENADUCI, G. M. C. **Geografia da Saúde e as Concepções Sobre o Território**. Gestão & Regionalidade - Vol. 23 - Nº 68 - set-dez/2007

PEREIRA, J. M. **Será possível uma nova medicina?**. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, nº 23, p. 185-193, 1995.

PESSOA, S. **Ensaio Médico-Sociais**. São Paulo: Cebes/Hucitec, 2ª. ed. 1978.

PETERS, W.; PASVOL, G. **Atlas of Tropical Medicine and Parasitology**. 6 ed. London: Elsevier, 2007.

PIRAJÁ, G. V.; LUCHEIS, S. B. **A vigilância epidemiológica de flebotomíneos no planejamento de ações de controle nas leishmanioses**. Vet. e Zootec. 503-515, 21(4): dez/2014.

QUEIROZ, D. R. E. **Cartografia Temática: evolução e caminhos de pesquisa.** *Boletim de Geografia* p. 138-151, 2007.

REBECCA, D. et al. **Old World Cutaneous Leishmaniasis and Refugee Crises in the Middle East and North Africa.** PLOS Neglected Tropical Diseases, May 26, 2016.

REBELO, F. **Geografia Física e Riscos Naturais.** Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2010.

REIS, N. R. et al. **Mamíferos do Brasil.** Londrina, 2006.

REIS, S. R.; FRANCO, A. M. R. **A Leishmaniose Tegumentar Americana no Estado do Amazonas, Brasil: Aspectos epidemiológicos da Leishmaniose Canina.** *Revista CFMV* (Brasília), v. 50, p. 35-39, 2010.

RUFINO AMARO, R. **A Relação Entre o Desmatamento e a Incidência de Leishmaniose no Município de Mesquita, RJ.** *Rev. GEOMAE Campo Mourão, PR*, v.2, n.1, p.245 – 262, 2ºSem 2011.

SALOMÓN, A. D. et al. **Leishmaniasis and Climate Change—Case Study: Argentina.** *Journal of Tropical Medicine.* 2012.

SANTOS S. M.; BARCELLOS, C. **A Vizinhança como Contexto: Resgate do Nível Ecológico na Determinação de Saúde e Bem-Estar.** *In: MIRANDA, A. C. et al (Org.). Território, Ambiente e Saúde.* Rio de Janeiro: Editora Fiocruz. p. 23-41, 2008.

SANTOS, C. B. et al. **Utilização de um Sistema de Informação Geográfica para descrição dos casos de tuberculose.** *Bol Pneumol Sanit*, 12(1):5-10, 2004.

SANTOS, D. R. **The First Record of *Lutzomyia longipalpis* (Lutz & Neiva, 1912) (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae) in the State of Paraná, Brazil.** *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 45(5):643-645, Sep-Oct, 2012.

SANTOS, F. O. **Geografia médica ou Geografia da saúde? Uma reflexão.** *Caderno Prudentino de Geografia*, n.32, v.1, p.41-51, jan/jun 2010.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**, 2. edição. São Paulo : Editora Hucitec , 2002.

SANTOS, M. **Urbanização Brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993.

SANTOS, V. D. **Ciclagem de Nutrientes Minerais em Mata Tropical Subcaducifolia dos Planaltos do Paraná (Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo – Fênix/PR)**. 1989. 387 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1989.

SCARLATO, F. C. **População e Urbanização Brasileira**. In. ROSS, J. L. S. (Org.). *Geografia do Brasil*. São Paulo: Edusp, p. 381-463, 2005.

SCHUMANN, L. R. M. A.; MOURA, L. B. A. **Índices Sintéticos de Vulnerabilidade: uma Revisão Integrativa de Literatura**. *Ciência & Saúde Coletiva*, 20(7):2105-2120, 2015.

SCLIAR, M. **História do Conceito da Saúde**. *PHYSIS: Rev. Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, 17(1):29-41, 2007.

SERRA, E. **Os primeiros processos de ocupação da terra e a organização pioneira do espaço agrário no Paraná**. In: *Boletim de Geografia*, Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, ano 10, n.º 10, pp. 61 – 93, dezembro/1992.

SHENDER L. et al. **Native rodent species are unlikely sources of infection for Leishmania (Viannia) braziliensis along the Transoceanic Highway in Madre de Dios, Peru**. *Plos One* 2014;9(7):1-12.

SHIMABUKURO, P. H. F. et al. **Chave de identificação ilustrada dos Phlebotominae (Diptera, Psychodidae) do estado de São Paulo**. *Papéis Avulsos do Departamento de Zoologia*, São Paulo, v. 51, n. 27, p. 399-441, 2011.

SOERENSEN, B.; MARULLI, K. B. **Manual de Saúde Pública**. São Paulo: Arte e Ciência, 1999.

SOUZA, G. F. **Comparação de Aspectos Clínicos e diagnósticos de Leishmaniose Visceral entre Portadores e Não Portadores do Vírus da Imunodeficiência Humana.**

Dissertação [Mestrado em Ciências da Saúde]. Universidade Federal de Minas Gerais. 2007.

TAMBELLINI, A. M. T.; CAMARA, V. M. A. **Temática Saúde e Ambiente no Processo de Desenvolvimento do Campo da Saúde Coletiva: Aspectos Históricos, Conceituais e Metodológicos.** *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 3, n.2, p. 47-59, 1998.

TAYRA, F.; RIBEIRO, H. Modelos de indicadores de sustentabilidade: síntese e avaliação crítica das principais experiências . *Saude soc.* vol.15, n.1, pp.84-95. 2006.

TEODORO, U. et al. **Ecologia de *Lutzomyia (Nyssomyia) whitmani* em área urbana do município de Maringá, Paraná.** *Rev Saúde Pública*,37(5):651-6, 2003.

TEODORO, U. et al. **Flebotomíneos coletados em matas remanescentes e abrigos de animais silvestres de zoológico no perímetro urbano de Maringá, sul do Brasil. Estudo preliminar.** *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 31(6):517-522, nov-dez, 1998.

TRZESNIAK, P. **Indicadores Quantitativos: Reflexões que Antecedem seu Estabelecimento.** *Ci. Inf.*, Brasília, v. 27, n. 2, p. 159-164, maio/ago. 1998.

VAZ, D. S; REMOALDO, P. C. A. A Geografia da Saúde Brasileira e Portuguesa: Algumas Considerações Conceptuais. *GEOUSP - Espaço e Tempo*, São Paulo, 29 - Especial. p. 173 – 192, 2011.

VEYRET, Y. **Os Riscos: o Homem como Agressor e Vítima do Meio Ambiente.** São Paulo: Contexto, 1ª ed., 320 p, 2007.

VIANNA, L. A. C. **Processo Saúde-Doença: Módulo Político Gestor.** Universidade Federal de São Paulo. 2012. Disponível em: <http://http://www.unasus.unifesp.br/biblioteca_virtual/esf/1/modulo_politico_gestor/Unidade_6.pdf>. Acesso em: 06 mai. 2016.

WESTPHALEN, C. et al. **A Nota Prévia ao Estudo da Ocupação da Terra no Paraná Moderno**. Curitiba: UFPR, 1968.

WHO. **Global leishmaniasis update, 2005–2013: a turning point in leishmaniasis surveillance**. Disponível em < <http://www.who.int/leishmaniasis> >. 2015.

WHO. **Patient Safety**. Acesso em: 2017 Mar 21. Disponível em: <http://www.who.int/patientsafety>.

WISNIEWSKI, C. et al. **Caracterização do Ecossistema e Estudo das Relações Solo-Cobertura Vegetal em Planície Pleistocênica do Litoral Paranaense**. Curitiba: UFPR/Departamento de Solos, 1997